

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL BIOLOGI X

ISSN 2086-8286

Perkembangan Riset Biologi dan Pendidikan Biologi Menghadapi  
Era Post Pandemi

Semarang, 01 September 2022



Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Semarang



# **PROSIDING**

## **Seminar Nasional Biologi X**

*Perkembangan Riset Biologi dan Pendidikan Biologi Menghadapi Era Post Pandemi*

Semarang, 01 September 2022

### **Organizing Committee**

Pengarah	: Dekan FMIPA UNNES (Dr. Sugianto, M. Si)
Penanggungjawab	: Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNNES (Dr. Nugrahaningsih WH, M. Kes.)
Ketua Panitia	: Dr. Dewi Mustikaningtyas, M.Si. Med
Wakil ketua	: Dr. Andin Irsadi, M.Pd.
Sekretaris	: Lutfia Nur Hadiyanti, S. Pd., M. Pd.
Bendahara	: Kartika Widyaningrum, S. Pd.
Kesekretariatan	: M Abdullah, S. Si, M. Sc
Reviewer dan Prosiding	: Prof. Dr. Priyantini Widiyaningrum, MS.

### **Steering Committee**

Dr. Nugrahaningsih WH, M.Kes.  
Dr. Siti Alimah, M. Pd.  
Prof. Dr. Noor Aini Habibah, M. Si.  
Prof. Dr. Amin Retnoningsih M. Si.  
Prof. Dr. Enni Suwarsi Rahayu M. Si.  
Prof. Dr. Niken Subekti M. Si.  
Prof. Dr. Ari Yuniastuti M. Kes.  
Prof. Dr. Dyah Rini Indriyanti M. P.  
Prof. Dr. Sri Ngabekti M. S.

### **Reviewer**

Prof. Dr. Priyantini Widiyaningrum, M.S.	(Zoologi)
Prof. Dr. drh. R. Susanti, M.Si	(Kesehatan)
Prof. Dr. Noor Aini Habibah	(Botani)
Prof. Dr. Nana Kariada Tri Martuti, M.Si.	(Ekologi dan Lingkungan)
Dr. Ning Setiati, M.Si.	(Zoologi)
Dr. Pramesti Dewi, M.Si.	(Mikrobiologi)
Dr. Sigit Saptono, M.Pd.	(Pendidikan Biologi)

### **Editor**

Dr. Margaretha Rahayuningsih., M. Si  
Dra. Endah Peniati, M.Si.  
Dr. Saiful Ridlo M. Si.  
Dr. Wulan Christijanti, M.Si  
Dr. Aditya Marianti M. Si.  
Dra. Ely Rudyatmi M. Si.

### **Penerbit**

LPPM Universitas Negeri Semarang  
Gedung Prof. Dr. Retno Sriningsih Satmoko, Penelitian  
dan Pengabdian Masyarakat, Kampus Sekaran,  
Gunungpati, Semarang 50229  
WA 085158837598 | Email [sentraki@mail.unnes.ac.id](mailto:sentraki@mail.unnes.ac.id)



## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, hidayah dan ridlo-Nya sehingga Prosiding Seminar Nasional Biologi X tahun 2022 telah selesai tersusun sesuai dengan tenggang waktu yang telah ditentukan. Seluruh makalah yang ada dalam prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang telah lolos proses seleksi dan telah dipresentasikan pada tanggal 01 September 2022 secara virtual.

Seminar Nasional Biologi X tahun 2022 merupakan kegiatan tahunan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Seminar tahun ini bertema "**Perkembangan Riset Biologi dan Pendidikan Biologi Menghadapi Era Post Pandemi**". Prosiding berisi makalah dari 6 bidang ilmu, meliputi bidang botani, kesehatan, lingkungan, mikrobiologi, zoologi dan Pendidikan Biologi. Naskah ditulis oleh 40 pemakalah yang berasal dari 9 provinsi, yaitu Aceh, DKI, Jawa Barat, Jawa Tengah DI Yogyakarta, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Maluku dan Papua Barat. Kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. dr. Tauhid Nur Azhar, M.Kes., Bapak Ahmad Munawir, S.Hut., M.Si. serta Ibu Dr. Siti Alimah, M.Pd. selaku narasumber; Dekan FMIPA UNNES dan jajarannya, Ketua Jurusan Biologi, peserta seminar, panitia dan semua pihak yang telah mendukung terlaksananya kegiatan Seminar Nasional Biologi X 2022 ini. Atas nama panitia pelaksana kegiatan, kami mohon maaf apabila dalam pelaksanaan seminar ini masih terdapat kekurangan. Semoga prosiding ini dapat ikut berperan dalam penyebaran hasil kajian dan penelitian di bidang Riset Biologi dan Pembelajaran Biologi sehingga dapat diakses oleh khalayak yang lebih luas, serta bermanfaat bagi pembangunan bangsa.

Semarang, 01 Desember 2022

Panitia

## LAPORAN KETUA PANITIA

Yang terhormat,

- Dekan Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang,
- Para Narasumber Utama: Dr. dr. Tauhid Nur Azhar, M.Kes.; Dr. Siti Alimah, M.Pd.,
- Jajaran pimpinan Fakultas MIPA, para Ketua Jurusan di Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang,
- Segenap tamu undangan yang berbahagia, serta hadirin peserta Seminar Nasional Biologi X tahun 2022.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga kegiatan Seminar Nasional Biologi X 2022 dapat terlaksana pada hari ini. Pelaksanaan kegiatan masih secara virtual mengingat kita masih dalam upaya pemulihan dari masa pandemi Covid-19. Meski kita telah melewati masa pandemi, banyak kegiatan belum dapat dilaksanakan secara normal dan upaya pemulihan di berbagai aspek masih terus dilakukan. Seminar Nasional Biologi merupakan kegiatan tahunan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang, dan seminar kali ini mengambil tema "**Perkembangan Riset Biologi dan Pendidikan Biologi Menghadapi Era Post Pandemi**". Tujuan Seminar Nasional Biologi X 2022 adalah: (1) Mengembangkan wawasan perkembangan riset Biologi dan Pendidikan Biologi dalam upaya pemulihan post-pandemi. (2) Menambah informasi terkini terkait perkembangan riset Biologi dan Pendidikan Biologi serta penanggulangan permasalahan yang menyertainya, dan (3) Memberi kesempatan bagi dosen, peneliti, guru dan mahasiswa, untuk mendesiminasikan dan bertukar informasi terkait hasil-hasil penelitian biologi dan pendidikan biologi.

Seminar Nasional Biologi X 2022 ini diikuti oleh 40 pemakalah dan 34 non pemakalah dari 18 perguruan tinggi, 1 pendidikan menengah, serta 2 badan/balai penelitian/lembaga ilmu pengetahuan. Peserta pemakalah dan non pemakalah berasal dari seluruh wilayah Indonesia terdiri atas 9 provinsi, yaitu Aceh, DKI, Jawa Barat, Jawa Tengah DI Yogyakarta, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Maluku dan Papua Barat. Latar belakang peserta antara lain: peneliti, akademisi-pendidik, guru, dan mahasiswa. Pada kesempatan ini kami atas nama panitia mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada para narasumber yaitu Dr. dr. Tauhid Nur Azhar, M.Kes., Ahmad Munawir, S.Hut., M.Si., dan Dr. Siti Alimah, M.Pd., Dekan FMIPA UNNES beserta jajarannya, Ketua Jurusan Biologi dan jajarannya, pemakalah pendamping, peserta seminar, panitia dan semua pihak yang telah mendukung terlaksananya kegiatan Seminar Nasional Biologi X 2022 ini.

Atas nama panitia pelaksana kegiatan, kami mohon maaf apabila dalam pelaksanaan seminar ini masih terdapat kekurangan. Semoga kegiatan Seminar Nasional Biologi X 2022 dapat memotivasi dan menginspirasi munculnya inovasi-inovasi penelitian Biologi dan pendidikan Biologi yang bermanfaat untuk pemulihan dan kebangkitan berbagai sektor pada masa post pandemi.

Terima kasih,

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

## SAMBUTAN DEKAN FMIPA UNNES

Yang terhormat,

- Para Narasumber Utama: Dr. dr. Tauhid Nur Azhar, M.Kes.; Dr. Siti Alimah, M.Pd.,
- Jajaran pimpinan Fakultas MIPA dan para Ketua Jurusan di Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang,
- Segenap tamu undangan yang berbahagia, serta hadirin peserta Seminar Nasional Biologi X tahun 2022.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karuniaNya sehingga atas ridho-Nya, pada hari ini kita dapat berkumpul secara daring pada Seminar Nasional Biologi X dengan tema "**Perkembangan Riset Biologi dan Pendidikan Biologi Menghadapi Era Post Pandemi**". Semoga kita terus produktif meskipun kondisi post-pandemi belum sepenuhnya pulih. Saya ucapkan selamat datang dan selamat bergabung kepada semua hadirin, dalam kegiatan Seminar Nasional Biologi X 2022 di kampus UNNES meski pelaksanaannya masih secara virtual. Seminar ini diharapkan dapat menambah wawasan tentang perkembangan riset biologi dan pendidikan biologi khususnya setelah melewati masa pandemi. Kegiatan ilmiah ini juga diharapkan dapat dijadikan sebagai forum diseminasi dan pertukaran informasi untuk lebih meningkatkan kualitas dan profesionalitas peneliti, dosen, mahasiswa dan guru dalam masa pemulihan pandemi Covid-19. Komunikasi dan integrasi antara praktisi pendidikan dan penelitian, khususnya guru, dosen dan peneliti dapat meningkatkan profesionalitasnya sebagai pendidik maupun peneliti. Dengan pertukaran informasi hasil-hasil penelitian juga diharapkan dapat mengoptimalkan kebermanfaatan hasil-hasil penelitian bagi masyarakat luas dan membantu kebangkitan kemajuan di segala bidang. Selamat mengikuti kegiatan seminar kepada semua Bapak, Ibu, dan adik-adik mahasiswa peserta seminar. Terima kasih kepada panitia yang telah menyiapkan kegiatan ini dengan baik, semoga kegiatan berjalan lancar dan sukses. Dengan memohon berkah, rahmat, dan hidayah Allah SWT, Seminar Nasional Biologi FMIPA UNNES ke X tahun 2022 secara resmi saya buka. Sekali lagi, saya ucapkan selamat datang, selamat mengikuti seminar hingga akhir acara. Semoga kegiatan hari ini dicatat menjadi amal baik bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

## DAFTAR ISI

### PRAKATA

### DAFTAR ISI

### PEMATERI UTAMA

Menatap Masa Depan Pendidikan Ilmu Hayati Pasca Pandemi 2  
*TN Azhar*

Teknologi Pembelajaran Biologi Di Era Post Pandemi COVID 19 11  
*S Alimah*

### EKOLOGI 18

Potensi Wisata Waduk Panglima Besar Soedirman 19  
Kabupaten Banjarnegara  
*G Manggara, LK Sari, S Rukayah, W Lestari*

Peningkatan Higienis Sanitasi Café Pucuke Kendal dalam 28  
Mendukung Pangan Sehat  
*NKT Martuti, SR Rahayu, Margunani, R Wulandari*

Sikap dan Gagasan Konservasi Siswa SMA 7 Semarang setelah 36  
Mempelajari Suplemen Keanekaragaman Hayati Berbasis Riset Kawasan  
Wisata Pendidikan UNNES  
*S Ngabekti, S Ridlo, D Sulistyono*

Potensi dan Pemanfaatan Sidat (*Anguilla marmorata*) di Maluku 42  
*S Wardono, SB Widiarto, RM Bala'zam, H Sombo*

### KESEHATAN 50

Pemilihan Kandidat Mirna sebagai Prediktor Diabetes Melitus Gestasional 51  
dengan Analisis Berbasis Data Mining  
*F Dany, UA Nikmah, Noviantari A*

Profiling Genetik Gen EGFR Exon 18 Dan 20 pada Sampel Urin 58  
Pasien Kanker Paru  
*AM Ridwanuloh, PK Hikmawati, J Zaini, SL Andarini, ARH Utomo*

Potensi Penularan Leptospirosis dan Hantavirus pada Manusia 69  
di Kalimantan Barat  
*AP Kesuma, A Mulyono, MF Rokhmad*

Analisis Hubungan Asupan Seng dengan Kejadian *Stunting* pada Balita 73  
di Puskesmas Sedan Kabupaten Rembang  
*AD Safarina, A Yuniastuti*

Penggunaan Mencit dan Tikus Sebagai Hewan Model Penyakit Stroke 79  
*P R Intan, A Noviantari*

<b>PENDIDIKAN</b>	<b>90</b>
Implementasi Suplemen Ajar Sistem Ekskresi Berbasis Riset untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Sikap Peduli Bahaya Rokok pada Siswa SMA <i>HS Maharani, Lisdiana, S Alimah, P Widiyaningrum</i>	91
Pengembangan E-Modul Berbasis Flip PDF Professional dengan Model Experiential Jelajah Alam Sekitar (EJAS) untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Plantae <i>F R Lestari, E Purwantoyo</i>	98
Tari Sintren : Seni Tari dari Masyarakat Pesisir Utara Jawa melalui Pendekatan Kearifan Lokal dan Budaya <i>N Nadilla, A Septiani, LS Simanulang</i>	106
Kajian Makanan Tradisional Khas Suku Batak Toba Lapet sebagai Bentuk Pendekatan Budaya dan Kearifan Lokal pada Pembelajaran Biologi <i>LS Simanullang, A Septiani, N Nadilla</i>	113
Pengembangan Atlas Histologi Berbasis Sistem sebagai Suplemen Pembelajaran Jaringan Hewan Di SMA <i>FZ Farento, Lisdiana, N Setiati1, S Ngabekti</i>	122
Analisis Motivasi Dan Aktivitas Belajar Siswa pada Pembelajaran Biologi Di SMA secara Daring dan Luring <i>SF Irwandita, W Isnaeni</i>	122
Pemanfaatan Rumah Yuyu ( <i>Gecarcinucoidea</i> ) oleh Masyarakat Desa Dimoro dengan Kajian Kearifan Lokal dan Budaya <i>A Septiani, N Nadilla, LS Simanullang</i>	143
Penerapan Model <i>Guided Discovery Learning</i> Berbantuan <i>Argument Mapping</i> untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi <i>Herawati, Y Maryuningsih, A Juanda</i>	149
Pengembangan E-LKS Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Model <i>Problem Based Learning</i> untuk Siswa SMA <i>DM Ramadani, S Alimah</i>	157
Pengembangan <i>E-Book</i> Sistem Pernapasan Manusia Berbasis <i>Discovery Learning</i> untuk Siswa SMA <i>PA Rohmayanti, Nugrahaningsih WH</i>	165
Penerapan Model <i>Problem Based Learning</i> untuk Menumbuhkan Keterampilan Pemecahan Masalah, Keterampilan Komunikasi dan Kemampuan Kognitif Peserta Didik Materi Sistem Ekskresi <i>S Khomsatun, E Rudyatmi</i>	173

<b>MIKROBIOLOGI</b>	<b>180</b>
TA Cloning untuk Perbanyakkan Plasmid Rekombinan Penyandi Gen Spike Hexapro Foldon	181
<i>DF Agustiyanti, Hariyatun, LA Syakuran, A Yuniati, W Kusharyoto, A Wardiana</i>	
Respon Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah Varietas Bonci Kao terhadap Aplikasi Mikoriza dan ZPT Giberelin	189
<i>KB Habeahan, H Cahyaningrum, E Uge</i>	
Kualitas Tempe yang Dibuak dengan Alat Pencetak Inovatif Skala Lab di Rumah Inovasi Tempe Sekar Sari	197
<i>DFE Purnama, P Dewi, I Mubarok, SH Bintari</i>	
Pemanfaatan Media Ampas Tahu Terfermentasi untuk Meningkatkan Produksi Maggot <i>Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)</i>	204
<i>S Mumtaz, SH Bintari, I Mubarok, D Mustikaningtyas</i>	
Screening Bakteri Coliform pada Air Minum Isi Ulang di Damiu, Kec. Umbulharjo Yogyakarta	204
<i>Mailissa M. R., Budiarso TY, Amarantini C</i>	
Pengaruh Fermentasi <i>Lactobacilus Casei</i> Fincc0090 dan <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> pada Kulit Nanas Lokal ( <i>Ananas Comosus (L.) Merr</i> ) terhadap Aktivitas Antioksidan (Komparasi Ekstrak Metanol Dan Etanol)	220
<i>S Hartini</i>	
Histopatologi Hama Kumbang Biru Metalik ( <i>Crysolina Coerulans</i> ) pada Lahan Kedelai Teraplikasi Biopestisida Mikroba Dan Nabati	230
<i>MT Asri</i>	
Pengaruh Massa Kombinasi Rumput Gajah dan Limbah Kangkung terhadap Nilai Protein Kasar Silase Pakan Ruminansia	236
<i>K Marom, S Nurussalma, S Sholeha, RS Iswari, P Dewi</i>	
Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah ( <i>Camellia Sinensis Var. Sinensis</i> ) terhadap Perubahan Komposisi Katekin Aktivitas Antioksidan Dan Antibakteri	241
<i>PP Ambarsari, TY Budiarso, C Amarantini</i>	
<b>ZOOLOGI</b>	<b>250</b>
Produktivitas Pemijahan Induk Ikan Gurami ( <i>Osphronemus gouramy</i> ) secara Alami terhadap Keberhasilan Daya Fertilisasi dan Daya Tetas Telur.	251
<i>E Setiyono, R Prakoso, Purnomo</i>	
Analisis Mortalitas dan Kemampuan Makan Kutu Kandang <i>Alphitobius diaperinus</i> Akibat Terpapar Ekstrak Biji Mahoni dan Biji Pepaya <i>L Afifah, P Widiyaningrum</i>	260

Pengaruh Ekstrak Kulit Pisang Kepok terhadap Kadar <i>Gamma-Glutamyl Transferase</i> Tikus Jantan Yang Dipapar Asap Rokok <i>Handayani, W Christijanti, Lisdiana, A Marianti</i>	270
Identifikasi, Intensitas Endoparasit pada Tikus dan Cecurut yang Berpotensi Zoonosis di Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen <i>T Irsyad, N Setiati</i>	276
Efek Ekstrak Kulit Pisang Kepok terhadap Kadar SOD Paru Tikus yang Dipapar Asap Rokok <i>IZ Nurhidayah, W Christijanti, Lisdiana, A Marianti</i>	284
Keanekaragaman Jenis Gastropoda Di Rawapening, Kabupaten Semarang Jawa Tengah <i>Partaya, N Setiati</i>	290
Pengaturan Pemanfaatan dan Peredaran Ikan Hiu dan Pari di Wilayah Pulau Sulawesi <i>S Wardono, G Hehanusa, S Pranoto, H Haruna, G Aries</i>	295



# **PEMATERI** UTAMA

# MENATAP MASA DEPAN PENDIDIKAN ILMU HAYATI PASCA PANDEMI

TN Azhar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research and Development Center RPC Innovation

Email: tauhid.nurazhar@gmail.com

## ABSTRAK

Semenjak kasus pertama infeksi SARS COV-2 diumumkan pada 2 Maret 2020, sampai hari ini kita masih berkuat dengan berbagai program pengelolaan dan pencegahan dampak pandemi, yang hampir semuanya bertumpu pada pendekatan saintifik berbasis ilmu hayati. Belajar dari proses pengelolaan pandemi, dimana aspek prevensi melalui proses vaksinasi dan aspek kuratif melalui pengembangan berbagai model terapi anti virus, imunomodulasi, dan imunoterapi, serta berbagai terapi penunjang lainnya, kita mendapatkan banyak hikmah terkait dengan peran strategis ilmu hayati di masa depan. Pandemi mengajarkan akan arti pentingnya sinergi dan kolaborasi lintas disiplin dalam pengembangan berbagai produk yang digunakan dalam konteks pencegahan dan pengobatan. Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi tak dapat dipungkiri telah menghasilkan platform kolaboratif yang terbangun dari konektivitas dan aksesibilitas. Demikian pula perkembangan bioteknologi dan teknik laboratorium yang terintegrasi dengan teknik komputasi telah menghadirkan pendekatan bioinformatika yang yang dapat menjadi piranti riset multiguna yang sangat bermanfaat, terutama di saat ada tuntutan untuk menghasilkan solusi secara cepat. Berbagai penemuan seperti piranti gene editing yang diperankan oleh CRISPR Cas9 sebagaimana temuan Jennifer A Doudna dan Emmanuelle Charpentier juga memiliki kontribusi besar dalam ranah ilmu hayati terapan di bidang medis, pertanian, peternakan, dan akuakultur. Mengacu pada dinamika yang berkembang dalam pemanfaatan ilmu hayati di masa pandemi, dan perkembangan keilmuan yang teramat pesat, dapat dipertimbangkan perancangan ulang sistem pendidikan ilmu hayati yang kelak dapat dijabarkan dalam bentuk kurikulum dan rencana pembelajaran untuk berbagai model dan tingkat pendidikan. Langkah strategis terkait perumusan sistem pendidikan ilmu hayati dapat diklasifikasikan dalam proses *refocusing*, *reinventing* dan *redesign*. Dimana diharapkan sistem pembelajaran ilmu hayati yang dirumuskan dapat mengakomodir berbagai tuntutan perkembangan zaman, khususnya pasca Pandemi, yang sangat volatil dan dinamis.

**Kata kunci:** bioinformatika, gene editing, pandemi, redesign, refocusing, reinventing, vaksin

## PENDAHULUAN

Pandemi yang mulai melanda Indonesia sejak kasus pertama resmi diumumkan pada 2 Maret 2020 telah membawa banyak perubahan dalam berbagai aspek kehidupan. Untuk mengatasi berbagai keterbatasan dalam pengelolaan pandemi yang disebabkan oleh patogen Sars CoV-2 yang penularannya bersifat *airborne* dibutuhkan beberapa strategi dengan genre multi level dan interdisipliner. Proses testing, tracing, dan treatment yang dikedepankan Pemerintah membutuhkan teknologi yang tepat, berserta ketersediaan dan rantai pasoknya. Demikian pula amat diperlukan kemandirian dalam proses produksi dikarenakan kebutuhan yang terjadi bersifat global sehingga terjadi kelangkaan terhadap alat test, obat, reagen, sampai vaksin.

Inisiatif inovatif dalam pengembangan obat, alat test, dan vaksin terjadi di hampir semua negara di dunia. Sebagai contoh dalam rangka mencari vaksin yang paling efektif

dengan indikator nilai sensitivitas dan spesifisitas terhadap antigen virus, yang diharapkan dapat membantu proses pengenalan, pembentukan memori, perikatan, dan mengaktivasi sistem imun spesifik seperti *Antibody Dependent Cell Cytotoxicity*, dilakukan berbagai terobosan termasuk melalui proses *reverse engineering*. Sebagai contoh, teknologi vaksin mRNA adalah hasil invensi peneliti Drew Weissman dan Katalin Kariko yang karena pandemi langsung digunakan oleh Moderna dan Pfizer untuk membuat vaksin Covid-19 yang efektif dan memiliki nilai proteksi tinggi. (Yu Ting, 2021). Tak hanya itu saja, berbagai inovasi dalam hal pengujian atau diagnostika, alat kesehatan, dan juga sediaan obat, gencar dilakukan sebagai bagian dari upaya mencari solusi paling optimal yang dapat dilakukan.

Pandemi telah mengajarkan banyak hal tentang pengembangan sistem riset terapan, kajian biosains seperti virologi dan mikrobiologi, yang beririsan dengan disiplin ilmu lain seperti epidemiologi, kedokteran klinik, dan sistem pengambilan keputusan atau kebijakan publik. Berangkat dari kondisi tersebut, pengembangan sistem pendidikan biologi atau ilmu hayati tampaknya perlu dilakukan agar dapat bersifat adaptif, berdayaguna tinggi, dan dapat menjadi dasar proses pencarian solusi secara saintifik. Tak kalah pentingnya adalah merancang kurikulum pendidikan ilmu hayati yang dapat mengakomodir dinamika perubahan dengan tetap mengedepankan bioetika dan *biosafety*, serta dapat mengembangkan *conformity assessment* mengingat akan banyak laboratorium berteknologi tinggi dengan genre fungsi campuran yang memerlukan standarisasi, akreditasi, dan kalibrasi untuk alat dan teknologi yang diinstalasi di dalamnya.

## **KAJIAN TERKAIT INOVASI BIOSAINS DI MASA PANDEMI**

Pandemi yang dipantik patogen berupa virus Sars CoV-2 telah memberikan dampak multidimensi yang terjadi secara global dan menghadirkan sebuah tatanan baru atau konstelasi sistem yang merupakan hasil transformasi adaptif dari peradaban yang mengalami perubahan. Tingginya tingkat virulensi dan mortalitas dari virus yang memiliki mekanisme penularan secara airborne ini telah mendorong inisiatif inovatif dalam platform kolaboratif yang menghasilkan akselerasi dalam pengembangan berbagai teknologi yang berdayaguna dalam proses tatalaksana pengelolaan pandemi yang terjadi.

Berbagai metoda diagnostik dikembangkan dari *platform* eksisting yang telah banyak digunakan seperti pemeriksaan RT-PCR. Sejalan dengan itu berkembang pula berbagai penerapan teknologi *avant garde* seperti *Surface Plasmon Resonance* dan identifikasi *volatile organic compound* melalui hidung elektronik (e-Nose) sebagai metoda diagnostik alternatif. Tentu tak hanya riset dan pengembangan sistem di ranah diagnostik saja yang berkembang pesat selama masa pandemi, teknologi di ranah preventif dan kuratif pun terus dikembangkan secara simultan secara multisenter dengan dukungan konektivitas yang dapat terjadi karena adanya infrastuktur teknologi informasi yang memadai.

Desain obat dan vaksin terakselerasi dengan sangat luar biasa. Semua genre vaksin, mulai dari yang berjenis inactivated virus sampai vaksin berteknologi hayati garda depan seperti vaksin protein sub unit, mRNA, dan dendritik juga dikembangkan dalam tempo yang relatif sangat singkat. Jejaring kolaborasi yang dipantik tekanan kondisi dan situasi

yang membutuhkan kerjasama lintas sektoral bahkan lintas negara telah melahirkan model-model kerjasama baru dan integrasi berbagai disiplin ilmu dalam se bentuk orkestrasi sinergi.

Integrasi lintas disiplin antara lain maujud dalam penerapan kecerdasan artifisial dalam konteks epidemiologi seperti prediksi ledakan kasus, pemetaan daerah rawan, sampai dengan analisis citra medik terpandu. Selain itu tentu saja penerapan kecerdasan artifisial telah memberi sumbangsih secara bermakna pada pengembangan riset obat, vaksin, dan identifikasi potensi khasiat bahan alam yang berbasis bioinformatika. Penelusuran dan pengujian secara *in silico* mendapat catudaya simulasi yang sangat luar biasa dari penerepaan kecerdasan artifisial yang dapat membantu pengenalan pola dan mengkaji hubungan sebab akibat secara regresi linier dan non linier.

Berdasar kajian di atas tampak adanya persegesanan (shifting) pola riset dan bentuk kerjasama yang melahirkan berbagai media akselerator riset yang bersifat adaptif dan fleksibel terhadap tuntutan situasi dan kondisi, dalam hal ini kejadian pandemi.

## **KAJIAN KASUS DAN PENGALAMAN BERBASIS DATA**

Pengalaman tergabung dalam Task Force Riset dan Inovasi Teknologi untuk Covid-19 di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi RI yang bertransformasi menjadi Badan Riset dan Inovasi Nasional, telah memberikan banyak pengayaan terhadap wawasan penerapan teknologi biomedis dan bioteknologi untuk mengantisipasi dinamika berbagai kondisi di masa depan.

### **Pengembangan Metoda dan Alat Diagnostik**

Metoda diagnostik dan alat tes yang cepat dan akurat adalah salah satu elemen kunci dalam pengendalian wabah yang disepakati secara epidemiologi akan mengedepankan prinsip dasar 3 T: *testing, tracing,* dan *treatment* atau dalam bahasa Indonesia baku: tes atau uji, telusuri, dan terapi.

- a. Pengembangan rapid test antigen dengan metoda *lateral flow* berprinsip *chromatographic immunoassay* , dimana target antigen untuk menjadi pemandu anti bodi melakukan perikatan diambil dari basis data protein virus Sars CoV-2 yang terdiri dari 16 non struktural protein dan 4 struktural protein, yang terdiri atas protein spike (S), envelope (E), membrane (M), dan nucleocapsid (N) (Cui J dkk, 2019).
- b. Pengembangan kit RT-PCR mBioCoV-19 dengan desain primer yang saat ini menyasar gen Helicase dan RdRP pada virus Sars CoV-2 ( Wan Y dkk, 2020).
- c. Pengembangan *Mobile Laboratory Biosafety Level-2+* dengan building automation system, sensor keamanan, dan instrumen laboratorium lengkap mulai dari ekstraktor RNA sampai unit thermal cycler. (Lubis TA dkk, 2021)
- d. Pengembangan sistem diagnostik citra medis dan sistem analisis resiko berbasis kecerdasan artifisial dengan menggunakan *machine learning* untuk membantu penegakan diagnosa dari citra foto *thorax* pasien *suspect* Covid, dan menggunakan *Knowledge Growing System* atau KGS untuk menganalisis faktor kerentanan dan resiko di tingkat populasi.

- e. Pengembangan metoda diagnostik virus berbasis prinsip *Surface Plasmon Resonance*. Dimana secara definisi *Surface Plasmon Resonance* adalah metoda uji sampel biologis dengan menggunakan sensor optik yang memanfaatkan gelombang plasmon permukaan untuk mengamati interaksi antara permukaan logam (emas, perak) dan material dielektrik atau antar biomolekul sebagai medium sensing.
- f. Pengumpulan data genom patogen dengan menggunakan metoda *Whole Genome Sequencing* yang disupport oleh teknologi Illumina. Data yang didapat adalah referensi penting dalam proses perancangan vaksin, obat, dan alat diagnostik yang tepat.
- g. Pengembangan Sistem Informasi Zoonosis dan *New Emerging Disease*, yaitu peta epidemiologi yang menggambarkan berbagai faktor yang berkontribusi terhadap potensi berkembangnya suatu penyakit dengan vektor hewan dan penyakit yang dipengaruhi kondisi lingkungan. Konsep dasar sistem informasi ini adalah prinsip *One Health Policy*.
- h. Pengembangan kit uji titer antibodi *Receptor Binding Domain* (RBD) dengan metoda semi kuantitatif berbasis *lateral flow immunoassay* (LFIA) yang dibutuhkan untuk menilai efektifitas vaksinasi dan *booster*; serta data paparan virus pada kelompok masyarakat tertentu (Riza H, 2021).
- i. Pengembangan alat kesehatan untuk kondisi kedaruratan saluran nafas, *emergency ventilator* yang amat dibutuhkan sabagai alat bantu penunjang kehidupan, terutama di saat awal pandemi.
- j. Pengembangan *Direct Digital Radiography* sebagai alat bantu diagnostik berbasis citra yang dapat bersifat *mobile* dan dapat diintegrasikan dengan sistem analisa berbasis kecerdasan artifisial.
- k. Memfasilitasi edukasi terkait penggunaan teknologi plasma dingin (Zeta Green Undip) sebagai sterilisator ruangan.
- l. Pengembangan proses pengujian efektivitas sistem Bus *Biosmart* karya Undip dan Karoseri Laksana dengan menerapkan uji tantang mikroba dan evaluasi sistem sirkulasi udara melalui uji asap.
- m. Perancangan desain rumah sakit kereta api (Railway Hospital) dengan pendekatan *biological safety* dan menerapkan implementasi teknik biomedik secara terintegrasi.
- n. Penyiapan dataset mikroba untuk proses analisis berbasis sistem kecerdasan artifisial yang ditujukan untuk mencari berbagai potensi farmaseutikal dari sediaan yang dikumpulkan dari berbagai pelosok Nusantara. dataset yang bersumber dari 2900 lebih data koleksi tanaman obat Indonesia yang telah dikoleksi BPPT. Dataset ini telah dilengkapi dengan data kandungan senyawa fitokimia, struktur 2D (dua dimensi) dan struktur 3D (tiga dimensi), data SMILE, data hasil molecular docking atau data energi ikatan yang diperoleh dari penambatan molekul terhadap target reseptor antivirus Sars CoV-2, serta data fisikokimia dari masing masing senyawa tersebut. Dataset ini merupakan dataset *Artificial Intelligence* yang selanjutnya dapat menjadi data input untuk algoritma *machine learning* dan model aplikasi untuk membuat prediksi potensi senyawa dari tanaman obat untuk indikasi antivirus.

## BELAJAR DARI PANDEMI

Pandemi dan pengelolaannya serta dinamika yang terjadi di dalamnya membuka wawasan kita tentang perlunya pendekatan baru yang bersifat kolaboratif-integratif dalam mengonstruksi solusi yang komprehensif. Keterbatasan pada kapasitas laboratorium dan sumber daya, alat kesehatan, serta belum tersedianya vaksin dan obat di tahap-tahap awal Pandemi, mengingatkan kita akan arti pentingnya konsep *national health security*. Dimana ketahanan kesehatan berhubungan dengan kemandirian penguasaan teknologi berbasis riset dan ketersediaan sumberdaya yang dapat dioptimalkan utilitasnya saat dibutuhkan. Selain itu diperlukan model komunikasi lintas disiplin yang dapat mengintegrasikan berbagai kapasitas akademik sehingga menjadi perancah bagi terbangunnya platform kerjasama riset terapan lintas disiplin. Tidak hanya di ranah riset saja sebenarnya, melainkan juga di platform sistem pengambilan keputusan dalam pengelolaan Pandemi yang semestinya bersifat lintas sektoral dan dapat mengoptimasi segenap sumber daya yang tersedia.

Belajar dari kondisi Pandemi tersebut, pendekatan yang secara objektif dapat memberikan hasil terukur serta sesuai dengan sasaran adalah dengan menginisiasi sebuah ekosistem riset dan inovasi teknologi terpadu. Dimana peta jalan dan design thinking beralgoritma menuju solusi terintegrasi menjadi pandu dalam merancang berbagai kegiatan riset dan *reverse engineering* dalam rangka mengakselerasi terciptanya solusi dan alih teknologi. Peran *Sandbox* dan *Regulatory Sandbox* menjadi krusial, karena dapat menjadi tempat pengujian kelaikan dan compliance dari suatu produk inovasi secara cepat dengan tetap taat atas dan mengedepankan objektivitas penilaian sesuai dengan regulasi dan standar global yang menjadi acuan. *Sandboxing* beberapa produk inovasi unggulan adalah keniscayaan yang diperlukan agar pemenuhan kebutuhan yang sangat tinggi akan produk inovasi dapat terpenuhi dengan tetap mengedepankan aspek kelayakan, keamanan, dan keselamatan pengguna produk.

## PERKEMBANGAN RUMPUN ILMU HAYATI DI MASA DEPAN

Belajar dari pandemi dan berbagai upaya dalam mengelolanya, terlihat bahwa integrasi keilmuan adalah suatu keniscayaan di masa depan. Begitu pula tuntutan riil seiring dengan dinamika yang berkembang akan menempatkan ilmu hayati sebagai garda depan peradaban. Pasca Pandemi, patogen dan wabah akan menjadi pusat perhatian. Demikian juga upaya akuisisi pengetahuan baru dalam pengembangan vaksin dan obat akan memantik eksplorasi berkelanjutan di bidang bioteknologi dan teknik biomedik.

*Shifting* yang terjadi di ranah ilmu hayati banyak dipengaruhi oleh perkembangan di berbagai disiplin ilmu yang merupakan bagian dari elemen dalam ekosistem riset yang terintegrasi. Mulai dari peran komputasi dalam konteks bioinformatika sampai ilmu material dalam menunjang berbagai riset dalam ranah hayati adalah suatu keniscayaan yang bahkan sudah terjadi di saat pandemi. Khusus di bidang bioteknologi dan ilmu biomedik kegiatan seperti pemetaan secara menyeluruh dari genom serta pendekatan *multiomics* yang menyediakan berbagai level data yang sangat penting dalam merancang biomarker, genome editing, genetic modification, sampai desain struktur obat presisi akan dapat dilakukan dan akan mendorong terjadinya triple

shifting dalam jedawaktu singkat. Dimulai dari perubahan paradigma dalam orientasi pelayanan kesehatan berdasar simptom atau gejala yang bersifat generik, ke pendekatan berbasis riset translasional.

Pendekatan *translational medicine* mengedepankan pembuktian ilmiah dari berbagai hasil riset biologis dalam membangun suatu model penyakit. Data molekular didapatkan dari pemeriksaan multiomics dan dapat menghasilkan *molecular biomarkers* dan endotipe penyakit. Sedangkan pada shifting berikutnya ranah kajian sudah memasuki permodelan data terintegrasi yang meliputi hasil pemetaan genomik. Sementara secara paralel dalam ranah agrikultur dan mikrobiologi terdapat perkembangan yang sangat signifikan pasca penemuan teknik identifikasi DNA oleh trio Watson-Crick-Franklin.

Tentu perjalanan dalam mengeksplorasi berbagai aspek genetika makhluk hidup sudah dimulai jauh sebelum itu. Sudah sejak era Antonie Van Leeuwenhoek, Louis Pasteur, Edward Jenner, Gregor Mendel, Walther Flemming, dan berbagai terobosan di setiap tahapannya menghantarkan ilmu genetika berkembang sejauh ini. Tetapi memang milestone terjadi saat struktur DNA dapat dipetakan dan mekanisme gene editing melalui mekanisme gunting molekular CRISPR Cas9 ditemukan oleh Charpentier dan Doudna pada 2020. (Ledford & Callaway, 2020).

Pemetaan mikroba berbasis profil genetika telah membuka wawasan baru dan lahirnya konsep *holobiont*. Hubungan simbiotik antar makhluk hidup termasuk manusia mulai memasuki ranah baru dan peran interaksi serta distribusi fungsi membawa pemahaman baru tentang konsep hidup dan kehidupan. Saat ini dikenal definisi dan klasifikasi mikrobioma dan holobion mulai dari probiotik, prebiotik, sinbiotik, postbiotik, nutribiotik, dan farmabiotik. Keseluruhan konsep tersebut menghadirkan konsep baru metagenomik. Seiring dengan berkembangnya pendekatan epigenetik dan nutrigenomik. Kemampuan dan kapasitas pemetaan gen melalui WGS dan NGS telah membawa banyak terobosan pada profiling genetik yang secara multi aspek juga memberi dampak signifikan pada berbagai pendekatan, termasuk di ranah genealogi dan paleoantropologi.

Penelitian asal-usul dengan haplotip maternal dan identifikasi haplogrup telah dapat menelusuri asal-usul genetika suatu populasi. Juga profil gen yang bertanggungjawab pada proses metabolisme dan sistem imunitas manusia. Maka pendekatan dalam ranah biomedik kesehatan bergeser menjadi precision medicine seperti yang telah digagas *Digital Transformation Office* atau DTO Kemenkes.

## **USULAN PENGEMBANGAN PENDIDIKAN RUMPUN ILMU HAYATI DI MASA DEPAN**

### ***Refocusing***

Pendekatan program pendidikan terintegrasi saat ini menjadi keniscayaan yang tercipta karena adanya dukungan teknologi, khususnya terkait dengan konektivitas dan pengelolaan data. Sebagaimana jamaknya pendidikan ilmu-ilmu dasar dari tingkat dasar sampai pascasarjana adalah bagian fundamental dari konstruksi ilmu pengetahuan yang bermuara pada lahirnya teori yang menjadi acuan atau referensi dan teknologi terapan

yang berdayaguna bagi masyarakat, lingkungan, dan berperan dalam membangun peradaban. Sebagai contoh pendekatan pangan fungsional, penataan kawasan berdasarkan biodiversitas, interaksi, dan keseimbangan fungsi dalam ekoregion, sampai penemuan metoda pengobatan presisi serta mekanisme prevensi dengan melakukan intervensi secara genetika adalah contoh nyata ilmu yang telah menjadi katalis perubahan.

Model pembelajaran berorientasi pada siswa, berbasis masalah, terintegrasi, mengakuisisi kondisi komunitas, sejak dini diperkenalkan pada konsep lintas disiplin yang bermanfaat dalam memberikan kemampuan mengembangkan berbagai inovasi, serta terstruktur sesuai dengan tahapan perkembangan secara psikologis. Untuk itu refocusing pendidikan ilmu hayati dapat diawali dengan perumusan tujuan pendidikan dengan mengacu kepada pendekatan lintas disiplin yang dapat mengakomodir model OBE (*outcome based education*) dan *integrated learning* yang berorientasi pada peningkatan atau amplifikasi kebermanfaatan rumpun ilmu dalam konsep teoritik dan terapan. Untuk itu dapat dipertimbangkan untuk diterapkannya pemahaman tentang *design thinking* pada peserta didik di pendidikan ilmu hayati, yang bertujuan untuk membuka wawasan berpikir terkait pendekatan integratif lintas disiplin yang berorientasi pada solusi. (Riza, et al., 2021).

Secara fundamental *design thinking* terdiri dari 3 elemen utama yaitu: *inspiration*, *ideation*, dan *implementation*. Inspirasi untuk mengembangkan kurikulum bisa didapatkan dari mengikuti perkembangan lintas disiplin antara lain melalui riset-riset kolaboratif, selain menambah wawasan kepustakaan. Belajar dari situasi pandemi yang membutuhkan pendekatan lintas disiplin untuk mengakselerasi pengembangan produk inovasi sebagai bagian dari solusi, maka wajar jika program pendidikan ilmu hayati di masa depan dapat mengakomodir tuntutan kebutuhan riil dan memasukkan berbagai topik pembelajaran dan riset yang bermuara pada pendekatan lintas disiplin.

Untuk menilai keberhasilan program pendidikan dengan genre akomodatif kolaboratif tersebut dapat diterapkan pendekatan *Design Research Science* dengan elemen artefak, model, dan proses penerapannya. Dimana artefak yang didapatkan dapat menjadi tolok ukur objektif dalam menilai keberhasilan suatu program saat dijalankan atau diterapkan.

### ***Reinventing***

Menemukan kembali esensi dari ilmu hayati yang telah mengalami dinamika perubahan dari era organisme tunggal sampai ke era genomik.

### ***Redesign***

Perlu pengembangan secara sistematis dalam mengintegrasikan irisan antar sub disiplin ilmu hayati seperti biologi molekuler, ekologi, neurobiologi, sampai biomaterial. Irisan sub disiplin akan beririsan dengan pendekatan lintas disiplin. Pendekatan seperti *neuromorphic engineering* atau *computing* adalah contoh nyata mimicking sistem elektronik yang mengacu kepada fungsionalitas jejaring biologis. Untuk itu diperlukan suatu pendekatan kurikulum yang memberi ruang untuk membangun platform integrasi antar disiplin yang dapat berjalan secara multi level.

Model pembelajaran *inquiry* dan kooperatif yang disintesakan dengan pendekatan

*project based* diharapkan akan dapat mengakomodir kebutuhan dalam pengintegrasian konten lintas disiplin, problem solving, dan melatih ketrampilan laboratorik berbasis kebutuhan riset, sehingga dapat menghasilkan peserta didik yang memiliki kemampuan komprehensif.

Konsep *cloud laboratory* dan kelas virtual diharapkan dapat menjadi implementasi proses *redesign* sistem dan model pembelajaran ilmu hayati di masa depan. Silabus dan RPS lintas disiplin membutuhkan ruang kelas virtual yang bersifat independen dengan mengakomodir filosofi *flexible learning arrangement*, dimana peserta didik dan narasumber, mentor, ataupun perseptor dapat berasal dari mana saja (*the freedom of learning*).

## KESIMPULAN

Pelajaran penting dari pandemi adalah terbukanya fakta perlunya pendekatan lintas disiplin dalam suatu ekosistem riset kolaboratif yang dapat mengkatalisa akselerasi proses invensi solusi. Baik itu yang bersifat penemuan baru ataupun produk substitusi dengan nilai tambah tertentu. Untuk itu diperlukan wawasan keilmuan baru yang idealnya didukung oleh sistem dan model pendidikan yang bersifat akomodatif dan adaptif terhadap dinamika perubahan yang menjadi tuntutan jaman. Perlu diperhatikan juga bahwa tantangan di masa yang akan datang akan banyak bersumber dari aspek hayati, dan tentu saja hanya dapat diselesaikan dengan pendekatan ilmu hayati yang juga tepat. Persoalan pandemi sedikit banyak diakibatkan oleh gangguan keseimbangan ekosistem seiring dengan masifnya alih guna dan fungsi peruntukan yang mendorong terjadinya perubahan karakter patogen, vektor, dan mekanik transmisinya. Belum lagi perubahan gaya hidup dan masalah pasokan kebutuhan pangan yang akan memerlukan pendekatan intensifikasi dan ekstensifikasi yang pada gilirannya akan membutuhkan penerapan ilmu hayati, mulai dari bioteknologi sampai ke bioetika. Untuk itu tentu diperlukan sistem pendidikan ilmu hayati yang mumpuni dan dapat berkontribusi optimal dalam upaya penyelesaian masalah kemanusiaan dan kesemestaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ding, Q. et al., (2013), *A TALEN genome-editing system for generating human stem cell-based disease models*, Cell Stem Cell 12, 238–251.
- Cui, J., F. Li, Z.-L. Shi, (2019), Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. Nat. Rev. Microbiol. 17, 181–192.
- Lubis TA dkk., (2021), *Rancang Bangun dan Rekayasa Mobile Laboratory Biosafety Level (BSL) 2.*, BPPT Prees, Indonesia.
- Ledford H., and Callaway E., (2020), *Pioneers of revolutionary CRISPR gene editing win chemistry Nobel*, Nature.
- Marraffini, L.A., and E.J. Sontheimer., (2010), *CR ISPR interference: RNA-directed adaptive immunity in bacteria and archaea*, Nature Rev. Genet, 11: 181–190.
- Riza H dkk., (2021), *Inovasi Teknologi Melawan COVID-19*, Tempo, Indonesia.
- Wan, Y., J. Shang, R. Graham, R. S. Baric, F. Li, (2020), *Receptor recognition by the novel coronavirus from Wuhan: An analysis based on decade-long structural studies of SARS coronavirus*. J. Virol. 94, e00127-20.
- Yu. Ting (2021), How Scientists (MED’87, GRS’87) and Developed the Revolutionary

mRNA Technology inside COVID Vaccines, Bostonia. US.

Zhang Y.Z. and E. C. Holmes, (2020), *A genomic perspective on the origin and emergence of SARS-CoV-2*. Cell 181, 223–227.

# TEKNOLOGI PEMBELAJARAN BIOLOGI DI ERA POST PANDEMI COVID 19

S Alimah

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: siti\_alimah@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Tuntutan pembelajaran abad 21 di era post pandemi menuntut pendidik mampu berinovasi dalam mendesain, mengembangkan, mengevaluasi, mengelola dan memanfaatkan sumber belajar guna efektivitas pembelajaran biologi. Migrasinya pembelajaran biologi di era daring saat pandemi ke era pertemuan tatap muka saat post pandemi dapat diusahakan dengan memanfaatkan IPTEK, salah satunya adalah teknologi bidang pembelajaran biologi. Teknologi pembelajaran biologi memiliki prinsip memudahkan pendidik melakukan interaksi di kelas melalui pembelajaran blended atau hybrid. Tujuan artikel ini adalah untuk menganalisis kontribusi dan efektivitas teknologi dalam pembelajaran biologi. Metode yang digunakan adalah systematic literature review artikel hasil penelitian bidang pembelajaran biologi dalam ranah sumber belajar. Sumber belajar mencakup komponen pesan, orang, bahan, alat, teknik, dan lingkungan. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain, pengembangan, evaluasi, pengelolaan, dan pemanfaatan teknologi pembelajaran ranah sumber belajar biologi mampu berkontribusi dan efektif untuk mencapai tuntutan pembelajaran abad 21.

**Kata kunci:** pembelajaran abad 21, teknologi pembelajaran, sumber belajar biologi, era post pandemic covid 19

## PENDAHULUAN

Pandemi COVID 19, meregulasi tatanan pendidikan, utamanya pada proses pembelajaran biologi di jenjang pendidikan formal. Dinamika perubahan pendidikan biologi yang terjadi di tingkat dasar, menengah, dan perguruan tinggi, menuntut pendidik biologi (guru dan dosen) untuk melakukan gerakan perubahan sistem pembelajaran biologi. Inovasi diversifikasi sumber belajar biologi berbantuan teknologi pembelajaran perlu digerakkan sesuai dengan situasi dan kondisi yang tepat.

Teknologi pembelajaran merupakan serangkaian teori dan praktik tentang desain, pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan, dan evaluasi proses dan sumber untuk belajar secara efektif dan efisien. Proses yang dimaksud dalam hal ini adalah serangkaian aktivitas yang melibatkan unsur input, proses, dan output dalam satu sistem pembelajaran di kelas biologi. Pendekatan, strategi, metode, model, teknik dan taktik pembelajaran merupakan rangkaian komponen yang berada dalam kawasan proses pembelajaran. Sumber belajar merupakan segala sesuatu yang mendukung keterlaksanaan proses pembelajaran. Sumber belajar difungsikan untuk memberi kemudahan peserta didik belajar dengan tujuan efektivitas dan efisiensi pembelajaran karena belajar dapat terjadi dimana saja, kapan saja, dan dengan apa saja tanpa batas ruang dan waktu.

Sumber belajar dikelompokkan dalam dua jenis yakni *by design* dan *by utilization*. Sumber belajar *by design* adalah segala sesuatu yang sengaja dirancang untuk memudahkan peserta didik belajar. Contohnya Lembar Kerja Siswa (LKS), diktat, modul, dan lain-

lain. Sumber belajar *by utilization* adalah segala sesuatu yang dirancang tidak untuk pembelajaran, tetapi dapat digunakan peserta didik untuk belajar. Contoh sumber belajar *by utilization* adalah pasar, supermarket, kebun binatang, suaka marga satwa, cagar alam dan lain-lain.

Sumber belajar terdiri enam komponen utama antara lain pesan, orang, bahan, alat, teknik, dan lingkungan yang disingkat dengan POBATEL. Pesan sering disebut sebagai materi ajar. Pesan adalah informasi yang perlu diterima peserta didik. Orang meliputi guru, dosen, petani, nelayan, hakim dan lain sebagainya. Bahan meliputi modul, diktat, *handout*, brosur dan lain sebagainya, Alat dimaknai sebagai segala sesuatu yang dapat menyampaikan pesan/informasi. Alat seringkali dimaknai sebagai media. Media yang mengandung pesan disebut dengan media pembelajaran. Teknik merupakan cara bagaimana pesan disampaikan di kelas. Teknik pembelajaran meliputi pendekatan, strategi, model, metode, teknik, dan taktik yang digunakan dalam proses pembelajaran. Lingkungan merupakan *setting* tempat belajar. Lingkungan sebagai sumber belajar meliputi lingkungan *indoor* (ruang kelas, dan laboratorium) dan lingkungan *outdoor* (lingkungan sekitar tanpa sekat).

Teknologi pembelajaran digagas untuk memberikan kemudahan peserta didik belajar. Teknologi pembelajaran menggagas bahwa belajar dapat terjadi dimana saja, kapan saja dan dengan siapa saja sehingga pembelajaran dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Dengan demikian pendidik perlu selalu berinovasi pada kawasan teknologi pembelajaran. Inovasi dapat dilakukan melalui teori dan praktik pada kawasan desain, pengembangan, pengelolaan, pemanfaatan, dan evaluasi proses dan sumber belajar peserta didik. Sumber belajar merupakan hal pokok yang dapat diinovasi oleh pendidik di era post pandemi covid 19. Inovasi sumber belajar perlu memperhatikan karakteristik peserta didik, materi ajar, sarana prasarana, dan tujuan pembelajaran yang diorientasikan pada pencapaian tuntutan pembelajaran abad 21.

Era masa depan dalam kerangka pembelajaran abad 21 di Indonesia menuntut pendidik tidak hanya berperan dalam membagi ilmu pengetahuan kepada peserta didik, namun lebih kearah bagaimana memfasilitasi mereka untuk memiliki kemampuan problem solving dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan tersebut dapat dimiliki peserta didik, jika dalam proses belajarnya mereka dilatihkan dan dibiasakan dalam berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, cinta tanah air, dan berkarakter baik. Kemampuan-kemampuan tersebut perlu digali dari potensi diri mereka, dilatihkan dan dibiasakan hingga tumbuh menjadi karakter dalam diri peserta didik. Latihan dan pembiasaan dapat dilakukan melalui proses pembelajaran, terkhusus pada pembelajaran biologi.

Pembelajaran biologi memiliki objek belajar alam dan lingkungan, sehingga untuk menguasainya peserta didik perlu langsung berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Lingkungan sekitar merupakan laboratorium alam tanpa batas yang kaya dengan permasalahan. Lingkungan alam perlu digali dan dikritisi peserta didik saat belajar. Pendidik perlu mendesain, mengembangkan, mengelola, memanfaatkan, dan mengevaluasi lingkungan sekitar melalui teknologi pembelajaran sesuai dengan era yang berlaku saat ini yakni era post pandemi covid 19 untuk efektivitas proses pembelajaran.

Pembelajaran biologi di era pandemi covid 19 menuntut pendidik untuk melakukan

proses Belajar Dari Rumah (BDR). BDR dapat direalisasikan melalui Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ). PJJ dapat terjadi secara daring dan luring. PJJ daring (dalam jaringan) dapat memanfaatkan teknologi berupa aplikasi telekonferen seperti aplikasi zoom, google meet, webex dan lain-lain. PJJ luring (luar jaringan) dapat dilakukan dengan media televisi, radio, surat kabar, dan lain-lain). Era post pandemi covid 19 menuntut pendidik untuk kembali dapat mengkombinasikan cara mengajar di kelas (Pertemuan Tatap Muka/PTM) dengan PJJ baik secara blended ataupun hybrid learning.

Berdasarkan uraian, maka perlu dilakukan studi literatur secara sistematis inovasi sumber belajar biologi pada kawasan teknologi pembelajaran dalam kaitannya dengan efektifitas pembelajaran biologi. Memetakan hasil inovasi pendidik-pendidik biologi dalam dalam kontribusinya untuk efektifitas dan efisiensi proses pembelajaran biologi selama pandemi covid 19. Pemetaan hasil inovasi pendidik-pendidik biologi dapat digunakan secara terintegrasi dengan proses pembelajaran biologi di era post pandemi covid 19.

## **METODOLOGI**

Metode yang digunakan dalam studi literatur adalah metode literatur review secara sistematis. Literatur dibatasi pada perkembangan teknologi pembelajaran biologi dalam menggali, melatih, dan membiasakan keterampilan masa depan (berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, cinta tanah air, dan berkarakter baik).

Langkah-langkah yang dilakukan antara lain: 1) mencari literatur yang relevan, 2) memilih sumber spesifik, 3) melakukan identifikasi, 4) membuat kerangka, dan 5) menulis artikel.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil studi topik inovasi sumber belajar biologi berkontribusi pada diversifikasi sumber belajar yang memberi kemudahan peserta didik belajar untuk efektifitas proses pembelajaran. Ragam hasil inovasi sumber belajar dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses pembelajaran biologi di era post pandemi covid 19.

Era post pandemi covid 19, meregulasi tatanan pembelajaran biologi yang sebelumnya dilakukan secara PJJ menjadi PTM. PJJ memberikan ruang terbatas untuk mengakses *output* dan *outcome* pembelajaran biologi, utamanya pada keterampilan dan sikap ilmiah peserta didik. Proses peralihan PJJ ke PTM memberikan keleluasaan pendidik biologi untuk berinovasi melalui teknologi pembelajaran dengan tetap PJJ dan PTM. Blended learning menyatukan PJJ dengan PTM. Hybrid learning mengkombinasikan PJJ dengan PTM. Keduanya memiliki karakteristik yang berbeda. Namun demikian keduanya merupakan cara yang efektif untuk diterapkan di saat atau post pandemi covid 19. *Blended* maupun *hybrid learning* merupakan pilihan paling diminati pendidik untuk metode pembelajaran di era post covid 19 (Ashour, 2021; Bashir, 2021; Guppy, 2022; Ortiz, 2022).

*Blended* ataupun *hybrid learning* dapat diintegrasikan dengan temuan-temuan inovasi sumber belajar sebelum dan selama pandemi covid 19. Inovasi sumber belajar

pada komponen pesan, alat, bahan, teknik, dan lingkungan untuk belajar biologi dapat diterapkan dengan cara blended ataupun hybrid learning. Sumber belajar biologi dalam bentuk pesan dapat diinovasi melalui serangkaian penelitian dengan menerapkan metode ilmiah. Laporan hasil penelitian ilmu biologi dapat dikemas dalam ragam bentuk penyajian bahan ajar sebagai sumber belajar peserta didik.

Ragam penyajian hasil riset biologi dapat dikemas dalam berbagai bentuk penyajian sumber belajar. Bahan ajar yang ditulis berdasarkan penelitian biologi bersifat sebagai suplemen belajar. Suplemen tersebut bertujuan untuk memperkaya wawasan biologi sesuai topik yang dipelajari oleh peserta didik. Satu suplemen bahan ajar dalam bentuk apapun dapat digunakan untuk belajar biologi lebih dari satu tujuan pembelajaran. Ensiklopedia tumbuhan di Gunung Tidar sebagai sumber belajar plantae (Murwati et al., 2021), buklet serangga di Cagar Alam Ulo Lanang (Khalimah et al., 2019), majalah It Fly Va lalat buat di Agro Cepoko Kecamatan Gunungpati Semarang (Meiningsih et al., 2019), dan monograf keanekaragaman tumbuhan mangrove di Tapak Tugurejo ((Oktavia et al., 2020) dapat digunakan untuk belajar biologi.

Ragam bentuk penyajian bahan ajar hasil penelitian biologi disesuaikan dengan kreativitas penulis laporan. Alternatif ragam bentuk penyajian dapat berupa modul ajar, handout, pamflet, leaflet, brosur, poster, e-katalog, dan lain-lain. Hasil penelitian dapat dianalisis apakah temuannya relevan untuk belajar biologi dalam menuntaskan tujuan belajar tertentu. Satu bentuk bahan ajar yang dihasilkan dari proses penelitian bersifat memberikan pengayaan untuk pengembangan ilmu biologi peserta didik selama proses pembelajaran biologi, baik secara blended maupun hybrid learning.

Ragam bahan ajar yang diinovasikan oleh pendidik perlu dikemas dalam bentuk cetak, non cetak, atau elektronik untuk efektifitas proses pembelajaran biologi. e-LKPD dengan model PBL mampu meningkatkan kemampuan analisis dan menyajikan data materi jaringan tumbuhan (Rahmawati & Alimah, 2022). Modul perubahan lingkungan terintegrasi STEAM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Retnowati et al., 2021). Modul pencemaran lingkungan berbasis STEM mampu meningkatkan kemampuan literasi peserta didik (Prasetyo et al., 2021). Bahan ajar biologi dalam bentuk cetak, non cetak, dan elektronik dapat diintegrasikan dengan cara pembelajaran blended maupun hybrid.

*Blended* dan *hybrid learning* dapat diintegrasikan dengan memanfaatkan ragam sumber belajar yang tepat dan dikemas secara tepat oleh pendidik. Perencanaannya yang baik dapat mengefektifkan proses pembelajaran biologi. Desain pembelajaran dengan fasilitas ragam sumber belajar yang tepat dengan cara blended maupun hybrid memerlukan kemampuan teknologi, pedagogi, dan konten biologi yang baik dari seorang pendidik. Blended dan hybrid learning mampu meningkatkan kemampuan pedagogi dan teknologi pendidik (Saichaie, 2020). Pembelajaran secara blended dan hybrid learning berdampak positif dan efektif untuk pembelajaran di era pandemi atau post pandemi covid 19 (Saichaie, 2020; Lapitan, 2021). MOOC (Massive Open Online Course) dengan blended learning memudahkan pendidik memvisualkan struktur desain, menghubungkan antara elemen desain, melakukan refleksi desain, dan mengambil keputusan dalam desain pembelajaran

(Albó, 2020).

Blended learning memiliki karakteristik menyatukan pembelajaran PTM dengan PJJ. Model flipped classroom merupakan salah satu jenis blended learning. Model flipped classroom efektif untuk melatih kemampuan abad 21. Model flipped classroom mampu meningkatkan kemampuan komunikasi peserta didik secara lisan maupun tulisan (Oktasari, 2019). Kombinasi PjBL-Flipped classroom mampu memfasilitasi peserta didik aktif dalam proses pembelajaran dan mampu berpikir kritis untuk menghasilkan produk yang kreatif (Chua, 2021). Aktivitas belajar dengan blended learning menyebabkan peserta didik mampu menghadapi tantangan belajar yang lebih tinggi dari biasanya saat membangun kebiasaan belajar selama pandemi covid-19. Kecerdasan emosional berperan penting dalam membantu mereka mengembangkan kebiasaan belajar mereka ke efek yang lebih baik (Iqbal, 2022).

Model flipped classroom meliputi tiga tahapan. Tahap pertama berlangsung sebelum kelas, tahap kedua terjadi saat kelas, dan tahap ketiga terjadi setelah kelas. Tahapan dalam model flipped classroom memiliki tujuan yang berbeda. Tahap pertama, peserta didik mempersiapkan diri untuk berpartisipasi saat kelas melalui stimulus yang diberikan oleh peserta didik. Tahap kedua, saat kelas peserta didik berpartisipasi aktif menerapkan konsep-konsep kunci materi dan pendidik memberikan balikan atas performa peserta didik. Tahap ketiga, peserta didik menguji pemahaman mereka atas stimulus yang diberikan pendidik. Blended learning dengan model flipped classroom menunjukkan hasil yang lebih baik dan efektif dibanding dengan pembelajaran yang didesain dengan full online (Santos, 2021).

Selain blended learning, era post pandemi covid 19 juga memberikan alternatif pilihan kepada pendidik untuk menggunakan hybrid learning. Hybrid learning memberikan kesempatan yang seluas-luasnya kepada pendidik untuk dapat berinovasi dalam teknik pembelajaran biologi. Pendidik dapat berinovasi dalam sumber belajar komponen teknik. Inovasi teknik pembelajaran biologi dapat meliputi pendekatan, strategi, metode, model, teknik, dan taktik pembelajaran biologi. Inovasi terhadap hal tersebut perlu memperhatikan karakteristik materi, peserta didik, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Model Experiential Jelajah Alam Sekitar (EJAS) efektif untuk mengembangkan kemampuan profesional calon pendidik biologi (Alimah, Susilo and Amin, 2016). Strategi bioedutainment efektif untuk belajar biologi dengan pendekatan Jelajah Alam Sekitar (Alimah & Marianti, 2016). Hybrid-PjBL berpengaruh signifikan terhadap pencapaian hasil belajar dan keterampilan berpikir kreatif (Rahardjanto, 2019). Hybrid virtual classroom fleksibel untuk pembelajaran (Raes, 2020).

Hybrid learning memiliki karakteristik mengkombinasikan PTM dengan PJJ. Peserta didik diberikan keleluasaan untuk menentukan cara belajar mereka. Apakah mereka ingin belajar secara online ataukah secara tatap muka di kelas (*face to face*). Peserta didik yang memilih belajar secara online atau *face to face* mengalami belajar materi yang sama dan dalam waktu yang sama hanya tempat belajar yang berbeda. Hybrid learning memiliki prinsip utama yang perlu diperhatikan saat digunakan di kelas untuk proses pembelajaran (Pischetola, 2022), Prinsip tersebut antara lain pendidik : 1) fokus pada berbagai aktivitas atau aktifitas situasional di kelas. 2) menjadi jembatan penghubung antara teori belajar

dengan praktik pembelajaran di kelas; dan 2) memperhatikan penting bagi peserta didik lebih baik mendapatkan pengetahuan dengan cara praktek daripada hanya mendapatkan transfer pengetahuan dari pendidik, 3) menciptakan imajinasi dalam mengajar di kelas, dan 4) siap menghadapi dinamika perubahan pembelajaran di kelas.

## KESIMPULAN

Teknologi pembelajaran biologi berperan penting untuk memfasilitasi pendidik dalam inovasi sumber belajar biologi di era post pandemi covid 19. Sumber belajar meliputi pesan, orang, bahan, alat, teknik, dan lingkungan. Inovasi sumber belajar biologi yang didesain oleh pendidik dapat diintegrasikan dalam blended maupun hybrid learning sesuai dengan karakternya masing-masing. Blended dan hybrid learning merupakan cara pembelajaran yang efektif untuk proses pembelajaran biologi di era post pandemi covid 19.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albó, L. (2020). Conceptualising a visual representation model for MOOC-based blended learning design. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(4), 1–26. doi: 10.14742/ajet.5178.
- Alimah, S. and Marianti, A. (2016). Bioedutainment: The Strategy of Biology Learning Based on The Natural Exploration Siti Alimah, Aditya Marianti. *International Conference on Mathematics, Science, and Education*, 2016(Icmse).
- Alimah, S., Susilo, H. and Amin, M. (2016). Natural environment exploration approach: The case study in department of biology, universitas negeri Semarang. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(12), 5710–5717.
- Ashour, S. (2021). Post-pandemic Higher Education: Perspectives from University Leaders and Educational Experts in the United Arab Emirates. *Higher Education for the Future*, 8(2), 219–238. doi: 10.1177/23476311211007261.
- Bashir, A. (2021). Post-COVID-19 Adaptations; the Shifts Towards Online Learning, Hybrid Course Delivery and the Implications for Biosciences Courses in the Higher Education Setting. *Frontiers in Education*, 6. doi: 10.3389/educ.2021.711619.
- Chua, K. J. (2021). The hybrid Project-Based Learning–Flipped Classroom: A design project module redesigned to foster learning and engagement. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 49(4), 289–315. doi: 10.1177/0306419019838335.
- Guppy, N. (2022). The post-COVID-19 future of digital learning in higher education: Views from educators, students, and other professionals in six countries. *British Journal of Educational Technology*. doi: 10.1111/bjet.13212.
- Iqbal, J. (2022). The Impacts of Emotional Intelligence on Students' Study Habits in Blended Learning Environments: The Mediating Role of Cognitive Engagement during COVID-19. *Behavioral Sciences*, 12(1). doi: 10.3390/BS12010014.
- Khalimah, S., Subekti, N. and Alimah, S. (2019). Studi Eksplorasi Keanekaragaman Serangga Di Cagar Alam Sebagai Sumber Belajar Materi Keanekaragaman Hayati. *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*, pp. 304–314. doi: 10.26877/bioma.v8i1.4687.
- Lapitan, L. D. (2021.) An effective blended online teaching and learning strategy during the COVID-19 pandemic. *Education for Chemical Engineers*, 35, 116–131. doi: 10.1016/j.ece.2021.01.012.
- Meiningsih, D., Alimah, S. & Anggraito, Y. (2019). Majalah It-Fly Va: Alternatif Pilihan Sumber Belajar Biologi. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 9(1), 10–20. doi: 10.21580/phen.2019.9.1.3528.
- Murwati, A., Alimah, S. & Yuniastuti, A. (2021). Encyclopedia of plants on Mount Tidar Magelang as a plantae learning source: Expert and user review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(5). doi: 10.1088/1742-6596/1918/5/052092.

- Oktasari, D. (2019). 3d page-flipped worksheet on impulse-momentum to develop students' scientific communication skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 211–219. doi: 10.15294/jpii.v8i2.15737.
- Oktavia, R., Iswari, R. S. & Alimah, S. (2020). A Research Based o f Supplementary Book as Students ' Learning Resource on Mangrove Ecosystem Materials. *Journal of Innovative Science Education*, 9(1), 77–85.
- Ortiz, F. G. P. (2022). Post-Pandemic Re-Adaptation And The Use of ICTS: Perceptions of Studens From Guayaquil University. *Universidad y Sociedad*, 14(2), 8–19.
- Pischetola, M. (2022). Teaching Novice Teachers to Enhance Learning in the Hybrid University. *Postdigital Science and Education*, 4(1), 70–92. doi: 10.1007/s42438-021-00257-1.
- Prasetyo, D., Marianti, A. & Alimah, S. (2021). Improvement of Students' Science Literacy Skills Using STEM-Based E-Modules. *Journal of Innovative Science Education*, 10(2), 216–221. Available at: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>.
- Raes, A. (2020). Learning and instruction in the hybrid virtual classroom: An investigation of students' engagement and the effect of quizzes. *Computers and Education*, 143. doi: 10.1016/j.compedu.2019.103682.
- Rahardjanto, A. (2019). Hybrid-PjBL: Learning outcomes, creative thinking skills, and learning motivation of preservice teacher. *International Journal of Instruction*, 12(2), 179–192. doi: 10.29333/iji.2019.12212a.
- Rahmawati, W. and Alimah, S. (2022). E-LKPD Based on Problem Solving as Innovative Teaching Materials to Improve The Ability to Analyze and Data Presentation on Plant Tissue. 11(1), 31–39.
- Retnowati, L., Sugianto, S. and Alimah, S. (2021). The Development of Integrated Biology-Entrepreneurship Learning Design Based STEAM. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 124–129. doi: 10.15294/jise.v9i3.40833.
- Saichaie, K. (2020) Blended, Flipped, and Hybrid Learning: Definitions, Developments, and Directions. *New Directions for Teaching and Learning*, 2020(164), 95–104. doi: 10.1002/tl.20428.
- Santos, S. S. (2021) Blended teaching through flipped classroom in higher education. *Revista de Educacion*, 2021(391), 119–142. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2021-391-473.(



# EKOLOGI

# POTENSI WISATA WADUK PANGLIMA BESAR SOEDIRMAN KABUPATEN BANJARNEGARA

G Manggara<sup>1</sup>, LK Sari<sup>1</sup>, S Rukayah<sup>2</sup>, W Lestari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Jenderal Soedirman

<sup>2</sup>Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman

Email: gelarmanggara@gmail.com

siti.rukayah@unsoed.ac.id

## ABSTRAK

Waduk Panglima Besar Soedirman adalah waduk yang berada di Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah yang memiliki potensi sebagai destinasi wisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daya tarik objek wisata kawasan Waduk Panglima Besar Soedirman. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung, wawancara, studi pustaka dan studi dokumen. Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan dua metode yaitu analisis kuantitatif deskriptif dan metode penilaian kelayakan ekowisata dengan kriteria penilaian menurut Pedoman Analisis Daerah Operasi Objek dan Daya Tarik Wisata Alam (ADO-ODTWA) dirjen PHKA tahun 2003 sesuai dengan nilai yang telah ditentukan untuk masing – masing kriteria. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di kawasan waduk memiliki potensi objek wisata berupa tempat olahraga, perikanan meliputi perikanan tangkap dan perikanan budidaya serta keindahan panorama alam seperti hamparan air yang luas dikelilingi perbukitan. Memiliki keragaman jenis ikan meliputi betutu (*Oxyeleotris marmorata*), louhan (*Amphilophus trimaculatus*), nila Gift (*Oreochromis niloticus*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), nilem (*Osteochilus hasselti*), dan gabus (*Channa striatus*) yang hidup di waduk Kawasan tersebut layak untuk dikembangkan sebagai salah satu objek wisata karena memiliki nilai lebih dari 66,6% yaitu dengan indeks kelayakan rata-rata presentase kelayakan 79%.

**Kata kunci :** Potensi ekowisata, Waduk Panglima Besar Soedirman

## PENDAHULUAN

Waduk Panglima Besar Soedirman atau Waduk Mrica terletak di sebelah barat Kota Banjarnegara, tepatnya di Kecamatan Bawang dan Kecamatan Wanadadi. Waduk dibangun dan diresmikan oleh Presiden RI ke – 2 Bapak Soeharto pada tahun 1989. Waduk Panglima Besar Soedirman berfungsi menampung DAS Serayu yang bermanfaat sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang menyuplai listrik Jawa dan Bali. Waduk ini juga mempunyai manfaat sebagai sumber air untuk irigasi persawahan disekitar waduk, perikanan sistem karamba jaring apung, serta obyek wisata.

Keindahan alam waduk dapat dimanfaatkan secara optimal adalah dengan mengembangkan pariwisata dengan konsep ekowisata. Ekowisata adalah sebuah konsep untuk mengembangkan destinasi wisata alam yang berada di daerah yang masih alami atau daerah yang dikelola secara alami yang mempunyai tujuan untuk menikmati keindahan alam serta melibatkan unsur pendidikan dan dukungan terhadap usaha konservasi serta dapat meningkatkan pendapatan masyarakat setempat (Suprayitno, 2008).

Pengembangan pariwisata alam adalah kegiatan memanfaatkan wilayah melalui kegiatan pembangunan untuk pariwisata alam yang meliputi pengelolaan pemanfaatan lahan sesuai dengan asas pemanfaatan ruang dengan mengakomodasi semua kepentingan secara

terpadu, berdaya guna, berhasil guna, serasi, seimbang, dan berkelanjutan (Departemen Kehutanan, 2007).

Kegiatan ekowisata sangat berpotensi dikembangkan pada kawasan perairan umum seperti waduk yang memiliki keunikan baik dari keindahan pemandangan maupun keanekaragaman hayatinya. Aktivitas pariwisata saat ini di kawasan lindung cenderung meningkat bersamaan dengan peningkatan kesadaran tentang konservasi alam (Pickering dan Hill, 2007). Peningkatan wisata ini sejalan dengan adanya peningkatan ketertarikan masyarakat untuk beraktivitas di alam bebas antara lain berupa jalan santai di alam bebas, memancing, bersepeda mengelilingi kawasan Waduk Panglima Besar Soedirman. Secara keseluruhan kegiatan ini dilakukan untuk menikmati keindahan alam pada daerah pengembangan ekowisata.

Pengembangan ekowisata di dalam kawasan alam seperti waduk dapat menjamin keutuhan dan kelestarian ekosistem yang berada didalamnya, hal ini sesuai dengan salah satu prinsip ekowisata yaitu mengurangi dampak negatif berupa kerusakan atau pencemaran lingkungan dan budaya lokal akibat kegiatan wisata (Damanik *et al.*, 2006).

Penilaian dan analisis kelayakan potensi obyek dan daya tarik wisata alam yang ada di Kawasan Wisata Waduk Panglima Besar Soedirman yang diperoleh nantinya dapat dijadikan sebagai saran serta masukan untuk pihak pengelola pariwisata serta pemerintah yang terkait dengan rencana pengembangan ekowisata di kawasan Wisata Waduk Panglima Besar Soedirman.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode pengambilan data antara lain metode survei yaitu pengumpulan data yang dilakukan melalui metode observasi langsung di kawasan Waduk Panglima Besar Soedirman. Objek yang dianggap berpotensi dan memiliki daya tarik akan dicatat dan diambil koordinatnya menggunakan GPS (*global positioning system*) dan wawancara terstruktur dengan responden yaitu para wisatawan yang berkunjung pada kawasan Waduk Panglima Besar Soedirman dengan menggunakan kuesioner sehingga pertanyaan akan lebih terfokus. Jenis pertanyaan yang digunakan adalah wawancara terstruktur, serta menggunakan metode kepustakaan yaitu pengumpulan data dapat dilakukan dengan memperoleh data dengan cara membaca literatur, laporan, karya ilmiah, dan hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian.

### **Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu :

1. Analisis kuantitatif deskriptif yaitu metode analisis yang bertujuan untuk memberikan gambaran serta menjelaskan potensi objek ekowisata dalam kawasan melalui hasil yang diperoleh dalam penelitian. Menurut Kusmayadi dan Sugiarto (2000) Analisis kuantitatif adalah data yang menggunakan alat bantu statistik sehingga memudahkan penafsiran data mentah yang diperoleh. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner yang dibagikan kepada responden.

2. Metode Penilaian Kelayakan Ekowisata dengan kriteria Penilaian menurut Pedoman Analisis Daerah Operasi Objek dan Daya Tarik Wisata Alam (ADO-ODTWA) Dirjen PHKA tahun 2003 sesuai dengan nilai yang telah ditentukan untuk masing – masing kriteria.
3. Perhitungan untuk masing – masing kriteria tersebut menggunakan tabulasi yang mana nilai yang diperoleh dari hasil penilaian responden dan peneliti yang nilai bobotnya berpedoman pada pedoman penilaian ODTWA PHKA tahun 2003. Pemberian bobot pada setiap kriteria menurut pedoman ADO-ODTWA Dirjen PHKA 2003 sudah tercantum pada pedoman. Kriteria daya tarik bernilai 6 karena merupakan faktor utama seseorang melakukan kegiatan wisata. Aksesibilitas bernilai 5 karena merupakan faktor penting yang mendukung wisatawan untuk melakukan kegiatan wisata. Akomodasi dan sarana/prasarana bernilai 3 karena hanya faktor penunjang dalam kegiatan wisata. Jumlah nilai untuk satu kriteria penilaian ODTWA dapat dihitung dengan rumus:

$$S = N \times B$$

Keterangan :

S = skor/nilai suatu kriteria

N = jumlah nilai unsur-unsur pada kriteria

B = bobot nilai

Tingkat Kelayakan setiap kriteria diketahui melalui perhitungan sederhana dengan rumus:

Indeks Kelayakan suatu kawasan wisata adalah sebagai berikut (Ndondo, 2019) :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor } e}{\text{Skore Maksimal}} \times 100 \%$$

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Tingkat kelayakan > 66,6%          | : Layak dikembangkan       |
| 2. Tingkat Kelayakan 33,33 % – 66,6 % | : Belum layak dikembangkan |
| 3. Tingkat Kelayakan <33,33 %         | : Tidak layak dikembangkan |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan langsung di lokasi dengan melakukan survey lokasi langsung, dapat ditemui potensi perikanan yang berada di kawasan Waduk PB Soedirman di bagi menjadi dua yaitu perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Perikanan tangkap yaitu kegiatan untuk menangkap atau mengumpulkan ikan di perairan umum yang dapat dilakukan oleh wisatawan menggunakan alat tangkap berupa jala, pancing, maupun bubu. Perikanan tangkap juga dapat dikembangkan untuk wisatawan yang berminat untuk mengambil ikan yang terdapat di waduk sehingga wisatawan dapat merasakan sensasi untuk menjadi nelayan. Menurut Sasongko (2021) kelimpahan ikan di setiap Lokasi sampling kemungkinan disebabkan oleh perubahan cuaca seperti curah hujan yang

berbeda di bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus. Perbedaan kualitas air akibat perubahan cuaca pada bulan Juni dan Juli menyebabkan hasil tangkapan ikan menurun. Sedangkan untuk perikanan budidaya di kawasan Waduk PB Soedirman menggunakan karamba jaring apung (KJA) yang dapat menjadi tujuan tempat kuliner waduk serta dapat diperjualbelikan di sekitaran waduk. Jenis – jenis ikan yang terdapat di kawasan Waduk PB Soedirman antara lain: Ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*), louhan (*Amphilophus trimaculatus*), nila gift (*Oreochromis niloticus*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), nilem (*Osteochilus hasselti*), dan gabus (*Channa striatus*).

Kawasan Waduk PB Soedirman sebelah Selatan adalah tempat yang cocok untuk melakukan olahraga. Karena pada lokasi tersebut terdapat tanggul yang menjulang dari barat hingga ke timur yang beraspal dan sangat rimbun sehingga wisatawan dapat bersepeda maupun *jogging* di lokasi tersebut dengan nyaman. Tetapi kondisi aspal yang kurang diperhatikan membuat jalan di kawasan tanggul selatan sedikit berlubang. Dengan adanya jalan yang sedikit berlubang menurunkan minat wisatawan untuk melakukan olahraga di lokasi tersebut.

Selain di kawasan tanggul sisi selatan terdapat juga lapangan golf di bagian sisi barat Waduk PB Soedirman. Golf merupakan salah satu olahraga yang dapat dilakukan di tempat – tempat tertentu. Keberadaan lapangan golf memberikan manfaat jasa lingkungan yang bisa dirasakan bukan hanya oleh pengelola dan pemain golf saja tetapi juga oleh masyarakat luas, baik pada tingkat lokal, regional, bahkan global.

Panorama alam Kawasan Waduk PB Soedirman sangat indah karena terdapat perpaduan antara hamparan air yang luas dengan perbukitan disekitarnya. Jika memasuki kawasan Waduk PB Soedirman, maka wisatawan akan disambut dengan bunyi kicauan burung yang terdapat di sekitaran waduk. Nuansa alam seperti angin yang berhembus membuat suasana semakin santai untuk menikmati panorama alamnya

## **Penilaian Objek dan Daya Tarik Wisata**

Komponen yang dinilai dari kawasan Waduk PB Soedirman adalah daya tarik lokasi wisata tersebut, aksesibilitas untuk bisa mencapai lokasi kawasan, akomodasi yang ada di sekitar lokasi wisata dan juga sarana dan prasarana penunjang yang mendukung perkembangan lokasi wisata

### **Daya Tarik**

Daya tarik suatu kawasan merupakan hal utama yang menjadikan kawasan tersebut menarik minat wisatawan untuk berkunjung dan melakukan kegiatan wisata. Kawasan Waduk PB Soedirman mempunyai potensi daya tarik yang cukup kuat untuk menarik minat wisatawan berkunjung Kawasan Waduk PB Soedirman.

**Tabel 1. Hasil Penilaian Daya Tarik Wisata Waduk PB Soedirman Banjarnegara**

No	Unsur/Sub Unsur	Bobot	Nilai	Skor total
1	Keunikan SDA	6	30	180
2	SDA Menonjol	6	30	180
3	Kegiatan yang dilakukan	6	25	150
4	Kebersihan	6	20	120
5	Keamanan	6	25	150
6	Kenyaman	6	25	150
Skor Total			155	930

Keterangan = \*Hasil kali antara bobot dengan nilai  
Sumber: Data Primer 2022

Hasil penilaian dari Tabel 1. Dapat dilihat bahwa skor total yang diperoleh adalah 930, skor ini diperoleh dari hasil kali antara bobot dengan nilai dari setiap sub unsur dan kemudian di totalkan seluruhnya, dimana pada kriteria keunikan sumber daya alam memperoleh nilai 30 karena dalam kawasan terdapat lima unsur yaitu terdapat hasil olahan ikan waduk yang menjadi makanan khas, terdapat hamparan air yang luas, tumbuhan dan hewan yang beragam disekitaran waduk serta dikelilingi oleh perbukitan. Pada kriteria banyaknya sumber daya alam yang menonjol diperoleh nilai 30 karena dalam kawasan terdapat lima unsur juga yang masuk dalam penilaian yaitu arus air Sungai Serayu yang selalu terdapat air, flora dan fauna sekitar waduk, jajanan khas daerah wanadadi dan bawang serta keindahan alam sekitar waduk yang masih asri. Selanjutnya pada penilaian kegiatan wisata yang dapat dilakukan ada empat unsur yang masuk dalam penilaian yaitu menikmati keindahan alam, *outbound*, memancing, berjalan – jalan, serta melakukan kegiatan olah raga sehingga nilai yang diperoleh adalah 25. Penilaian kebersihan lokasi objek wisata ada tiga unsur yang masuk dalam penilaian yaitu bersih dari sampah industri, tidak ada sampah berserakan, tidak ada coret-coret dan pencemaran lainya sehingga nilai yang diperoleh adalah 20. Kemudian pada penilaian kewanaman kawasan ada lima unsur yang masuk dalam penilaian yaitu potensi bencana yang minim, tidak adanya aktifitas *illegal fishing*, Kriminalitas rendah serta adanya rambu – rambu keselamatan/ petunjuk jalur evakuasi. 25 dan yang terakhir pada penilaian kenyamanan kawasan terdapat empat unsur yang dinilai yaitu udara yang bersih dan sejuk, bebas dari kebisingan, lalu lintas yang aman serta keramahan penduduk sehingga diperoleh nilai 25.

### **Aksesibilitas**

Perjalanan menuju kawasan Waduk PB Soedirman dapat ditempuh dalam waktu ± 20 menit dari pusat kota Banjarnegara. Jika menggunakan angkutan umum pengunjung dapat menggunakan angkutan umum yang melewati Kecamatan Bawang dengan rute Banjarnegara – Purbalingga dengan ongkos sebesar Rp. 5.000,00. Jarak dari terminal

Bawang sampai kedalam pintu masuk Waduk PB Soedirman  $\pm$  2.200 m yang bisa ditempuh dengan menggunakan ojek terminal dengan ongkos Rp. 5.000,00. Tipe jalan menuju kawasan Waduk PB Soedirman adalah tipe jalan aspal dengan lebar 2,3 m. Penilaian terhadap aksesibilitas menuju kawasan Waduk PB Soedirman dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Penilaian Aksesibilitas Wisata Waduk PB Soedirman Banjarnegara**

No	Unsur/Sub Unsur	Bobot	Nilai	Skor total
1	Kondisi Jalan	5	20	100
2	Penujuk Jalan	5	25	125
3	Akses	5	20	100
4	Jarak dari Kota	5	20	100
Skor Total			85	425

Keterangan =\* Hasil kali antara bobot dengan nilai  
 Sumber: Data Primer 2022

Hasil penilaian aksesibilitas pada Tabel 2, menunjukkan bahwa skor total yang diperoleh adalah 425 nilai tersebut diperoleh dari penilaian dari setiap sub unsur yaitu pada penilaian kondisi jalan menuju kawasan Wisata Waduk PB. Soedirman menunjukkan kondisi jalan yang cukup sehingga nilai yang diperoleh 20, dengan terdapat penunjuk jalan yang terdapat disekitaran kawasan wisata maka diperoleh nilai 25 dan ditambah lagi dengan lokasinya yang tidak terlalu jauh dan dekat dengan pusat kota yaitu berjarak  $\pm$  13 km dari pusat kota sehingga nilai yang diperoleh 20, serta dari pusat kota menuju kawasan Waduk PB. Soedirman hanya memerlukan waktu tempuh 20 menit sehingga nilai yang diperoleh 20. Keadaan tersebut menggambarkan keadaan lokasi wisata yang cukup mudah untuk diakses. Hal ini sesuai dengan pernyataan MacKinnon *et al.* Dalam Ginting *et al* (2013) yang menyatakan bahwa dua diantara beberapa faktor yang membuat suatu kawasan menarik bagi pengunjung adalah letaknya yang dekat, cukup dekat atau jauh dengan bandar udara internasional atau pusat wisata utama atau pusat kota dan juga perjalanan ke kawasan tersebut apakah mudah dan nyaman, perlu sedikit usaha, sulit atau berbahaya. Salah satu kondisi yang kurang mendukung untuk aksesibilitas ini adalah sekitar waduk yang masih harus dibenahi supaya pengunjung semakin nyaman untuk menuju kawasan Waduk PB. Soedirman.

### **Sarana dan Prasarana**

Sarana dan prasana adalah salah satu faktor penunjang daya tarik yang penting di dalam ekowisata, karena berpengaruh pada perkembangan suatu objek wisata. Penilaian terhadap sarana dan prasarana penunjang pada kawasan Waduk PB. Soedirman sebagai salah satu daerah tujuan wisata dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Penilaian Aksesibilitas Wisata Waduk PB Soedirman Banjarnegara**

No	Unsur/Sub Unsur	Bobot	Nilai	Skor total
1	Sarana	3	40	120
2	Prasarana	3	40	120
<b>Skor Total</b>			<b>80</b>	<b>240</b>

Keterangan =\* Hasil kali antara bobot dengan nilai  
 Sumber: Data Primer 2022

Hasil penilaian pada Tabel 3 diperoleh skor total yaitu 240, hasil ini diperoleh dari penilaian sarana dan prasarana penunjang yang terlihat sekitar kawasan Waduk PB. Soedirman dalam radius 5 km dari objek wisata dapat ditemukan Prasarana penunjang seperti Parkir yang luas, Sinyal yang memadai, dan Angkutan umum yang menuju lokasi wisata sehingga mendapatkan nilai 40. Sedangkan untuk sarana penunjang juga memadai karena terdapat Restoran/ rumah makan, tempat ibadah, serta tempat pembuangan sampah sehingga nilai yang didapatkan yaitu 40. Sarana dan prasarana di sekitar kawasan Waduk PB. Soedirman cenderung memadai karena terletak tidak jauh dari pusat kota namun tidak hanya sarana dan prasarana sekitar kawasan waduk yang diperhatikan tetapi pemerintah juga harus menyoroti fasilitas dalam kawasan yang bisa dikatakan masih sangat memikat daya tarik wisatawan untuk mengunjungi Waduk PB. Soedirman.

#### **Analisis Kelayakan Objek dan Daya Tarik Ekowisata Kawasan Waduk PB Soedirman**

Penelitian yang telah dilakukan adalah dengan melakukan observasi langsung dalam kawasan Waduk PB. Soedirman, Kecamatan Bawang dan Wanadadi Kabupaten Banjarnegara untuk mengetahui potensinya, dengan menilai beberapa kriteria yaitu daya tarik, aksesibilitas, serta sarana dan prasarana penunjang yang dapat mendukung perkembangan lokasi ekowisata. Hasil penilaian yang telah diperoleh dianalisis serta dinilai apakah kawasan Waduk PB. Soedirman layak, kurang layak atau tidak layak untuk dikembangkan sebagai pariwisata berbasis ekowisata. Hasil penilaian terhadap kriteria di kawasan Waduk PB. Soedirman dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Penilaian objek dan daya tarik wisata Waduk PB. Soedirman**

No	Kriteria	Bobot	Nilai	Skor	Skor Maks	Indeks (%)	Keterangan
1	Daya Tarik	6	155	930	1080	86	Layak
2	Aksesibilitas	5	85	425	600	71	Layak
3	Sarana dan Prasarana	3	80	240	300	80v	Layak
<b>Tingkat Kelayakan</b>						<b>79</b>	<b>Layak dikembangkan</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa wisata Waduk PB. Soedirman layak dikembangkan sebagai salah satu objek daerah tujuan wisata dengan rata-rata persentase kelayakan 79%. Untuk kriteria daya tarik kawasan ini memiliki daya tarik yang cukup tinggi dengan nilai persentase 86%, aksesibilitas 71 %, dan sarana prasarana dengan nilai 80%. Hal ini menunjukkan bahwa daya tarik wisata Waduk PB. Soedirman tersebut berpotensi dan layak untuk dikembangkan.

Hasil penilaian pada wisata Waduk PB. Soedirman menunjukkan betapa besar peluang kawasan tersebut untuk dikembangkan. Besarnya daya tarik potensi yang dimiliki kawasan tersebut serta kemudahan akses untuk menuju kawasan tersebut juga serta dilengkapi sarana dan prasarana penunjang yang memadai disekitar kawasan membuat kawasan tersebut sangat nyaman dan strategis untuk dikembangkan. Karena kawasan wisata Waduk PB. Soedirman layak untuk dikembangkan menjadi daerah tujuan wisata, maka pengembangan kawasan tersebut harus mulai difikirkan oleh pemerintah karena jika dikelola dengan baik maka kawasan tersebut dapat menghasilkan nilai rupiah dan mmenambah pendapatan daerah serta membuka lapangan pekerjaan untuk masyarakat sekitar kawasan Waduk PB. Soedirman. Oleh karena itu sebaiknya pemerintah dan masyarakat mulai mengembangkan Wisata Waduk PB. Soedirman karena dapat menghasilkan nilai ekonomi bagi pemerintah dan masyarakat.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Kawasan Wisata Waduk PB. Soedirman Kabupaten Banjarnegara menyimpan potensi objek ekowisata yang dapat dikembangkan lagi seperti potensi perikanan meliputi perikanan tangkap dan perikanan budidaya, potensi area olahraga, serta potensi panorama alam.
2. Berdasarkan hasil penilaian menunjukkan bahwa kawasan Waduk PB Soedirman layak dikembangkan sebagai objek wisata berbasis ekowisata karena tingkat kelayakan yang dinyatakan berdasarkan kriteria kelayakan setiap kelas menunjukkan indeks kelayakan yang tinggi yaitu daya tarik 86 %, aksesibilitas 71 %, dan sarana prasarana 80%. Sehingga mendapat rata – rata tingkat kelayakan 79 %.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Damanik, Janianton dan Weber, Helmut F. 2006. *Perencanaan Ekowisata*. Yogyakarta : PUSBAR UGM & ANDI YOGYAKARTA
- Departemen Kehutanan. 2007. Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 2007 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, serta Pemanfaatan Hutan. Jakarta: Departemen Kehutanan RI. Fandeli, 2002)
- Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam (Dit. PHKA). (2003). Pedoman Analisis Daerah Operasi Obyek dan Daya Tarik Wisata Alam. Bogor (ID) : Direktorat Wisata Alam dan Pemanfaatan Jasa Lingkungan.
- Ginting Irena A., Pindi P., Rahmawaty. 2013. Penilaian dan Pengembangan Potensi Objek dan Daya Tarik Wisata Alam di Taman Wisata Alam (TWA) Sibolangit. *Peronema Forestry Science Journal*. 2(1): 74 – 81.

- Kusmayadi dan Endar Sugiarto. 2000. Metodologi Penelitian dalam Bidang Kepariwisata. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Ndondo, M. 2019. *Identifikasi Daya Tarik Objek Wisata Kawasan 17 Pulau Riung Kecamatan Riung Kabupaten Ngada Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Universitas Muhammadiyah Makassar. 45 hal.
- Pickering, Catherine Marina; Hill, Wendy. 2007. *Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia*. Journal of Environmental Management **85**: 791-800.
- Sasongko, A. N. 2021. *Potensi Ekonomi Sumberdaya Perikanan Waduk PB Soedirman*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 51 hal
- Suprayitno, 2008. *Teknik Pemanfaatan Jasa Lingkungan dan Wisata Alam*. Bahan Bacaan. Pusat Diklat Kehutanan. Bogor.

## PENINGKATAN HIGIENIS SANITASI CAFÉ PUCUKE KENDAL DALAM Mendukung PANGAN SEHAT

NKT Martuti<sup>1\*</sup>, SR Rahayu<sup>2</sup>, Margunani<sup>3</sup>, R Wulandari<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

<sup>2</sup> Jurusan IKM, FIK, Universitas Negeri Semarang

<sup>3</sup> Jurusan Pendidikan Ekonomi, FE, Universitas Negeri Semarang

<sup>4</sup> PT. Indonesia Power Semarang PGU Semarang

\*Email: nanakariada@mail.unnes.ac.id

### ABSTRAK

Café Pucuke Kendal yang merupakan mitra kegiatan pengabdian, merupakan salah satu café yang berada di lereng Gunung Ungaran, berada di Desa Ngesrebalong Kabupaten Kendal. Kondisi café yang masih sederhana, belum memperhatikan betul higienis sanitasi beserta makanan dan minuman yang disajikan. Adanya keterbatasan dana, pengetahuan terkait higienis sanitasi produk, sehingga pengelola café belum bisa memenuhi higienis sanitasi. Oleh karena itu dengan keterbatasan pengelola café, mereka membutuhkan adanya tambahan pengetahuan, keterampilan serta fasilitasi tentang higienis sanitasi café. Untuk memperbaiki kondisi Café tersebut, tim pengabdian LPPM Universitas Negeri Semarang bersama-sama dengan PT. Indonesia Power Semarang PGU telah melakukan perbaikan kondisi café, beserta penguatan manajemen pengelola café. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan dengan beberapa metode pendekatan yang meliputi kegiatan berbasis kelompok, komprehensif dan berbasis potensi local. Adapun aktivitas yang dilakukan Tim Pengabdian terdiri dari: (1) memberikan pengetahuan dan ketrampilan pengelola café tentang materi higienis sanitasi lingkungan produksi café; (2) perbaikan lingkungan dengan memberikan fasilitasi sarpras café yang memenuhi standard higienis sanitasi dan lebih indah dilihat; (3) penguatan manajemen dan pembukuan bagi pengelola café Pucuke Kendal. Adanya kegiatan pengabdian tersebut telah memberikan manfaat bagi mitra pengabdian, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk café, baik higienis sanitasi maupun manajemen café.

**Kata kunci:** café, higienis, sanitasi

### PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu jenis minuman seduh yang sudah dikenal sejak zaman dulu, yang saat ini sudah menjadi gaya hidup bagi masyarakat baik kaum muda maupun tua. Semakin banyaknya penggemar kopu menjadikan banyak dan mudah menemui kafe-kafe yang menjadi tempat *nongkrong* kaum muda, dengan menu andalan *berbagai rasa kopi*. Café kopi saat ini seperti berlomba untuk menawarkan cita rasa kopi beserta tambahan makanan pelengkap ngopi. Sebagaimana disampaikan (Soesilowati et al, 2017). Cafe ialah salah satu jenis tempat makan dan minum, yang pada mulanya hanya menyediakan tempat untuk minum kopi dan teh secara cepat, tetapi karena perkembangan dan kebutuhan pelanggan sehingga ditambah dengan menikmati makanan kecil dan minuman non-alcohol seperti soft drink dengan pelayanan yang santai.

Karena perlu penyajian yang cepat, sehingga makanan dan minuman yang dijual di cafe berpotensi menyebabkan penyakit bila tidak dikelola dan ditangani dengan baik. Pengolahan makanan di kafe tidak lepas dari peran tenaga pengolah makanan yang selalu berhubungan dengan dapur sebagai tempat pengolahan makanan. Pengolahan makanan yang tepat akan mencegah terjadinya kontaminasi makanan atau penularan penyakit melalui makanan maupun minuman, sehingga untuk menghindari terjadinya keracunan makanan serta penularan penyakit melalui makanan, maka kebersihan dari makanan dan penjamah makanan harus diperhatikan (Martuti et al, 2018).

Oleh karena itu dalam pengelolaan café sangat diperlukan adanya higienis dan sanitasi. Hygiene merupakan suatu upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan individu, yakni dengan melakukan cuci tangan sebelum makan dan sesudah makan menggunakan sabun (Martuti et al, 2019). Sanitasi merupakan salah satu usaha untuk mengawasi faktor-faktor yang berasal dari lingkungan fisik yang akan berpengaruh kepada manusia, terutama hal-hal yang dapat memberikan efek merusak perkembangan fisik, kesehatan dan kelangsungan hidup, dan hygiene adalah usaha yang dilakukan untuk memelihara, melindungi untuk meningkatkan kesehatan badan baik itu untuk umum maupun perseorangan (King, 2012). Hygiene sanitasi makanan minuman yang baik perlu ditunjang oleh kondisi lingkungan dan sarana sanitasi yang baik pula. Sarana tersebut antara lain: (1) tersedianya air bersih yang mencukupi, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, (2) pembuangan air limbah yang tertata dengan baik agar tidak menjadi sumber pencemar, (3) tempat pembuangan sampah yang terbuat dari bahan kedap air, mudah dibersihkan, dan mempunyai tutup (Yulia, 2016).

Café Pucuke Kendal, merupakan salah satu café yang berada di lereng Gunung Ungaran, berada di Desa Ngesrebalong, yang dalam kegiatan ini selanjutnya dijadikan sebagai mitra pengabdian. Desa yang berada di Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal, tersebut merupakan salah satu penghasil kopi yang dikenal dengan kualitas mutu yang cukup bagus. Pada tahun 2019 tercatat luas lahan perkebunan kopi di Desa Ngesrebalong ± 68 hektar dengan rata-rata produksi 3-5 kg per pohon. Dengan produksi kopi yang ada di wilayahnya, kelompok karang taruna setempat berinisiatif mendirikan café pada lahan milik penduduk seluas 2000 m<sup>2</sup>. Café Pucuke Kendal menjual kopi produk setempat, dengan rasa menyesuaikan pangsa pasar saat ini, dilengkapi dengan berbagai macam makanan untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

Semua olahan makanan dan minuman dilakukan di bangunan ukuran 2 x 5 m, yang dibagi menjadi dapur ukuran 2 x 2,5 m, dan tempat menyajikan makanan kering dan memilih menu dengan ukuran 2 x 2,5 m. Proses memasak, mengolah makanan dan mencuci alat makan dan perabot dapur dilakukan di satu tempat, sehingga menjadi kurang nyaman dan higienis. Kondisi café yang masih sederhana tersebut belum memperhatikan betul higienis sanitasi café beserta makanan dan minuman yang dijual. Lantai café masih berupa tanah keras, apabila kena air menjadi basah dan licin. Tentunya kondisi tersebut menjadi kurang nyaman dan aman bagi pekerja café. Tempat menyimpan bahan-bahan makanan dan minuman, juga masih menjadi satu di tempat yang terbuka, belum ada lemari khusus untuk bahan-bahan makanan dan minumannya, sehingga terlihat berantakan dan cenderung kotor.



**Gambar 1. Kondisi dapur dan tempat penyajian belum memperhatikan higienis**

Terdapat 8 orang pekerja café yang dibagi menjadi bagian dapur, yang mengolah minuman kopi (barista) dan makanan, menerima pesanan/kasir dan waitres/pelayan/pengantar. Pada bagian dapur pekerja sudah mengenakan apron/celemek, hanya saja celemek yang dipunyai hanya 1 buah per orang, sehingga tidak ada sarana untuk berganti-ganti ketika kotor.

Dari hasil wawancara dengan pengelola café (bapak Wahyudi), diperoleh keterangan ada keinginan dari pengelola dan pegawai café untuk memenuhi higienis dan sanitasi café, akan tetapi karena adanya keterbatasan dana, pengetahuan terkait higienis sanitasi produk, sehingga mereka belum bisa memenuhi higienis sanitasi tersebut. Oleh karena itu dengan keterbatasan pengelola café, mereka membutuhkan adanya tambahan pengetahuan dan keterampilan tentang higienis sanitasi café. Disamping itu mereka juga membutuhkan dukungan adanya bantuan fasilitasi perbaikan dapur dan lingkungannya sehingga memenuhi syarat-syarat higienis sanitasi tempat makan yang memberikan keamanan bagi konsumen.

Berdasarkan hasil analisis SWOT yang telah dilakukan, dihasilkan prioritas kegiatan untuk meningkatkan higienis sanitasi Café Pucuke Kendal. Adapun kegiatan yang akan menjadi prioritas dalam kegiatan pengabdian ini ialah: (1) Aspek Kesehatan (Higienis Sanitasi): dengan memberikan pengetahuan dan ketrampilan pengelola café tentang materi higienis sanitasi lingkungan produksi café; (2) Aspek Teknis/Lingkungan: meliputi fasilitasi sarpras café yang memenuhi standard higienis sanitasi dan lebih indah dilihat; (3) Aspek Sosial: penguatan manajemen seluruh pengelola café Pucuke Kendal.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini ialah: pendampingan dan bantuan sarpras terkait higienis sanitasi Café Pucuke Kendal, peningkatan pengetahuan higienis dan sanitasi café serta meningkatkan manajemen pengelola café. Adanya pendampingan dan bantuan sarpras tersebut, diharapkan dapat meningkatkan kualitas serta keamanan pangan olahan Café Pucuke Kendal, sehingga dapat menjaga keamanan pekerja dan konsumen.

## **METODE**

### **Tempat dan Waktu**

Pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan di Café Pucuke Kendal, Desa Ngesrebalong, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal. Kegiatan dilakukan mulai bulan Mei – Agustus 2022

### **Metode Kegiatan**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di Café Pucuke Kendal, dilakukan dengan beberapa metode pendekatan yang dilakukan secara bersama-sama, yaitu:

- a. *Berbasis Kelompok*, seluruh tahapan dan jenis kegiatan yang akan dilakukan kepada seluruh pengelola dan karyawan café dengan menggunakan kelompok. Secara berkelompok digunakan program pelatihan yang meliputi: pelatihan dan pendampingan, perencanaan, pelaksanaan, serta monitoring kegiatan.
- b. *Komprehensif*, untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan seluruh pengelola café untuk mewujudkan café yang memenuhi higienis sanitasi, yang memberikan dampak terhadap keamanan pangan bagi konsumen. Kegiatan ini dilakukan untuk mengembangkan

SDA dan SDM yang ada, serta memberikan fasilitasi sarpras yang higienis.

c. *Berbasis Potensi Lokal*, Peningkatan higiensi sanitasi café dengan tetap memperhatikan potensi. dan budaya lokal café, dengan tetap memanfaatkan sumberdaya dan SDM masyarakat sekitarnya.V

Dengan adanya ketiga metode tersebut, diharapkan dapat memberikan dampak terhadap kelompok pengelola cafe yang menjadi mitra binaan, baik berupa aspek Kesehatan, lingkungan dan sosial.

Sesuai dengan tujuan kegiatan, metode yang akan ditempuh dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini akan diimplementasikan dalam 4 (empat) tahapan kegiatan, yakni; (1) Sosialisasi, (2) Peningkatan Kompetensi, (3) Produksi atau Pelaksanaan Kegiatan, serta (4) Monitoring dan Evaluasi.

### **Pelatihan dan Pendampingan Higienis Sanitasi Pengelolaan Cafe**

Pengetahuan tentang higienis sanitasi usaha café menjadi hal yang sangat penting, hal ini di dasarkan untuk melindungi karyawan maupun konsumen, terkait dengan perlindungan kerja serta keamanan pangan. Oleh karena itu dibutuhkan pelatihan dan pendampingan higienis dan sanitasi pengelollan café yang baik dan benar. Adanya pelatihan dan pendampingan tersebut diharapkan dapat meingkatkan pengetahuan dan ketrampilan seluruh pengelola dan karyawan café dalam melayani konsumen yang hadir di cafenya.

Pelatihan dan pendampingan terkait higienis sanitasi café ini dilakukan oleh orang yang ahli dibidangnya, yaitu dosen dari Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat FIK dan PKK FT UNNES. Dengan adanya pendampingan dan pemberian pengetahuan tersebut diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang higienis sanitasi cafe.

### **Fasilitasi Sarpras Café dalam Mendukung Café yang Higienis**

Kondisi café yang belum sesuai dengan standard higiensi sanitasi pengolah makanan, disamping karena ketidak tauan pengelola, juga karena adanya keterbatasan dana untuk memperbaiki dan mendukung café yang higien. Oleh karena itu penglola café sangat membutuhkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Sarpras menjadi bagian penting dari terwujudkan café yang memenuhi standar higienis. Oleh karena itu adanya bantuan sarpras café yang baik, diharapkan dapat meningkatkan kualitas café menjadi café yang sehat dan aman.

### **Manajemen dan Pembukuan Pengelolaan Café**

Manajemen pengelola serta pembukuan merupakan bagian yang penting di dalam keberlanjutan suatu usaha. Dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini pengelola café sangat membutuhkan adanya pelatihan dan pendampingan manajemen usaha dan pembukuan. Dismaping itu mitra juga membutuhkan adanya motivasi dan pendampingan untuk penguatan kelompok, yang diharapkan dapat memperkuat seluruh anggota di dalam pengelolan café yang baik dan benar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan kegiatan, maka kegiatan pengabdian pada masyarakat tentang “Peningkatan Higienis Sanitasi Café Pucuke Kendal Dalam Mendukung Pangan Sehat” sesuai dengan yang diharapkan. Keberhasilan pencapaian tujuan ditunjukkan dengan beberapa hasil sebagai berikut:

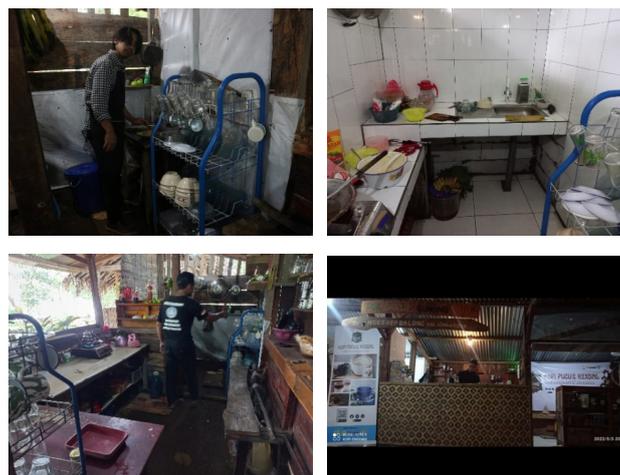
### Koordinasi dan Sosialisasi Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat tentang peningkatan higienis sanitasi Café Pucuke Kendal diawali dengan koordinasi kepada pengelola Café yang merupakan mitra pengabdian. Koordinasi dilakukan untuk menyampaikan tujuan program dan target-target yang harus dipenuhi dalam pengabdian kepada masyarakat. Koordinasi kegiatan juga untuk menentukan waktu pelaksanaan kegiatan yang meliputi: renovasi café, sosialisasi dan penguatan manajemen pengelolaan cafe, dan pelatihan higienis sanitasi pangan sehat.

Koordinasi juga dilakukan untuk menentukan program, peserta, tempat dan waktu kegiatan yang akan dilakukan selama program pengabdian kepada masyarakat berlangsung. Dari hasil koordinasi tersebut, disepakati kegiatan dilakukan di Café Pucuke Kendal, lokasi dimana terdapat bagian café yang akan direnovasi.

### Renovasi Café Pucuke Kendal Untuk Menjaga Higienis Sanitasi

Kelurahan Tugurejo yang berada di wilayah pesisir Kota Semarang, merupakan salah satu kelurahan yang cukup dikenal dengan kondisi lingkungan yang baik serta adanya kepedulian masyarakatnya terhadap lingkungan. Wilayah yang berbatasan langsung dengan laut tersebut, pada bagian pesisirnya terdapat tambak ikan, ekosistem mangrove, serta permukiman. Pada wilayah tersebut juga masih banyak dijumpai lahan-lahan kosong, yang selama ini berfungsi sebagai kolam tampungan air, yang berfungsi untuk menampung air banjir maupun ketika air laut pasang tinggi (rob). Pada Tahun 2021, Kelurahan Tugurejo masuk dalam Program Kampung Tematik Kota Semarang yang mengambil tema pengembangan potensi local untuk mendukung konservasi di wilayah pesisir.



**Gambar 2. Kondisi Café Pucuke Kendal, sebelum dan sesudah kegiatan pengabdian**

### **Higienis Sanitasi Café Pucuke Kendal**

Higienis sanitasi merupakan bagian penting dari suatu produk makanan yang akan dikonsumsi oleh konsumen café. Materi ini diberikan kepada pengelola café, untuk mengenalkan sekaligus mengingatkan pengelola café akan pentingnya menerapkan hygiene dan sanitasi terutama pada tempat makan. Hal ini sangat diperlukan untuk mencegah dari gangguan kesehatan atau penyakit kepada konsumen Café Pucuke Kendal.



**Gambar 3. Monitoring dan penyerahan sarana untuk mendukung higienis sanitasi café**

Sebagaimana disampaikan oleh Depkes (2003), bahwa hygiene sanitasi rumah makan, termasuk di dalamnya café, adalah upaya untuk mengendalikan faktor makanan, orang, tempat dan perlengkapannya yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan. Oleh karena itu penting kiranya mitra pengabdian, dalam hal ini pengelola Café Pucuke Kendal diberikan pengetahuan dan ketrampilan tentang higienis sanitasi café. Untuk mendukung higienis sanitasi café tersebut, tim pengabdian telah memberikan bantuan peralatan pendukung higienis sanitasi café, terdiri dari: apron barista, celemek utk dapur basah, peralatan kebersihan. Adanya bantuan peralatan tersebut, diharapkan bisa meningkatkan higienis sanitasi Café Pucuke Kendal.

### **Penguatan Management Café**

Untuk memperkuat manajemen café Pucuke Kendal, telah dilakukan pendampingan manajemen pengelolaan café oleh tim pengabdian. Pendampingan manajemen dilakukan untuk memperkuat pengelola café dalam mengatur keuangan, SOP café serta keluar masuk kas. Adapun materi manajemen café yang diberikan sebagai berikut:

1. Modal Bisnis Café kopi
2. Target Kosumen
3. Mencari supplier bisnis café kopi
4. Konsep café kopi
5. Lokasi Bisnis
6. Promosi.

keberlanjutan pengelola café dalam mengembangkan Café Pucuke Kendal yang menjadi

mitra pengabdian. Dalam pendampingan manajemen café, juga diberikan materi tentang *Break-Even Point* (BEP), yang selama ini belum menjadi bagian dari perhitungan pengelola café. BEP adalah titik di mana penjualan bisnis berhasil menutup segala biaya dan modal awal yang diinvestasikan. Adapun dengan mempelajari materi BEP tersebut diharapkan pengelola café dapat :

Memproyeksikan atau memprediksi total pendapatan menjadi salah satu komponen dalam mengetahui nilai BEP.

1. Memproyeksikan total pendapatan secara harian, mingguan, bulanan atau bahkan tahunan.
2. Penghitungan BEP juga perlu direncanakan sejak awal membangun usaha.



**Gambar 4. Pendampingan manajemen pengelolaan café oleh tim pengabdian**

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah sebagai berikut:

- Adanya renovasi bangunan café yang dilakukan oleh tim pengabdian kepada masyarakat, menjadi Café Pucuke Kendal lebih rapi dan indah, serta memenuhi standard higienis sanitasi café.
- Pengetahuan dan keterampilan pengelola café dalam higienis dan sanitasi produk makanan dan minuman café meningkat, hal ini dapat dilihat adanya penampilan dan cara menyajikan makanan yang sesuai standar higienis sanitasi makanan.
- Meningkatnya pengetahuan pengelola Café Pucuke Kendal dalam manajemen pengelolaan café. Adanya pelatihan yang dilakukan oleh tim pengabdian, pembukuan lebih tertata dengan baik dan mudah diakses oleh seluruh pengelola café.
- 

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat “Peningkatan Higienis Sanitasi Café Pucuke Kendal Dalam Mendukung Pangan Sehat” merupakan pendanaan pengabdian dana DIPA UNNES Tahun 2022, bermitra dengan Program CSR PT Indonesia Power Semarang PGU. Oleh karena itu penulis ucapkan terimakasih kepada LPPM UNNES dan PT Indonesia Power Semarang PGU yang telah membiayai kegiatan pengabdian ini, sehingga bisa terselesaikan dengan baik dan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- King, T. Inflight Catering. *Journal of Tourism and Hospitality*. 2012;32:181-184.
- Martuti, NKT., Susilowati, S. M. E., Sidiq, W. A. B. N. dan D. P. Mutiatari, D.P. 2018. Peran Kelompok Masyarakat dalam Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan* 6 (2): 100 –114.
- Martuti, N. K. T., Hidayah, I and Margunani. 2019. Utilization of Indigo as EcoFriendly Natural Dyes for Zie Batik Craftsmen. *Jurnal Panrita Abdi* 3 (2): 133–143
- Soesilowati, E., Martuti, NKT., dan Margunani. 2017. Model for Empowering Farmers at Dry Land through Quadruple Helix Approach. *Journal Arts Humanit.* 6 (4): 1–9
- Yulia. (2016). Higiene Sanitasi Makanan, Minuman dan Sarana Sanitasi terhadap Angka Kuman Peralatan Makan dan Minum pada Kantin. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 2 (1): 55-61.

# SIKAP DAN GAGASAN KONSERVASI SISWA SMA 7 SEMARANG SETELAH MEMPELAJARI SUPLEMEN KEANEKARAGAMA HAYATI BERBASIS RISET KAWASAN WISATA PENDIDIKAN UNNES

S Ngabekti<sup>1</sup>, S Ridlo<sup>2</sup>, D Sulisty<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Biologi UNNES

<sup>3</sup>SMA 7 Semarang

Email: sri.ngabekti@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Permasalahan lingkungan merupakan akibat dari minimnya pemahaman masyarakat dalam mengelola sumber daya alam hayati yang baik. Hal ini ditunjukkan kurangnya sikap konservasi di kalangan masyarakat Indonesia. Sikap konservasi adalah sikap dari seseorang yang memiliki nilai-nilai konservasi sebagai suatu upaya atau tindakan nyata untuk menyelamatkan, melindungi dan melestarikan lingkungan sekitar secara bijaksana. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari informasi secara kuantitatif sikap dan gagasan konservasi siswa setelah mempelajari suplemen materi keanekaragaman hayati berbasis riset di Kebun Wisata Pendidikan UNNES (KWPU). Penelitian ini merupakan sebagian dari hasil riset pengembangan, yang telah menghasilkan suplemen dan dalam taraf uji coba keefektifannya terhadap 40 siswa kelas XI SMA 7 Semarang. Sikap konservasi siswa diukur dengan menggunakan kuesioner. Sedangkan gagasan konservasi dapat dilihat dari isian kuesioner siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan membaca dan mempelajari suplemen, sebanyak 67,5% siswa memiliki sikap konservasi sangat baik, 30% siswa memiliki sikap konservasi baik, dan 2,5% memiliki sikap konservasi cukup. Kesimpulan hasil penelitian ini, suplemen pembelajaran keanekaragaman hayati berbasis riset di KWP UNNES efektif terhadap sikap konservasi siswa. Gagasan konservasi siswa terhadap keanekaragaman hayati di KWPU cukup beragam, antara lain menyediakan habitat, memperkaya keanekaragaman hayati yang menjadi sumber pakan (taman bunga, tanaman buah), tidak membunuh/ berburu/ menangkap, tidak menggunakan pestisida dan pupuk kimia di lingkungan KWPU.

**Kata kunci:** sikap, gagasan konservasi, suplemen keanekaragaman hayati, riset

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Tupan (2016) mengatakan bahwa Indonesia berada pada peringkat kedua setelah Brazil dengan keanekaragaman hayatinya yang tinggi. Indonesia memiliki 17% spesies yang ada di dunia dan lebih dari 38.000 jenis tanaman ada di Indonesia dimana 55% adalah spesies endemik (Keong 2015).

Keanekaragaman hayati memiliki nilai dan manfaat yang besar bagi kelangsungan hidup manusia. Namun keberadaan keanekaragaman hayati sering disalahgunakan oleh pihak tertentu sehingga mengancam kelestarian keanekaragaman hayati. Oleh karena itu diperlukan perlindungan terhadap keberadaan dan kelestarian keanekaragaman hayati. Salah satu perlindungan yang dapat dilakukan yaitu melalui konservasi biologi (biokonservasi).

Biokonservasi bergerak dalam bidang pelestarian makhluk hidup dan lingkungannya. Fokus utama dalam biokonservasi yaitu memahami dasar-dasar ekologi dari permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh spesies dan ekosistem serta mengembangkan solusi ekologis atas permasalahan-permasalahan tersebut (Mochamad *et al* 2012).

Unnes sebagai universitas berwawasan konservasi masih menjaga lingkungannya di tengah pembangunan yang menyebabkan berkurangnya kawasan alami dengan cara mengembangkan Kebun Wisata Pendidikan (KWP). KWP memiliki luas 2,2 hektar dengan beragam koleksi tanaman. KWP dikembangkan Unnes melalui jurusan Biologi FMIPA. Pembuatan KWP pada awalnya bertujuan untuk menyediakan sarana dan prasarana pendukung kegiatan pembelajaran dan penelitian Biologi, menyediakan alternatif pembelajaran sains yang inovatif, mewujudkan jejaring antara Unnes dengan institusi pendidikan, pariwisata, swasta dan masyarakat, serta memperkenalkan pendekatan pembelajaran biologi melalui lingkungan sebagai objek belajar yang dikemas dalam kegiatan dan suasana menyenangkan dan bersifat edukatif (Rahayuningsih, dan Muhammad, 2012). Berbagai penelitian telah dilaksanakan di lingkungan kampus dan KWP untuk mengeksplorasi keanekaragaman hayati, seperti khamir, rayap, fauna tanah, laba-laba, kupu-kupu, herpetofauna dan burung. Agar hasil penelitian tersebut lebih bermanfaat, maka digunakan untuk mengembangkan suplemen pembelajaran materi Keanekaragaman Hayati Berbasis Riset untuk Siswa SMA. Suplemen ini diperlukan untuk menumbuhkan munculnya gagasan konservasi yang dituntut untuk mencapai kompetensi keterampilan psikomotorik.

Suplemen pembelajaran adalah buku teks pelengkap digunakan sebagai penunjang pelajaran atau penunjang buku-buku teks. Materi yang digunakan didasarkan kepada kurikulum di sekolah. Penyusunan suplemen harus menggunakan konsistensi format dan perlu memperhatikan tiga hal utama. Pertama, jika lebih banyak menggunakan paragraph panjang, akan lebih sesuai dibuat satu kolom. Kedua, isi yang berbeda harus dipisahkan dan dilabel secara visual. Ketiga, strategi pembelajaran yang berbeda sebaiknya dipisahkan dan diberi label secara visual. Organisasi materi diupayakan untuk menginformasikan kepada siswa, sejauh mana teks yang sedang dibacanya. Siswa harus mampu melihat secara sepintas berada di bab mana atau bagian apa yang sedang dibacanya. Teks harus disusun sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh. Selain itu, dapat pula digunakan kotak untuk memisahkan bagian-bagian teks. Daya tarik pengenalan setiap bab atau bagian baru harus dengan cara yang berbeda. Dengan demikian, diharapkan siswa dapat termotivasi untuk terus membaca.

Pembuatan bahan ajar cetak harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut. Susunan tampilan, yang menyangkut: a. urutan yang mudah, judul yang singkat, terdapat daftar isi, struktur kognitifnya jelas, rangkuman, dan tugas pembaca. b. Bahasa yang mudah, menyangkut: mengalirnya kosa kata, jelasnya kalimat, jelasnya hubungan kalimat, kalimat yang tidak terlalu panjang (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, 2008)

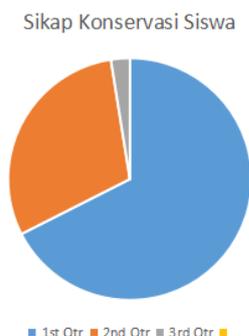
Suplemen pembelajaran yang telah dikembangkan, perlu divalidasi isi dan keterbacaannya oleh pakar materi dan media. Masukan validator digunakan untuk bahan revisi sebelum diuji efektivitasnya di dalam proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sikap dan gagasan siswa SMA 7 Semarang setelah diberikan suplemen pembelajaran berbasis riset keanekaragaman hayati.

## METODE

Penelitian menggunakan desain penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Prosedur pengembangan ini mengacu pada prosedur penelitian dan pengembangan menurut ADDIE yang memuat langkah-langkah pokok penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk. Prosedur pengembangan ini mengacu pada prosedur penelitian dan pengembangan menurut ADDIE yang memuat langkah-langkah pokok penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk. ADDIE merupakan model pengembangan yang terdiri dari lima tahapan, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluating* (evaluasi). Penelitian ini merupakan sebagian dari hasil riset pengembangan, yang telah menghasilkan suplemen dan dalam taraf uji coba keefektifannya terhadap 40 siswa kelas XI SMA 7 Semarang. Sikap konservasi siswa diukur dengan menggunakan kuesioner. Sedangkan gagasan konservasi dapat dilihat dari isian kuesioner siswa. Data efektivitas terhadap sikap konservasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan membandingkan berdasarkan kriteria. Data gagasan konservasi siswa dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan suplemen Keanekaragaman Hayati berbasis Riset dilakukan pada awal semester gasal 2022/2023. Suplemen dibagikan kepada siswa untuk dibaca dan dipahami selama dua hari, kemudian siswa diberi kuesioner tentang sikap dan gagasan konservasi. Hasil kuesioner dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Sikap Konservasi Siswa SMA 7 Semarang**

Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa dengan membaca dan mempelajari suplemen, sebanyak 67,5% siswa memiliki sikap konservasi sangat baik, 30% siswa memiliki sikap konservasi baik, dan 2,5% memiliki sikap konservasi cukup. Hal ini dapat dinyatakan bahwa semua (100%) siswa dapat memahami suplemen dengan cukup sampai sangat baik. Selain hasil angket, siswa juga berpendapat bahwa suplemen yang berisi berbagai riset keanekaragaman hayati di KWP UNNES kontekstual, sederhana, dilengkapi gambar berwarna yang menarik, serta merangsang siswa untuk melihat isi riset lebih jauh karena dilengkapi google-link. Masukan siswa adalah kalimat lebih sederhana sehingga lebih

mudah dipahami lagi.

Gagasan konservasi siswa setelah mempelajari suplemen, dapat dipilah seperti terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Gasasan Konservasi Siswa SMA 7 Semarang**

<b>Pernyataan</b>	<b>Gagasan</b>	<b>Tidak tau</b>
Mendukung dan setuju untuk merawat dan menjaga serta memanfaatkan sebagai laboratorium alam terbuka sebagai sumber belajar dan penelitian	Meningkatkan keanekaragaman dan penyebaran Menjaga ekosistem dan habitat Memperkaya tanaman bunga dan buah Bijaksana dalam menggunakan/ mengubah lahan Tidak menggunakan pestisida dan pupuk kimia buatan Tidak membunuh, menangkap/ berburu	Menjelaskan tujuan/ hasil Merangkum simpulan

Berdasarkan tabel di atas, gagasan konservasi siswa sudah baik dan cukup lengkap, hanya sebagian kecil yang belum tau makna kata “gagasan”. Pembahasan diarahkan pada gagasan siswa dikaitkan dengan tema riset dan kesesuaiannya dengan aturan kebijakan konservasi.

Gagasan yang mendukung dan setuju untuk merawat dan menjaga serta memanfaatkan sebagai laboratorium alam terbuka sebagai sumber belajar dan penelitian sesuai dengan makna konservasi dalam Undang-undang Nomor 5 Tahun 1990. Undang-undang nomor 5 tahun 1990. Pasal 1 ayat 2 menyebutkan bahwa konservasi keanekaragaman hayati adalah pengelolaan keanekaragaman hayati yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya. Selanjutnya pasal 5 menjelaskan bahwa konservasi keanekaragaman hayati dan ekosistemnya dilakukan melalui kegiatan perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya, serta pemanfaatan secara lestari keanekaragaman hayati dan ekosistemnya. Gagasan siswa di atas secara eksplisit sudah masuk dalam tiga kata kunci konservasi yaitu merawat, menjaga, dan memanfaatkan.

Gagasan meningkatkan keanekaragaman hayati dan penyebarannya atau distribusinya adalah gagasan yang sesuai dengan riset Sebaran Vegetasi Penutup Lahan dan Nilai

temperatur dan *Humidity Index* (Pambudi *et al*, 2018). Gagasan ini diinisiasi oleh fakta bahwa jika vegetasinya rapat dan beragam, maka berdampak terhadap penurunan suhu dan peningkatan kelembaban udara sehingga meningkatkan tingkat kenyamanan. Oleh karena itu, agar lingkungan yang nyaman lebih merata, keragaman dan penyebaran vegetasi juga merata di semua area kampus.

Gagasan memperkaya tanaman bunga dan buah disampaikan oleh siswa karena dari riset di suplemen, tanaman tersebut mempengaruhi keanekaragaman spesies kupu-kupu (Priyono *et al* 2013), laba-laba (Ngabekti *et al*, 2020), dan burung pemakan buah (Rahayuningsih dan Priyono. 2016). Tanaman bunga dan buah merupakan sumber makanan spesies hewan tersebut. Seresah tanaman juga mengakibatkan keanekaragaman fauna tanah lebih baik (Partaya *et al*, 2020). Fauna tanah merupakan makanan herpetofauna (Rahayuningsih dan Muhammad 2012), sehingga keragamannya meningkat. Keragaman khamir juga lebih baik (Jumiyati *et al*, 2012). Dengan menerapkan gagasan ini, konservasi keanekaragaman hayati akan terwujud.

Bijaksana dalam menggunakan/ mengubah lahan merupakan gagasan siswa yang cukup baik, karena adanya perubahan peruntukan/ konvensi lahan dapat mengurangi keanekaragaman hayati. Tutupan vegetasi semakin berkurang, berarti flora fauna kehilangan habitat, berakibat kematian flora dan fauna. Lebih jauh kerusakan lahan akan mengakibatkan kerusakan biotik dan abiotik yang sangat mempengaruhi fungsi kawasan serta kehidupan makhluk hidup di dalamnya.

Gagasan tidak menggunakan pestisida dan pupuk kimia buatan diduga muncul setelah siswa membaca riset makrofauna tanah (Partaya *et al*, 2020), yang membandingkan lokasi alami dan lahan kebun kopi. Penggunaan pestisida terus menerus dapat menurunkan jumlah keanekaragaman jenis makrofauna terutama pada lahan perkebunan kopi dan coklat. Rendahnya keanekaragaman jenis, juga karena habitat asli dipengaruhi oleh perubahan fungsi hutan ke lahan pertanian, sehingga semakin berkurangnya bahan organik dan serasah-serasah untuk makanan dan tempat beraktivitas makrofauna tanah.

Gagasan siswa tidak membunuh, menangkap/ berburu fauna apapun merupakan gagasan siswa yang sangat mendalam untuk menghargai ciptaan Allah, dan tertulis pada makna keanekaragaman hayati. Makhluk hidup di bumi ini sangat beranekaragam. Manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme sangat berragam baik jenis, ukuran, dan jumlahnya yang dikenal dengan biodiversitas (*biodiversity*) atau keanekaragaman hayati. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1990 menyatakan keanekaragaman hayati adalah unsur-unsur hayati di alam yang terdiri dari keanekaragaman nabati (tumbuhan) dan keanekaragaman hewani (satwa) yang bersama dengan unsur non hayati di sekitarnya secara keseluruhan membentuk ekosistem. Berdasarkan pengertian tersebut, siswa paham bahwa semua makhluk di alam ini bermanfaat sehingga yang tidak boleh ditangkap dan diburu tidak hanya hewan yang dilindungi saja.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa setelah memahami suplemen Keanekaragaman Berbasis Riset KWPU, sikap konservasi siswa SMA 7 Semarang termasuk kategori cukup sampai sangat bagus. Gagasan konservasi yang diajarkan sudah sesuai dengan isi suplemen dan hasil riset.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pendidikan Nasional, Panduan Pengembangan Bahan Ajar, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, 2008).
- Jumiyati, Siti H. B., Ibnul M. 2012. Isolasi dan identifikasi khamir secara morfologi di tanah Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang. *Biosaintifika*, 4 (1): 27-35.
- Keong, C. Y. (2015). Sustainable resource management and ecological conservation of mega-biodiversity: the Southeast Asian Big-3 reality. *International Journal of Environmental Science and Development*, 6 (1), 876.
- Mochamad, R. B., Primarck, J., Supriatna. (2012). *Biologi Konservasi*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Ngabekti, S., Partaya, Putut M., Solichin, Bangkit T. N. 2020. Species richness of spiders in the Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918 (2021): 1-6.
- Pambudi, R., Thaturahono B. S., Ananto A. 2018. Kajian sebaran penutup lahan dan nilai temperature humidity (THI) Kampus Universitas Negeri Semarang (UNNES). *Geo image*, 7 (2): 111-122.
- Partaya, S. Ngabekti, dan S. H. Bintari). 2020. Keanekaragaman Spesies Makrofauna Tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES sebagai Data Dasar Konservasi. Laporan Penelitian. Semarang. UNNES.
- Priyono, B., Muhammad A. 2013. Keanekaragaman jenis kupu-kupu di taman kehati UNNES. *Biosaintifika*, 5 (2) : 100-105.
- Rahayuningsih, M., Muhammad A. 2012. Persebaran dan keanekaragaman herpetofauna dalam mendukung konservasi keanekaragaman hayati di Kampus Sekaran Universitas Negeri Semarang, 1 (1): 1-10.
- Rahayuningsih, M., B Priyono. 2016. Bird community in Taman Kehati Universitas Negeri Semarang Indonesia. *International Journal of Ecology & Development*, 31 (1) : 64-72.
- Rahayuningsih, M., Muhammad A. 2012. Persebaran dan keanekaragaman herpetofauna dalam mendukung konservasi keanekaragaman hayati di Kampus Sekaran Universitas Negeri Semarang, 1 (1): 1-10.
- Tupan, T. (2016). Analisis Trend Perkembangan Publikasi Internasional Penelitian Bidang Keanekaragaman Hayati di Indonesia. *VISI PUSTAKA: Buletin Jaringan Informasi Antar Perpustakaan* 18 (2), 85-96
- Undang-undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistemnya.

## POTENSI DAN PEMANFAATAN SIDAT (*Anguilla marmorata*) DI MALUKU

S Wardono<sup>1\*</sup>, SB Widiarto<sup>2</sup>, RM Bala'zam<sup>2</sup>, H Sombo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sekretariat Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, KKP,  
Gedung Mina Bahari III Lt. 1, Jl. Medan Merdeka Timur No. 16  
Jakarta Pusat 10110

<sup>2</sup>Loka Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Sorong,  
Ditjen PRL, KKP, Jl. KPR PDAM No.Km 10, Klawuyuk, Distrik Sorong Timur,  
Kota Sorong, Papua Bar. 98416.

Email : sukowardono@yahoo.com

### ABSTRAK

Monitoring potensi sidat di Maluku dilaksanakan di Negeri Larike dan Negeri Waai Kabupaten Maluku Tengah serta Dusun Masika Jaya, Desa Alang Asaude dan Pulau Kelang Kabupaten Seram Bagian Barat. Monitoring mengacu kepada Rencana Aksi Nasional Konservasi Ikan Sidat Tahun 2016 – 2020. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa sidat di wilayah Maluku dapat ditemukan di Negeri Larike, Waai, Mamala, Morella, Hitu, Pulau Manipa dan Pulau Kelang Kabupaten Maluku Tengah. Sementara itu di Kabupaten Seram Bagian Barat Sidat ditemukan di Dusun Eli, Waitesi, Tanamera dan Masika Jaya. Jenis sidat yang ditemukan di Larike dan Waai adalah *Anguilla marmorata*. Hasil pengamatan kualitas air kondisi habitat sidat di Negeri Larike dan Waai dalam kondisi baik dan sesuai untuk habitat biota perairan. Hasil monitoring potensi sidat di Negeri Larike perolehan rata-rata *glass eel* sebanyak 33 ekor/hari sedangkan di Negeri Waai tidak diperoleh *glass eel* namun ditemukan sidat stadia *yellow eel* satu ekor dan sidat dewasa satu ekor. Penangkapan sidat di Masika Jaya, Alang Asaude dan Pulau Kelang aktif dilakukan sekitar tahun 2009-2010. Responden di Masika Jaya mengaku memperoleh sidat 15-300 Kg/Bulan, Responden di Alang Asaude memperoleh sidat 30-150 Kg/bulan dan di Pulau Kelang mencapai 150 Kg/bulan. Tantangan dalam pengelolaan sidat di Maluku adalah minimnya informasi dan data mengenai sidat, degradasi habitat dan tidak adanya pembeli serta tidak ada kepastian harga jual sidat.

**Kata kunci :** Larike, Maluku, Sidat, Waai

### PENDAHULUAN

Sidat memiliki pola hidup katadromus, jenis ikan ini mendiami perairan tawar, estuari dan laut. Sidat dewasa akan melakukan pemijahan di laut dalam dan telur yang berhasil menetas akan beruaya ke perairan tawar untuk tumbuh dewasa (Tesch, 2003). Berdasarkan siklus hidupnya sidat dibagi menjadi lima stadia yaitu *Leptocephalus*, *Glass eel*, *Elver*, *Yellow eel* dan *Silver eel* (Jossep *et al*, 2008). Telur sidat akan menetas menjadi *Leptocephalus* pada fase ini sidat bersifat planktonik dan memiliki warna tubuh transparan (Arai, 2020). Ruaya sidat dimulai pada stadia *glass eel*, karena pada fase ini sidat telah mampu berenang melawan arus dan menemukan perairan tawar melalui indera penciumannya (Tesch, 2003).

Ikan sidat memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan menjadi komoditas ekspor, dalam rangka untuk memenuhi permintaan pasar yang cukup tinggi, pemanfaatan sumberdaya ikan sidat hingga saat ini masih mengandalkan dari usaha penangkapan dari perairan. Pengembangan usaha melalui budidaya sidat hingga saat ini juga masih terhambat karena belum ada teknologi untuk pemijahan. Selain pemijahan factor lain yang menjadi tantangan dalam upaya budidaya sidat adalah pemberian pakan pada larva (Masuda *et al*, 2012). keterbatasan tersebut menyebabkan harga sidat di pasaran menjadi cukup

tingi. Tekanan atas pemanfaatan sidat menyebabkan populasi ikan sidat dialam menjadi berkurang, Berdasarkan kondisi tersebut upaya untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutan sumberdaya ikan sidat sangat diperlukan. Pemerintah melakukan perlindungan terhadap ikan sidat melalui Keputusan Menteri Kelautan Republik Indonesia Nomor 80 Tahun 2020 dilakukan secara terbatas, dimana perlindungan dilakukan berdasarkan periode waktu dan ukuran tertentu.

Provinsi Maluku merupakan salah satu wilayah yang menjadi habitat sidat, secara geografis Maluku dikelilingi oleh laut dalam membuat daerah ini cocok untuk kehidupan sidat, ketersediaan data potensi sidat dan pemanfaatannya sangat diperlukan untuk pengelolaan sidat lebih lanjut demi mendukung kelestarian. Atas hal tersebut maka pendataan atau monitoring sangat penting dilakukan untuk mengetahui potensi sumberdaya sidat dan pemanfaatannya.

## **METODE**

Pengamatan dan pengambilan data dilakukan melalui survei langsung dan wawancara sesuai panduan monitoring sidat yang diterbitkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan.

### **Waktu dan Tempat**

Tempat pelaksanaan pengambilan data di Negeri Larike dan Negeri Waai Kabupaten Maluku Tengah serta Dusun Masika Jaya, Desa Alang Asaude dan Pulau Kelang, Kec. Waesala, Kab. Seram Bagian Barat. Waktu pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada 18 sampai dengan 22 Agustus 2020.

### **Sampling Kelimpahan**

Sampling kelimpahan sidat dilakukan dengan menggunakan jaring anco ukuran 1x1 m, sampling dilakukan di muara sungai Negeri Larike dan Negeri Waai saat bulan gelap yaitu pada pukul 19.00, 21.00, 23.00, 01.00, 03.00 dan 05.00 selama tiga malam dengan 100 kali angkatan anco setiap dua jam. Pelaksanaan sampling dilakukan oleh tiga orang.

### **Pengamatan Kualitas Air**

Pengamatan kualitas air dilakukan dengan menggunakan Water Quality Checker parameter, parameter yang diamati adalah salinitas, suhu, Ph dan warna air. Data diambil pada pukul 19.00, 00.00 dan 05.00 dengan tiga ulangan.

### **Wawancara**

Wawancara didasarkan pada kuisisioner yang mengacu pada RAN Konservasi Ikan Sidat tahun 2016 - 2020. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data produksi dan pemanfaatan sidat, wawancara dilakukan secara proposional dan berdasarkan pertimbangan karakteristik tertentu sehingga data yang didapatkan dapat dipertanggungjawabkan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kelimpahan Sidat**

Hasil pengamatan terhadap kelimpahan benih sidat di Larike bervariasi setiap hari dan jam. Hari ke satu diperoleh 30 ekor benih sidat, hari ke dua sebanyak 27 ekor benih sidat dan hari ke tiga didapatkan 44 ekor benih sidat dengan rata-rata hasil tangkapan dalam tiga hari sebesar 33 individu/hari. Hasil tangkapan tertinggi diperoleh pada jam 23.00 WIT dengan jumlah rata-rata 11 ekor (Tabel 1)

**Tabel 1. Hasil Tangkapan Sidat di Negeri Larike dan Waai**

Jam	Negeri Larike				Negeri Waai			
	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Rata-Rata	Hari Ke 1	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Rata - Rata
19.00	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00	8	6	12	9	0	0	0	0
23.00	10	10	14	11	0	0	0	0
01.00	5	4	7	5	0	0	0	0
03.00	3	3	6	4	0	0	0	0
05.00	4	4	5	4	0	0	0	0
Jumlah Individu	30	27	44	33	0	0	0	0

Berdasarkan data pasang surut BIG (Gambar 1) kondisi Larike pada pukul 23.00 berada di titik surut dengan nilai  $-0,30$  sampai  $-0,11$  m dan gelombang relatif lebih tenang. Sedangkan pada pukul 19.00 air berada dalam kondisi pasang dengan tinggi  $0,40 - 0,69$  m. dan gelombang relatif sedang. Gelombang mempengaruhi proses ruaya sidat, semakin tinggi gelombang maka semakin sedikit benih sidat yang memasuki sungai (Hayono dan Wahyudewantoro 2016).

Sementara itu di negeri Waai tidak diperoleh benih sidat, namun saat dilakukan kegiatan monitoring ditemukan sidat ukuran *yellow eel* sebanyak satu ekor dan *silver eel* dua ekor. Benih sidat tidak ditemukan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, di Waai tidak ditemukan benih sidat diduga karena lokasi muara sungai yang menjadi habitat sidat berada di area penduduk dan pelabuhan aktif sehingga benih sidat tidak memasuki muara. Menurut Baskoro (2016) suatu sungai apabila alur pelayaran yang padat maka *glass eel* tidak memasuki muara. Selain itu lokasi yang menjadi habitat sidat dewasa alur ruayanya ditutup dengan jaring oleh warga setempat untuk kepentingan pariwisata sehingga diduga dapat mengganggu proses dan fase reproduksi di lokasi tersebut. Kondisi sungai yang tercemar oleh sampah plastik yang menghalangi jalan air dan mengganggu alur ruaya sidat. Sungai di Negeri Waai juga memiliki muara yang relatif sempit sehingga berpengaruh pada proses ruaya. Baskoro (2016) menyatakan bahwa sungai dengan tipe muara yang sempit tidak ideal untuk dimasuki *glass eel*.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Pusat Penelitian Laut Dalam LIPI tahun 2019 sidat di Negeri Waai dan Larike tergolong kedalam spesies *Anguilla marmorata*. Ukuran sidat yang ditemukan diperkirakan memiliki rata-rata panjang 120 cm. Masyarakat di kedua lokasi melindungi sidat secara adat karena spesies ini dianggap sebagai leluhur masyarakat Desa Waai dan Larike sekaligus sebagai pelindung dari marabahaya. Melalui wawancara terhadap stakeholder terkait diperoleh hasil bahwa potensi sidat dapat ditemukan di Negeri Mamala, Morella, Hitu, Pulau Manipa dan Pulau Kelang Kabupaten Maluku Tengah. Sementara itu di Kabupaten Seram Bagian Barat Sidat ditemukan di Dusun Eli, Waitesi, Tanamera dan Masika Jaya.

### **Pengamatan Kualitas Air**

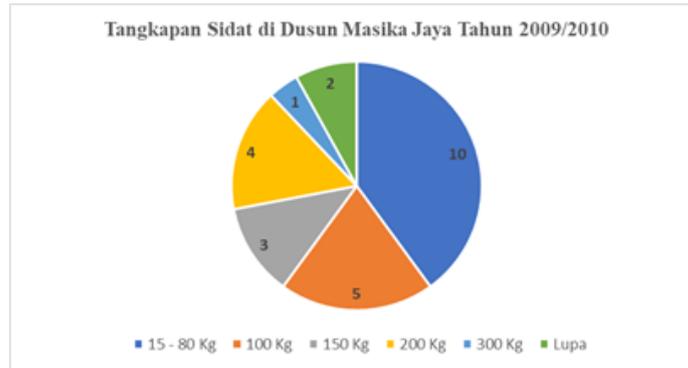
Berdasarkan hasil pengamatan kualitas air di muara sungai Negeri Larike yang menjadi lokasi pengamatan mempunyai rata-rata suhu antara 22-28°C, rata-rata pH antara 5,67 – 7,00; rata-rata salinitas 14,67 – 15,00 ppt; kedalaman air ketika surut 30 – 75 cm, arus sedang hingga kuat, lebar muara sungai sekitar 60 m, warna air jernih dan memiliki substrat dasar batu. Sedangkan lokasi pengamatan di Negeri Waai memiliki rata-rata rentang suhu antara 26 - 27°C, rata-rata pH 6,00 - 6,33; rata-rata salinitas 26 – 27 ppt, kedalaman air Ketika surut 20-60 cm, lebar muara sungai sekitar 28 m, warna air jernih hingga keruh dan memiliki substrat pasir.

Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001 kondisi perairan di kedua negeri cenderung dalam kondisi yang baik dan dominan termasuk kedalam air baku kelas I. Menurut Wildan et al (2022) suhu optimal untuk sidat adalah 23- 31°C sedangkan untuk pH berkisar antara 6-8. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan pH di Negeri Larike cenderung masih sesuai untuk habitat sidat.

### **Pemanfaatan Sidat di Tingkat Masyarakat**

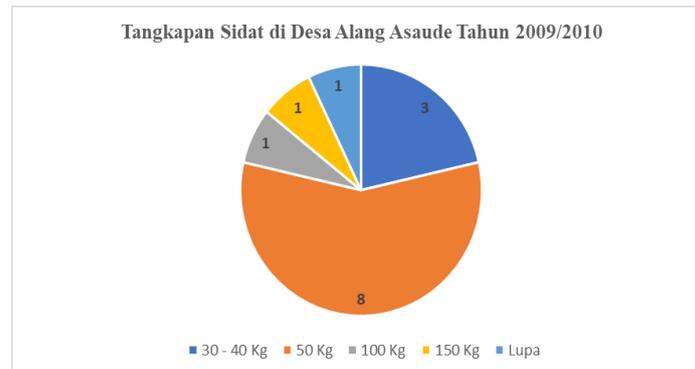
Berdasarkan hasil wawancara di Negeri Larike dan Waai terhadap tiga puluh orang narasumber di masing-masing lokasi diketahui bahwa sidat dimanfaatkan sebagai objek pariwisata dan tidak ada aktivitas pemanfaatan ekstraktif. Hal ini dikarenakan secara kebudayaan masyarakat Larike dan Waai mempercayai sidat sebagai nenek moyang dan pelindung Negeri sehingga sidat dilindungi secara adat. Lokasi kegiatan wisata dilakukan di badan sungai utama Negeri Larike dan hulu sungai Negeri Waai. Wisatawan yang datang dapat melakukan interaksi dengan sidat secara langsung seperti memegang, memberi makan dan berenang. Pengunjung yang datang dikenakan tarif seikhlasnya yang dibayarkan secara langsung kepada pemandu wisata.

Pemanfaatan sidat secara ekstraktif dilakukan oleh masyarakat di Dusun Masika Jaya, Desa Waesala dan Desa Alang Asaude yang dilakukan secara massif pada tahun 2009-2010. Dalam kajian ini dilakukan wawancara kepada 40 orang responden yang pernah menjadi nelayan sidat. Sebanyak 25 orang responden berasal dari Dusun Masika Jaya, 14 orang dari Desa Alang Asaude dan 1 orang berasal dari Pulau Kelang, Kecamatan Waesala, Kabupaten Seram Bagian Barat. Informasi yang diperoleh, hasil tangkapan nelayan di Dusun Masika Jaya bervariasi dengan rentang sekitar 15-300 Kg (Gambar 2). Umumnya nelayan menangkap pada fase bulan gelap awal dan akhir, sedangkan pada bulan purnama nelayan jarang menangkap dikarenakan sulit mendapat hasil. Musim puncak tangkapan terjadi pada musim timur (bulan Juni – Agustus). Hasil tangkapan sampingan yang diperoleh nelayan adalah ikan somasi, lele, dan ikan gabus. Lokasi tangkap di Dusun Masika Jaya berada di muara sungai Masika Jaya lokasi tersebut dikelilingi hutan dengan dasar lumpur dan substrat pasir berlumpur. Nelayan di Alang Asaude memperoleh sidat sebanyak 30-150 Kg/bulan (Gambar 3). Alat tangkap yang digunakan adalah pancing dan perangkap dengan umpan telur serta alat bantu lampu. Nelayan mulai melakukan penangkapan pada pukul 20.00 hingga hasil tangkapan dirasa cukup. Responden umumnya melakukan penangkapan sidat pada periode bulan gelap awal dan akhir. Musim penangkapan puncak di Alang Asaude ada di bulan Juni-Agustus atau saat Musim Timur.



**Gambar 2. Data Tangkapan Sidat di Dusun Masika Jaya Tahun 2009-2010**

Hasil tangkapan sampingan yang diperoleh oleh nelayan di Alang Asaude adalah ikan somasi dan lele. Lokasi tangkap di Desa Alang Asaude berada di Sungai Alang Asaude, lokasi tangkap dikelilingi hutan dengan dasar batu dan pasir dan substrat pasir.



**Gambar 3. Data Tangkapan Sidat di Desa Alang Asaude Tahun 2009-2010**

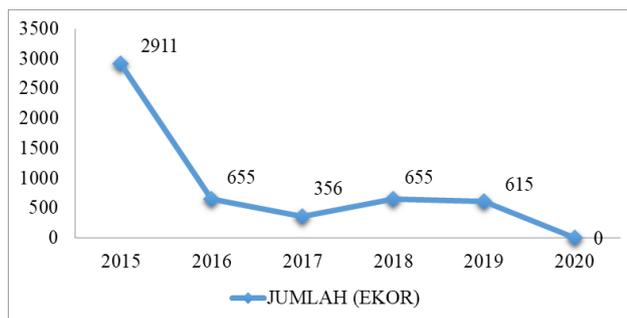
Sementara itu di Pulau Kelang Desa Tahalupu, Kec. Waesala, Kab. Seram Bagian Barat terdapat satu orang nelayan yang pernah menjadi penangkap sidat. Hasil tangkapan yang diperoleh dapat mencapai 150 Kg dan nelayan biasa menangkap pada fase bulan gelap awal. Sidat di tangkap di muara Sungai Air Tomi Tomi. Musim tangkapan puncak terjadi pada bulan Juli – Agustus, alat tangkap yang digunakan adalah jaring sodok dengan alat bantu obor. Penangkapan sidat dilakukan mulai pukul 20.00 hingga tangkapan dirasa cukup. Hasil tangkapan sampingan yang diperoleh adalah ikan gabus, lele dan somasi. Kondisi habitat sidat dikelilingi hutan dan sungai bersubstrat pasir.

Informasi lain yang diperoleh pada proses wawancara terhadap nelayan sidat bahwa kondisi terkini masyarakat di Dusun Masika Jaya, Desa Alang Asaude dan Tahalupu sangat jarang menangkap sidat kecuali untuk dikonsumsi sendiri disaat ikan sulit diperoleh atau hasil kebun paceklik. Ukuran sidat yang ditangkap umumnya ukuran 15 ekor/Kg atau 3 ekor/Kg. Seluruh narasumber juga menilai tidak terdapat perubahan signifikan di habitat sidat diseluruh lokasi. Kendala yang dihadapi oleh narasumber di ketiga lokasi adalah tidak adanya pembeli dan tidak ada kepastian harga jual sidat.

Wawancara juga dilakukan terhadap tiga orang pelaku usaha sidat di Wilayah Ambon dan Seram Bagian Barat. Narasumber menerangkan bahwa sidat sulit didapat, penanganansulit dan harga tidak stabil sehingga mereka beralih ke produk perikanan lainnya. Pelaku usaha mengaku terakhir memperdagangkan sidat pada tahun 2018. Pernyataan bahwa sidat sulit diperoleh dapat menjadi indikasi terjadi penurunan populasi namun berdasarkan keterangan responden/nelayan yang berada di Dusun Masika Jaya, Desa Alang Asaude dan Desa Tahalupu bahwa sidat di lokasi tersebut masih tergolong banyak. Oleh karena itu dapat diperkirakan telah terjadi penurunan populasi sidat di Seram Bagian Barat dengan jumlah yang tidak besar semenjak 2009/2010 hingga 2018.

#### Lalu Lintas Perdagangan Sidat di Maluku

Berdasarkan data dari BKIPM Ambon terdapat aktivitas lalu lintas perdagangan sidat di tahun 2015 sebanyak 2911 ekor, tahun 2016 sebanyak 655 ekor, tahun 2017 sebanyak 356 ekor, tahun 2018 sebanyak 655 ekor, tahun 2019 sebanyak 615 ekor sedangkan tahun 2020 tidak terdapat lalu lintas perdagangan sidat (Gambar 4). Berdasarkan keterangan yang diperoleh dari petugas BKIPM Ambon terhadap rendahnya pengiriman sidat diduga disebabkan karena sulitnya mencari pasar dan harga jual dari komoditas dinilai kurang stabil. Umumnya komoditas sidat hidup dari Provinsi Maluku dikirimkan menuju Jakarta untuk ditampung kemudian di ekspor ke Republik Rakyat Cina.



**Gambar 4. Data Perdagangan sidat di Maluku Tahun 2015 - 2020**  
**Sumber: BKIPM Ambon, 2020**

#### Tantangan

Lokasi keberadaan sidat di Waai dan Larike berada di tengah pemukiman penduduk. Sungai yang menjadi habitat sidat juga digunakan oleh warga untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci. Negeri Waai memiliki tempat pembuangan sampah yang dekat dengan sungai yang menjadi habitat sidat sedangkan Negeri Larike masih belum memiliki tempat pembuangan sampah khusus dan warga kerap membuang sampah ke sungai.

Tantangan lain dalam pengelolaan sidat di Maluku adalah data yang minim. Keterjangkauan lokasi habitat sidat yang sulit diakses membuat penelitian sulit dilakukan. Perlindungan secara adat juga menjadi tantangan dalam proses penelitian dikarenakan masyarakat khawatir proses penelitian akan mengganggu dan menyakiti sidat. Menurut Raja Larike masifnya upaya penebangan hutan membuat longsor sering terjadi. Hal ini berdampak pada pendangkalan sungai yang merupakan habitat sidat akibat menumpuknya bebatuan dan menutupi jalan air. Selain itu pengelolaan wisata yang belum baik juga dikhawatirkan akan mengganggu kelestarian sidat di Larike.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah potensi sidat terdapat di Negeri Larike, Waai, Mamala, Morella, Hitu, Pulau Manipa dan Pulau Kelang Kabupaten Maluku Tengah. Sementara itu di Kabupaten Seram Bagian Barat Sidat ditemukan di Dusun Eli, Waitesi, Tanamera dan Masika Jaya. Jenis sidat yang ditemukan di Larike dan Waai adalah *Anguilla marmorata*. Di kedua negeri tersebut biota ini dimanfaatkan sebagai objek wisata dan dilindungi secara adat. Sementara itu di Masika Jaya, Alang Asaude dan Pulau Kelang sidat ditangkap untuk kepentingan ekonomi. Penangkapan sidat di Masika Jaya, Alang Asaude dan Pulau Kelang aktif dilakukan sekitar tahun 2009-2010. Responden di Masika Jaya mengaku memperoleh sidat 15-300 Kg/Bulan, Responden di Alang Asaude memperoleh sidat 30-150 Kg/bulan dan di Pulau Kelang mencapai 150 Kg/bulan. Kendala utama penangkap sidat di Masika Jaya, Alang Asaude dan Pulau Kelang adalah tidak ada pembeli. Rekomendasi yang bisa disampaikan adalah: 1) perlu dilakukan monitoring secara berkala untuk mengetahui perkembangan populasi sidat; 2) pemanfaatan sidat dilakukan secara terbatas melalui sistem kuota; 3) perlu dilakukan penyadartahuan masyarakat mengenai pentingnya menjaga kelestarian sidat dan lingkungan; 4) Menginisiasi pembentukan kawasan konservasi untuk melindungi habitat Sidat di desa Larike dan Wai; dan 5) untuk pemberdayaan masyarakat, perlu penyusunan konsep wisata sidat berbasis ekologi di wilayah Maluku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arai, T. (2020), Ecology And Evolution Of Migration In The Freshwater Eels Of The Genus *Anguilla* Schrank, 1798. *Heliyon*, 6(10) e05176. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05176>. <https://www.sciencedirect.com>. Diakses: 4 Agustus 2022.
- Baskoro, M.S., Purbayanto, A., Haluan, J., Naitja, N.S., Sulistiono, Affandi, R., Sumantadinata, R., Jr.Z.M., Pasaribu., F.H., Hardjito, L., Nurindah, Jaya, I. (2016). Teknologi Pengembangan Perikanan dan Kelautan untuk Memperkuat Ketahanan Pangan Serta Memacu Perekonomian Nasional Secara Berkelanjutan. IPB Press. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Badan Informasi Geo Spasial. 2020. Prediksi Pasang Surut. [www.tides.big.go.id](http://www.tides.big.go.id). Diakses 15 Agustus 2020.
- Balai Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu Perikanan (2020). Data Lalu Lintas Sidat di Maluku, Ambon.
- Haryono dan Wahyudewantoro, G., (2016). Pemetaan Habitat Ruaya Benih Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) dan Potensinya di Pantai Selatan Jawa Omni-Akuatika 12(3) 47-58.
- Jessop, B.M. Cairns, D.K, Thibault, I. Tzeng, W.N (2008). Life history of American eel *Anguilla rostrata*: new insights from otolith microchemistry. *Aquatic Biology* 1, 205-216
- Linton, E.D., Jonsson, B., Noakes, D.L.G (2007). Effects of water temperature on the swimming and climbing behavior of glass eels, *Anguilla sp.* *Environmental Biology of Fishes* 78, 189-192.
- Masuda, Y., Imaizumi, H., Oda, K., Hashimoto, H., Usuki, H., Teruya, K. (2012). Artificial Completion of the Japanese Eel, *Anguilla japonica*, Life Cycle: Challenge to Mass Production. *Bull. Fish Res Agen* 35, 111-117
- Matsui, I (1982). Theory and practice of eel culture. A. Balkema, Rotterdam.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan

Pengendalian Pencemaran Air.

- Swingle, H.S. (1968). Standardization of Chemical Analysis for Waters Ponds Muds, FAO Fish Rep. 44 (4), 397-406.
- Tesch, F.W. (2003). The Eel Third Edition. Blackwell Science Ltd, a Blackwell Publishing Company. Oxford. The United Kingdom. ISBN 0-632-06389-0, pp. 119-217
- Wildan, D.M., Rahmadya, A., Daruati, D., Trianto., Dewi, A.P., Fachri, A.R., (2022), Condition of physical and chemical parameters of tropical eel genus *Anguilla* habitat in Citarik and Cicatih rivers in the Cimandiri watershed, Sukabumi, West Java, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 1062 (2022) 012005, doi:10.1088/1755-1315/1062/1/012005 pp. 1-6



# KESEHATAN

# PEMILIHAN KANDIDAT miRNA SEBAGAI PREDIKTOR DIABETES MELITUS GESTASIONAL DENGAN ANALISIS BERBASIS DATA MINING

F Dany<sup>1\*</sup>, UA Nikmah<sup>1</sup>, A Noviantari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pusat Riset Biomedis Organisasi Riset Kesehatan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Jln. Raya Jakarta-Bogor, Km 46, Pakansari, Cibinong, Bogor 16911

\*Email: fransdany1@gmail.com

## ABSTRAK

Diabetes melitus gestasional (DMG) merupakan keadaan ketika ibu mengalami diabetes selama kehamilan sampai proses persalinan dan dapat berdampak negatif bagi kesehatan ibu dan anak. Ibu hamil dengan DMG sering tidak bergejala dan luput dari pemantauan khususnya saat kehamilan pertama. Potensi microRNA (miRNA) sebagai penanda awal sejumlah penyakit telah banyak diteliti dan studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandidat miRNA sebagai prediktor DMG. Pemilihan kandidat miRNA dilakukan melalui data mining pada database Human microRNA Disease Database (HMDD), analisis fungsional serta target miRNA dengan database miRDB dan analisis pengayaan dengan miRNet. Hasil analisis menunjukkan bahwa miR-126, miR-222 dan miR-27a berpotensi menjadi prediktor DMG, khususnya miR-27a yang dapat terkait dengan jalur aktivitas Ras & Rho guanyl-nucleotide exchange factor. Kandidat miRNA tersebut dapat dikembangkan sebagai target skrining biomarker atau terapi sebagai bagian dari pendekatan personalized medicine pada penatalaksanaan DMG.

**Kata kunci:** diabetes melitus gestasional (DMG), miRNA, HMDD, miRDB, miRNet

## PENDAHULUAN

Diabetes melitus gestasional (DMG) adalah diabetes yang hanya dijumpai selama masa kehamilan sampai persalinan namun berpotensi meningkatkan risiko morbiditas dan bahkan mortalitas pada ibu dan anak yang dikandungnya (PERKENI, 2021). Angka kejadian DMG di Indonesia diperkirakan berkisar >1% dan sering tidak bergejala sehingga dapat luput dari pemantauan khususnya pada kehamilan pertama (Rahmawati dkk., 2016; Widyaputri dkk., 2022). Sejumlah faktor risiko DMG antara lain usia ibu yang cukup tua saat hamil, obesitas, riwayat keluarga dengan diabetes, riwayat *polycystic ovarium syndrome* (PCOS), dan riwayat melahirkan bayi >4 kg atau bayi dengan cacat bawaan bila pernah melahirkan. Keadaan ini juga terkait dengan kejadian preeklampsia/eklampsia atau diabetes melitus (DM) bagi si ibu di kemudian hari (Lee dkk., 2018; Li dkk., 2021). Di sisi lain, anak yang dilahirkan dari ibu dengan DMG juga berisiko mengalami gangguan tumbuh kembang atau kecacatan. Oleh sebab itu, skrining awal DMG sangat penting dilakukan sehingga penatalaksanaan yang sesuai dapat diantisipasi (Raets dkk., 2021).

Sejumlah studi terkini menunjukkan potensi *microRNA* (miRNA) sebagai penanda awal sejumlah penyakit. miRNA merupakan untaian nukleotida pendek (~17-25 basa) yang merupakan bagian dari RNA non-pengkode namun dapat mempengaruhi ekspresi gen. miRNA juga dapat disekresikan sebagai molekul perantara komunikasi parakrin antar sel dan jaringan (Condrat dkk., 2020). Sebagian miRNA juga berperan pada patogenesis sejumlah penyakit seperti kanker, obesitas, diabetes melitus, kelainan autoimun dan lainnya sehingga gencar diteliti dan dikembangkan sebagai target diagnostik atau skrining

*biomarker* dan target terapi abnormalitas terkait (Li dan Kowdley, 2012; Chen dkk., 2016). Sejumlah besar informasi atau data hasil riset-riset miRNA tersebut telah disimpan dalam *database* daring public yang dapat dimanfaatkan peneliti untuk mendesain pengembangan miRNA sebagai target *biomarker* atau terapi (Major dkk., 2021). Karena itu, studi ini bertujuan mengidentifikasi kandidat miRNA yang berpotensi dalam memprediksi kejadian DMG melalui teknik *data mining* dengan menggunakan *database* miRNA yang tersedia secara daring.

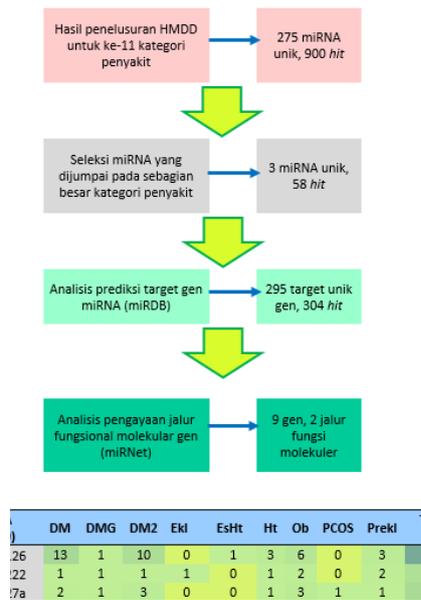
## METODE

Studi ini merupakan analisis *in silico* melalui teknik penggalian data (*data mining*) dari *database* miRNA yang tersedia secara daring. Situs *Human microRNA Disease Database* versi 3.2 (HMDD v3.2) yang diakses di <https://www.cuilab.cn> digunakan untuk seleksi awal pencarian miRNA berdasarkan target penyakit. Set data terlebih dulu diunduh dalam bentuk TSV yang diubah menjadi *file* Excel untuk mempermudah filter data. Mengingat keterkaitan DMG dengan beberapa kelainan, 11 kategori penyakit digunakan pada penelusuran ini, yaitu diabetes melitus (DM) secara umum, DM tipe 1 (DM1), DM tipe 2 (DM2), DMG, eklamsia (Ekl), preeklamsia (Prekl), hipertensi esensial (EsHt) atau hipertensi secara umum (Ht), obesitas (Ob), *polycystic ovarium syndrome* (PCOS) dan komplikasi kehamilan lainnya. Daftar miRNA hasil penelusuran selanjutnya dibuat tabulasi silang melalui menu *Pivot Table* untuk menyaring miRNA yang paling banyak dijumpai di antara ke-11 kategori penyakit di atas terkait DMG dan harus terdeteksi minimal 1 *hit* untuk kriteria DMG.

Kemudian, analisis dilanjutkan dengan memasukkan miRNA terpilih ke *database* miRDB yang dapat diakses di <http://mirdb.org> untuk mengetahui target gen. Kandidat miRNA yang terpilih adalah miRNA dengan skor target >94. Analisis pengayaan (*enrichment analysis*) dilakukan untuk mengetahui fungsi molekular gen yang paling bermakna dengan menggunakan perangkat daring miRNet yang dapat diakses di <https://www.mirnet.ca/miRNet/home.xhtml> dengan memasukkan semua gen yang terseleksi dari miRDB dan referensi berdasarkan data Gene Ontology (GO) untuk fungsi molekular (GO-MF, *gene ontology-molecular function*). Jalur fungsi molekular yang dipilih adalah jalur dengan nilai *adjusted p value* <0,05 dan target gen berikut miRNA yang terkait dengan ungsi tersebut diidentifikasi. Analisis dan filter data dibantu dengan perangkat lunak Microsoft Excel 2016.

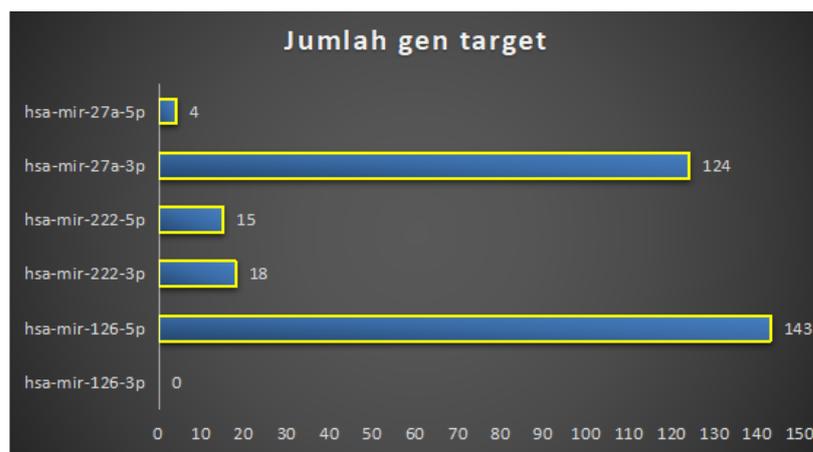
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan alur proses *data mining* dengan *database* HMDD, miRDB dan miRNet serta terdapat sebagian miRNA yang hanya ditemukan pada faktor risiko tertentu seperti eklamsia, dan *polycystic ovary syndrome* (PCOS). Jumlah *hit* terbanyak dari ke-3 miRNA terpilih dijumpai pada hsa-mir-126. Dalam pemilahan berdasarkan kategori penyakit, *hit* terkait DM tipe 1 (DM1) dan komplikasi kehamilan lain tidak ditemukan sehingga tidak ditampilkan.



**Gambar 1. Alur proses data *mining* pemilahan kandidat miRNA untuk prediksi diabetes melitus gestasional (DMG)**

Setelah dilakukan analisis prediksi target gen dengan *database* miRDB menggunakan kriteria skor target gen >94, hsa-mir-126-5p paling banyak mempengaruhi gen target disusul dengan hsa-mir-27a-3p. Hal ini mengonfirmasi dominasi jumlah *hit* kategori penyakit untuk hsa-mir-126 yang dijumpai pada hasil penelusuran awal dengan *database* HMDD. Sementara, hsa-mir-222 mempengaruhi gen dengan jumlah yang hampir berimbang antara sisi lengan 5' dan 3' (Gambar 2).



**Gambar 2. Hasil analisis fungsional gen target miRNA terpilih dengan database miRDB**

Meskipun hsa-mir-126 tidak memberikan *hit* target gen di sisi lengan 3', miRNA tersebut memiliki aktivitas biologis dan mempengaruhi regulasi gen. Dominasi sisi tertentu pada miRNA umumnya tidak dijumpai meskipun fungsi kedua arah orientasi untai miRNA dapat mempengaruhi stabilitas kompleks fungsional dengan gen targetnya (Mitra dkk., 2015; Yurikova dkk., 2019) CDS and 3'UTR of mRNAs of target genes. The MirTarget program used in this study allows for the discovery of miRNA binding sites (BS).

**Tabel 1. Hasil *enrichment analysis* fungsi molekuler gen target dengan database miRNet**

No	Gen Target	miRNA	Skor Target	Fungsi Molekuler Gen
1	ARHGEF26	hsa-miR-27a-3p	98	<i>Ras &amp; Rho guanyl-nucleotide exchange factor activity*</i>
2	ARHGEF38	hsa-miR-222-3p	95	<i>Ras &amp; Rho guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>
3	DENND1B	hsa-miR-126-5p	100	<i>Ras guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>
4	FGD2	hsa-miR-126-5p	96	<i>Ras &amp; Rho guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>
5	ITSN2	hsa-miR-27a-3p	95	<i>Ras &amp; Rho guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>
6	PREX2	hsa-miR-126-5p	95	<i>Ras &amp; Rho guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>
7	SBF2	hsa-miR-27a-3p	97	<i>Ras guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>
8	SOS1	hsa-miR-27a-3p	99	<i>Ras &amp; Rho guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>
9	VAV2	hsa-miR-27a-3p	96	<i>Ras &amp; Rho guanyl-nucleotide exchange factor activity</i>

\*Nilai *adjusted p value* untuk ke-2 fungsi molekuler sebesar 0,0169

Hasil analisis pengayaan (*enrichment analysis*) pada Tabel 1, dari interaksi antar gen target menunjukkan dua jalur fungsi molekuler yang bermakna secara statistik yaitu, aktivasi *Ras guanyl-nucleotide exchange factor* dan *Rho guanyl-nucleotide exchange factor*. Kedua jalur tersebut terkait dengan 9 gen target dan terdapat 2 gen yang berasosiasi dengan hanya 1 jalur pada timbulnya DMG. Dari ke-3 kandidat miRNA, hsa-miR-27a-3p mendominasi pengaruh gen target tersebut. Bila dilihat pada Gambar 1, jumlah hit hsa-miR-27a memang tidak sebanyak jumlah *hit* has-miR-126, tetapi secara substantif, hsa-miR-27a ditemukan berasosiasi dengan sejumlah faktor risiko DMG utama, yaitu *polycystic ovary syndrome* (PCOS), preeklamsia dan hipertensi (Tabrizi dkk., 2020; Zheng dkk., 2020; Zhu dan Liu, 2021). Suatu studi *in vivo* dengan hewan model mencit mengindikasikan peran miR-27a dalam menekan faktor transkripsi *nuclear factor erythroid 2-related factor 2* (Nrf2) yang berfungsi sebagai sistem pertahanan antioksidan. Pengikatan miR-27a dapat mengurangi stabilitas *messenger RNA* (mRNA) berikut ekspresi protein Nrf2 yang berdampak pada timbulnya stres oksidatif dan embriopati diabetik (Zhao dkk., 2018).

Sementara itu, hsa-mir-126 terdistribusi di berbagai tipe jaringan dan eksosom. Dalam proses kehamilan, mir-126-3p terekspresi di sel endotel vaskular vena umbilicalis tali pusat dan plasenta. Peningkatan ekspresi miRNA ini terkait dengan timbulnya diabetes dan gangguan tumbuh kembang janin melalui pengikatannya dengan *insulin receptor*

*substrate 1* (IRS1) dan phosphatidylinositol 3-kinase (PI3K) yang terkait dengan jalur sinyal insulin (Shah dkk., 2021). Di sisi lain, penurunan kadar mir-126-5p dikaitkan dengan timbulnya prediabetes dan DM tipe 2 serta berkorelasi negatif dengan aktivasi jalur *nuclear factor kappa B* (NF- $\kappa$ B) yang berperan pada proses inflamasi melalui jalur PI3K/Akt. Hasil ini mengisyaratkan peran mir-126 yang dapat berbeda antar sisi 5' dan 3' terhadap patofisiologi diabetes pada kehamilan sehingga memerlukan investigasi lebih lanjut (Dehghani dkk., 2020).

Korelasi positif antara hsa-miR-222-3p dengan kadar glukosa plasma puasa dan berat lahir diperlihatkan oleh studi yang dilakukan oleh Filardi dkk (2022). Seperti halnya miR-126, miRNA ini juga terlibat dalam jalur PI3K terutama *insulin receptor substrate 4* (IRS4) dan *Phosphatase and Tensin Homolog* (PTEN). Selain itu, mir-222 juga dihubungkan dengan obesitas dan disfungsi sel beta pankreas yang mendasari timbulnya DMG (Vasu dkk., 2019).

Hasil analisis pengayaan pada studi ini menunjukkan bahwa ke-3 miRNA terkait dengan aktivitas pertukaran nukleotida guanil famili Rho dan Ras. Kedua protein Rho dan Ras termasuk dalam superfamili Ras yang berperan pada proses molekular penting seperti transduksi sinyal, proliferasi dan diferensiasi sel (Vigil dkk., 2010). Aktivitas kedua jalur tersebut pada dasarnya akan mengubah bentuk GDP bebas menjadi bentuk terikat GTP yang aktif pada membran sel, khususnya sel beta pankreas pada proses produksi insulin (Li dkk., 2015; Machin dkk., 2021). Meskipun begitu, protein famili Rho lebih banyak dihubungkan dengan pengaturan metabolisme glukosa dan lipid di pankreas, jaringan adiposa dan otot rangka dibandingkan famili Ras yang cenderung terlibat dalam proses inflamasi melalui jalur MAPK/NF- $\kappa$ B, interaksi antar sel dan sel dengan matriks pada timbulnya diabetes beserta komplikasinya (Vigil dkk., 2010; Møller dkk., 2019; Huang dkk., 2022). Informasi ini menunjukkan bahwa efek ekspresi ke-3 miRNA dengan kedua jalur superfamili Ras pada timbulnya DMG masih perlu dibuktikan secara eksperimental mengingat terdapat perbedaan prediksi mekanisme molekular. Meskipun begitu, analisis *in silico* miRNA tersebut sangat membantu peneliti memilah kandidat miRNA yang akan diperiksa pada penelitian lanjutan terkait pengaruh miRNA terhadap kejadian DMG melalui pengaturan jalur sinyal tertentu.

## **KESIMPULAN**

Analisis berbasis *data mining* dari database HMDD dan miRDB memperlihatkan bahwa miR-126, miR-222 dan miR-27a berpotensi menjadi prediktor diabetes melitus gestasional (DMG), khususnya miR-27a yang terkait dengan fungsi molekular jalur aktivitas *Ras & Rho guanyl-nucleotide exchange factor*. Penelitian lebih lanjut terkait pengembangan kandidat miRNA tersebut sebagai target *biomarker* atau terapi dapat dilakukan dalam rangka implementasi pendekatan *personalized medicine* pada penatalaksanaan DMG.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis berterima kasih khususnya kepada Kepala Pusat Riset Biomedis Organisasi Kesehatan BRIN untuk dukungan moral penulisan manuskrip ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen, J. Q., Papp, G., Szodoray, P., and Zeher, M., (2016), The Role of microRNAs in the pathogenesis of autoimmune diseases, *Autoimmunity Reviews*, 15(12), 1171–1180.
- Condrat, C.E., Thompson, D.C., Barbu, M.G., Bugnar, O.L., Boboc, A., Cretoiu, D., Suci, N., Cretoiu, S.M., and Voinea, S.C., (2020), miRNAs as biomarkers in disease: latest findings regarding their role in diagnosis and prognosis. *Cells*, 9(276), 1–32.
- Dehghani, M., Zarch, S.M.A., Mehrjardi, M.Y.V., Nazari, M., Babakhanzadeh, E., Ghadimi, H., Zeinali, F., and Talebi, M., (2020), Evaluation of miR-181b and miR-126-5p expression levels in T2DM patients compared to healthy individuals: relationship with NF- $\kappa$ B gene expression. *Endocrinologia, Diabetes y Nutricion*, 67(7), 454–460.
- Filardi, T., Catanzaro, G., Grieco, G.E., Splendiani, E., Trocchianesi, S., Santangelo, C., Brunelli, R., Guarino, E., Sebastiani, G., Dotta, F., and Morano, S., (2022), Identification and validation of miR-222-3p and miR-409-3p as plasma biomarkers in gestational diabetes mellitus sharing validated target genes involved in metabolic homeostasis, *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4276), 1–16.
- Huang, S., Wang, J., Zhang, L., Tian, S., Wang, Y., Shao, X., Zhou, S., and Yu, P., (2022), Ras guanine nucleotide-releasing protein-4 promotes renal inflammatory injury in type 2 diabetes mellitus, *Metabolism: Clinical and Experimental*, 131(155177), 1–10.
- Lee, K.W., Ching, S.M., Ramachandran, V., Yee, A., Hoo, F.K., Chia, Y.C., Wan Sulaiman, W.A., Suppiah, S., Mohamed, M.H., and Veettil, S.K., (2018), Prevalence and risk factors of gestational diabetes mellitus in asia: a systematic review and meta-analysis, *BMC Pregnancy and Childbirth*, 18(1), 1–20.
- Li, J.Y., Tao, F., Wu, X.X., Tan, Y.Z., He, L., and Lu, H., (2015), Common RASGRP1 gene variants that confer risk of type 2 diabetes, *Genetic Testing and Molecular Biomarkers*, 19(8), 439–443.
- Li, X., Liu, X., Zuo, Y., Gao, J., Liu, Y., and Zheng, W., (2021), The Risk factors of gestational diabetes mellitus in patients with polycystic ovary syndrome: what should we care?, *Medicine*, 100(31), 1–5.
- Li, Y., and Kowdley, K.V., (2012), MicroRNAs in common human diseases, *Genomics, Proteomics and Bioinformatics*, 10(5), 246–253.
- Machin, P.A., Tsonou, E., Hornigold, D.C. and Welch, H.C., (2021), Rho family GTPases and Rho GEFs in glucose homeostasis, *Cells*, 10(4), 1–27.
- Major, J.L., Bagchi, R.A., and da Silva, J.P., (2021), Application of microRNA database mining in biomarker discovery and identification of therapeutic targets for complex disease, *Methods and Protocols*, 4(1), 1–11.
- Mitra, R., Lin, C.C., Eischen, C.M., Bandyopadhyay, S., and Zhao, Z., (2015), Concordant dysregulation of miR-5p and miR-3p Arms of the same precursor microRNA may be a mechanism in inducing cell proliferation and tumorigenesis: a lung cancer study, *RNA (New York, N.Y.)*, 21(6), 1055–1065.
- Møller, L.L.V., Klip, A., and Sylow, L., (2019), Rho GTPases-emerging Regulators of glucose homeostasis and metabolic health, *Cells*, 8(5), 1–21.
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI), (2021), Pedoman diagnosis dan penatalaksanaan hiperglikemia dalam kehamilan, Cetak pertama (Juli 2021), *PB. PERKENI*, Jakarta, 1–15.
- Raets, L., Beunen, K., and Benhalima, K., (2021), Screening for gestational diabetes mellitus in early pregnancy: what is the evidence?, *Journal of Clinical Medicine*, 10(6), 1–16.
- Rahmawati, F., Natosba, J., and Jaji., (2016), Skrining diabetes mellitus gestasional dan faktor risiko yang mempengaruhinya, *Jurnal Keperawatan Sriwijaya*, 3(2), 33–43.
- Shah, K.B., Chernausek, S.D., Teague, A.M., Bard, D.E., and Tryggstad, J.B., (2021), Maternal diabetes alters microRNA expression in fetal exosomes, human umbilical vein endothelial cells and placenta, *Pediatric Research*, 89(5), 1157–1163.

- Tabrizi, Z.P.F., Miraj, S., Tahmasebian, S., and Ghasemi, S., (2020), Plasma levels of miR-27a, miR-130b, and miR-301a in polycystic ovary syndrome, *International Journal of Molecular and Cellular Medicine*, 9(3), 198–206.
- Vasu, S., Kumano, K., Darden, C.M., Rahman, I., Lawrence, M.C., and Naziruddin, B., (2019), MicroRNA signatures as future biomarkers for diagnosis of diabetes states, *Cells*, 8(1533), 1–32.
- Vigil, D., Cherfils, J., Rossman, K.L., and Der, C.J., (2010), Ras superfamily GEFs and GAP: validated and tractable targets for cancer therapy?, *Nature Reviews Cancer*, 10(12), 842–857.
- Widyaputri, F., Lim, L.L., Utami, T.P., Harti, A.P., Agni, A.N., Nurdianti, D.S., Widayanti, T.W., Wardhana, F.S., Prayogo, M.E., and Sasongko, M.B., (2022), Prevalence of diabetes in pregnancy and microvascular complications in native Indonesian women: the jogjakarta diabetic retinopathy initiatives in pregnancy (Jog-DRIP), *Plos One*, 17(6), 1–11.
- Yurikova, O.Y., Aisina, D.E., Niyazova, R.E., Atambayeva, S.A., Labeit, S., and Ivashchenko, A.T., (2019), The interaction of miRNA-5p and miRNA-3p with the mRNAs of orthologous genes, *Molecular Biology*, 53(4), 612–623.
- Zhao, Y., Dong, D., Reece, E.A., Wang, A.R., and Yang, P., (2018), Oxidative stress-induced miR-27a targets the redox gene Nrf2 in diabetic embryopathy, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 218(1), 136.e1-136.e10.
- Zheng, W., Chen, A., Yang, H., and Hong, L., (2020), MicroRNA-27a inhibits trophoblast cell migration and invasion by targeting SMAD2: potential role in preeclampsia, *Experimental and Therapeutic Medicine*, 20(28), 2262–2269.
- Zhu, L., and Liu, Z., (2021), Serum from patients with hypertension promotes endothelial dysfunction to induce trophoblast invasion through the miR-27b-3p/ATPase plasma membrane Ca<sup>2+</sup> transporting 1 axis, *Molecular Medicine Reports*, 23(319), 1–10.

## PROFILING GENETIK GEN EGFR EXON 18 DAN 20 PADA SAMPEL URIN PASIEN KANKER PARU

AM Ridwanuloh<sup>1\*</sup>, PK Hikmawati<sup>2</sup>, J Zaini<sup>3</sup>, SL Andarini<sup>3</sup>, ARH Utomo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pusat Riset Rekayasa Genetika, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bogor. <sup>2</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

<sup>3</sup>Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi, FKUI /SMF Paru Rumah sakit Persahabatan, Jakarta.

<sup>4</sup>Program Pasca Sarjana Universitas YARSI, Jakarta.

\*Email: asepo43@brin.go.id

### ABSTRAK

Penyakit kanker paru merupakan jenis penyakit yang paling banyak menyebabkan kematian. Penderita kanker paru umumnya terdiagnosa pada stadium lanjut dan sudah mengalami metastasis sel kanker melalui cairan tubuh seperti plasma dan urin, dan menyebar ke organ lain. Biomarker genetik yang menjadi salah satu standar pemeriksaan kanker paru adalah gen EGFR (Epidermal Growth Factor Receptor). Daerah mutasi gen EGFR yang paling banyak ditemukan adalah gen EGFR exon 18, 19, 20, dan 21. Dalam penelitian ini dilakukan analisis profiling genetik gen EGFR pada target sekuen ekson 18 dan ekson 20 menggunakan sampel urin yang dikumpulkan dari pasien kanker paru dari Rumah Sakit Persahabatan Jakarta. Sebanyak 30 sampel urin dikumpulkan kemudian masing-masing sampel diekstraksi menggunakan kit ekstraksi DNA khusus. Amplifikasi sekuen gen target EGFR ekson 18 dan 20 dilakukan dengan menggunakan mesin PCR, kemudian ampikon yang diperoleh dianalisis menggunakan metode sanger sekuensing untuk mengetahui lebih lanjut profil mutasi titik yang terjadi pada ampikon tersebut. Hasil analisis menunjukkan terjadi mutasi titik G724S sebanyak 6% (2/30), mutasi T790M sebanyak 50% (15/30) dan mutasi Q787Q sebanyak 60% (18/30). Hasil ini menunjukkan bahwa sampel urin memiliki potensi besar digunakan sebagai sampel dalam analisis biomarker genetik pada pasien kanker paru.

**Kata kunci:** Epidermal Growth Factor Receptor, kanker paru, sampel urin.

### PENDAHULUAN

Data GLOBOCAN (*Global Observatory for Cancer*) tahun 2020 mencatat adanya kasus kanker baru di dunia sebesar 19,3 juta orang, dan 11,4% diantaranya adalah penderita kanker paru. Di Indonesia, pada tahun 2020 terdapat sebanyak 34.783 kasus baru pasien kanker paru atau sekitar 8,8% dari jumlah kasus baru penderita kanker (Sung dkk., 2021). Menurut data dari rumah sakit kanker Dharmais tahun 2018, kanker paru menduduki peringkat ketiga dari semua jenis kanker pada pria dan wanita setelah kanker payudara dan kanker serviks (Pusdatin Kemenkes, 2019). Jumlah penderita kanker paru menduduki peringkat pertama pada laki-laki dan peringkat ke-4 pada wanita (Kristianto dan Rahman, 2019).

Terdapat dua jenis kanker paru yaitu karsinoma paru sel kecil (*Small cell Lung Cancer*; SCLC) dan karsinoma paru bukan sel kecil (*Non-Small Cell Lung Cancer*; NSCLC). Beberapa tipe NSCLC umumnya berupa adenokarsinoma, karsinoma sel skuamosa, dan karsinoma sel besar. Tipe sel kanker yang paling banyak dijumpai dan

menimbulkan keganasan adalah sel adenokarsinoma (Hsu dkk., 2018). Pasien yang datang ke rumah sakit pada umumnya terdeteksi sudah berada pada stadium lanjut dan mengalami metastasis (*advanced metastatic lung cancer*). Pengobatan yang dapat dilakukan tidak lagi melalui pengangkatan masa tumor di paru tetapi menggunakan kemoterapi atau obat terapi target yang spesifik (Konig dkk., 2021).

Gen EGFR (*Epidermal Growth Factor Receptor*) diketahui menjadi salah satu biomarker utama pada pemeriksaan kanker paru untuk tujuan pemilihan jenis terapi yang tepat (Hsu dkk., 2018). Mutasi gen EGFR yang umum digunakan dalam pemeriksaan adalah mutasi pada ekson 18, 19, 20, dan 21. Mutasi jenis delesi ekson 19 dan mutasi titik pada ekson 21 L858R dan L861 Q umumnya menjadi penanda pada pemeriksaan pertama saat pasien datang ke rumah sakit. Pemeriksaan mutasi pada ekson 18 G719S dan ekson 20 T790M umumnya berkaitan dengan kemungkinan terjadinya resistensi pengobatan dengan terapi target lini pertama (Zaini dkk., 2019).

Pemeriksaan molekuler pasien kanker paru merupakan standar yang umum digunakan di rumah sakit. Sampel yang digunakan adalah sampel yang berasal dari biopsi jaringan paru. Teknik pengambilan sampel ini bersifat invasif dan menyakitkan jika perlu dilakukan berulang untuk kebutuhan monitoring pengobatan (Mok dkk., 2018). Alternatif sampel untuk pemeriksaan kanker paru telah banyak diteliti diantaranya adalah dari plasma darah dan urin. Kedua sampel ini relatif mudah diperoleh dari pasien tanpa melukai (non-invasif) (Berz dkk., 2016; Wang dkk., 2017; Satapathy dkk., 2021).

Urin merupakan sampel yang mudah diperoleh namun penggunaannya sebagai sumber DNA untuk pemeriksaan biomarker genetik cukup sulit. DNA yang diperoleh dari cairan urin terdapat dalam bentuk *cell free DNA* atau cfDNA. Pada umumnya, cfDNA berada dalam keadaan terfragmentasi sehingga sulit untuk diamplifikasi (Wang dkk., 2017). Penelitian ini dilakukan untuk menyusun suatu metode PCR yang dapat digunakan untuk mengamplifikasi sekuen target gen EGFR ekson 18 dan 20. Setelah produk amplicon diperoleh kemudian dilakukan profiling jenis mutasi yang ditemui pada sekuen ekson 18 dan 20 menggunakan metode sanger sekuensing. Jenis mutasi yang umum terjadi pada kedua ekson ini adalah mutasi titik G719S, G724S (Zhang dkk., 2018), Q787Q (Wu dkk., 2022), dan T790M (Wang dkk., 2016).

## **METODE**

### **Pengumpulan Sampel**

Sampel urin diambil dari pasien yang telah dinyatakan menderita kanker paru melalui pemeriksaan klinis dan CT Scan. Sebanyak 30 sampel dikumpulkan oleh tenaga klinis dari Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia/ Rumah sakit Persahabatan Jakarta dengan izin etika penelitian nomor 396/UN.F1/ETIK/2016.

### **Ekstraksi DNA**

Sebanyak 500 uL-1000 uL cairan urin yang telah dihomogenkan diambil kemudian

diekstraksi menggunakan QIAamp DNA micro kit (Qiagen, Hilden, Jerman). Proses ekstraksi DNA mengikuti panduan kit yang digunakan. DNA yang telah diperoleh dilarutkan dalam 50  $\mu\text{L}$  buffer AE yang tersedia di dalam kit, kemudian diukur konsentrasinya menggunakan alat nanodrop lalu disimpan di dalam freezer  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  sebelum digunakan dalam proses analisis.

### **Amplifikasi Sekuen Gen EGFR Ekson 18 dan 20**

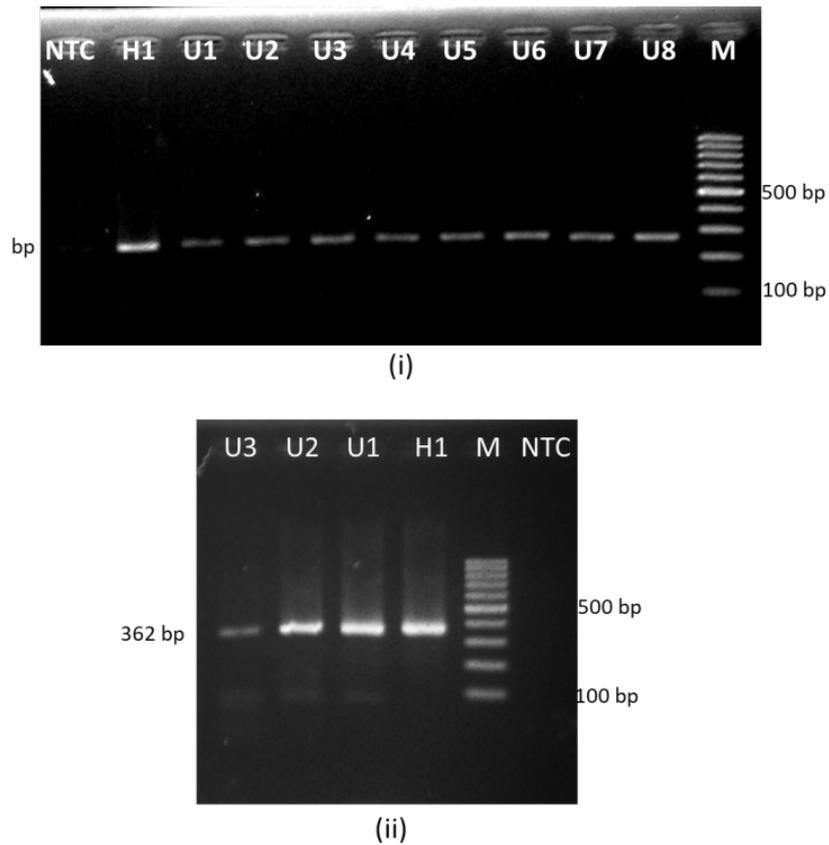
Amplifikasi target sekuen gen EGFR ekson 18 dan 20 dilakukan dengan menggunakan mesin PCR Biorad T100. Reagensia yang digunakan untuk amplifikasi ekson 18 adalah 1  $\mu\text{l}$  primer forward (5'-AGCATGGTGAGGGCTGAGGTGAC-3'), 1  $\mu\text{l}$  primer reverse (5'-ATATACAGC TTGCAAGGACTCTGG-3') 2,5  $\mu\text{l}$  buffer PCR, 0,5  $\mu\text{l}$  dNTPs, 0,15  $\mu\text{l}$  enzyme polimerase, dan 18,85  $\mu\text{l}$  H<sub>2</sub>O. Reagensia yang digunakan untuk amplifikasi ekson 20 adalah 0,4  $\mu\text{l}$  primer forward (5'-GATCGCATTCATGCGTCTTACC-3'), 0,4  $\mu\text{l}$  primer reverse (5'-TTGCTATCCCAGGAG CGCAGACC-3'), 2,5  $\mu\text{l}$  buffer PCR, 0,5  $\mu\text{l}$  dNTPs, 0,5  $\mu\text{l}$  enzyme polimerase, dan 19,7  $\mu\text{l}$  H<sub>2</sub>O. Kedua gen target tersebut diamplifikasi menggunakan protokol pra-PCR pada suhu  $95^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 40 siklus PCR dengan tahapan denaturasi pada suhu  $95^{\circ}\text{C}$  selama 20 detik, annealing pada suhu  $62^{\circ}\text{C}$  selama 1 menit dan extension pada suhu  $72^{\circ}\text{C}$  selama 1 menit serta post-PCR pada suhu  $72^{\circ}\text{C}$  selama 3 menit. Sebagai kontrol positif proses amplifikasi PCR digunakan DNA yang diekstraksi dari sel kultur ATCC H1975 yang diperoleh dari koleksi sel Pusat Riset Rekayasa Genetika - BRIN. Proses analisis elektroforesis gel agarose 2% dilakukan untuk mengetahui keberhasilan proses amplifikasi. Sebagai control proses amplifikasi digunakan NTC (*no template control*) untuk mengetahui jika terjadi kontaminasi dalam proses amplifikasi yang dapat diketahui dari adanya pita pada NTC. Sampel yang menghasilkan produk amplifikasi dengan pita yang jelas kemudian dilanjutkan dengan analisis menggunakan sekuensing.

### **Analisis Data**

Data sekuensing yang diperoleh berupa kromatogram dari ampikon gen target dan deretan basa nukleotida yang berhasil diamplifikasi. File data kemudian dibuka dengan software bioedit dan dianalisis secara deskriptif untuk melihat terjadinya perubahan pada basa nukleotida.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

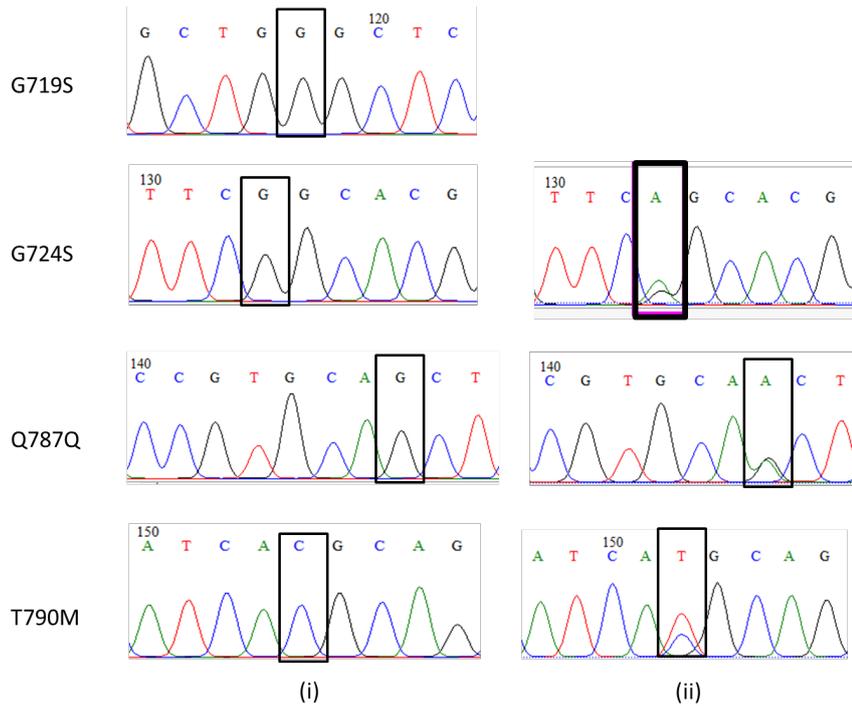
DNA sampel urin pasien kanker paru yang diperoleh memiliki konsentrasi yang relatif rendah sekitar 5-20 ng/ $\mu\text{L}$ , namun secara umum memiliki tingkat kemurnian yang cukup bagus yang ditunjukkan dengan data perbandingan absorbansi 260/280 berada diantara nilai 1,8 - 2,0. DNA sampel kemudian diamplifikasi menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) sesuai dengan formula dan protocol yang telah dioptimasi. Sebanyak 30 sampel pasien kanker paru berhasil diamplifikasi menggunakan primer yang telah didesain pada ekson 18 dan ekson 20. Ampikon gen EGFR ekson 18 berukuran sekitar 262 bp dan ampikon gen EGFR ekson 20 berukuran sekitar 362 bp. Hasil analisis gel elektroforesis kedua jenis ampikon tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Amplikon sekuen gen EGFR ekson 18 (i) dan ekson 20 (ii)**

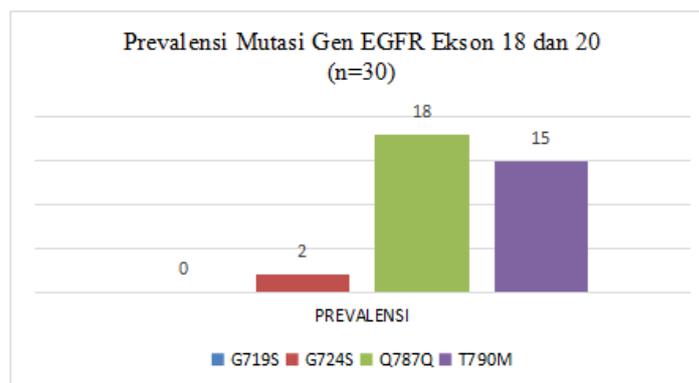
Hasil analisis sanger sekuensing menggunakan software bioedit diperoleh kromatogram dan urutan basa nukleotida. Adanya mutasi pada basa nukleotida ditandai dengan munculnya puncak tambahan pada puncak nukleotida tersebut (*double peak*). Kontrol positif digunakan DNA yang berasal dari sel ATCC H1975 yang sudah diketahui memiliki mutasi pada ekson 20 T790M.

Hasil analisis profiling gen EGFR ekson 18 dan 20 diketahui memiliki mutasi titik pada G724S (ekson 18) serta Q787Q dan T790M (ekson 20). Mutasi pada beberapa titik lain di dalam sekuen gen target tidak ditemukan. Mutasi G724S terletak pada kodon 724 dimana asam amino *glycine* berubah menjadi *serine*. Perubahan asam amino ini terjadi akibat substitusi basa *guanine* menjadi *adenine*. Mutasi Q787Q berupa *silent mutation* yang terletak pada kodon 787 dimana tidak ada perubahan asam amino yang dikodekan (asam amino *glutamine*) akan tetapi terjadi perubahan basa pada *triplets* penyusunnya yaitu basa *guanine* yang disubstitusikan dengan basa *adenine*. Mutasi T790M terjadi pada kodon 790 dimana asam amino *threonine* berubah menjadi *methionine*. Perubahan asam amino ini terjadi akibat substitusi basa *cytosine* menjadi *timin*. Pola kromatogram gen yang mengalami mutasi dan gen yang tidak mengalami mutasi dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Pola kromatogram gen EGFR normal (i) dan mutan (ii)**

Jumlah prevalensi mutasi yang diperoleh dari 30 sampel urin pasien kanker paru adalah mutasi titik G724S sebanyak 6% (2/30), mutasi T790M sebanyak 50% (15/30) dan mutasi Q787Q sebanyak 60% (18/30) (Gambar 3). Jumlah prevalensi mutasi ini lebih besar jika dibandingkan dengan prevalensi mutasi titik yang sama pada sampel plasma. Zaini dkk. (2019) melaporkan temuan 5,4% mutasi gen EGFR T790M pada plasma sampel pasien dari rumah sakit Persahabatan Jakarta. Sementara itu, jumlah prevalensi mutasi gen EGFR T790M pada sampel biopsi pasien kanker Rumah Sakit Persahabatan sebesar 3,4% (61/1779) (Syahrudin dkk., 2018).



**Gambar 3. Grafik prevalensi mutasi titik gen EGFR ekson 18 dan 20 pada sampel urin**

Mekanisme ditemukannya DNA pada urin terjadi akibat adanya cfDNA. cfDNA terbagi menjadi dua jenis yaitu cfDNA darah dan cfDNA bukan darah. cfDNA bukan darah merupakan fragmen DNA tumor yang berada pada cairan tubuh seperti urin, saliva, sputum, cairan pleura dan cairan *cerebrospinal* (CSF) (Peng dkk., 2017). Setiap pasien yang menderita tumor maupun kanker memiliki cfDNA termasuk dalam hal ini adalah pasien kanker paru. Ketika sel kanker pecah atau mati, sel akan mengalami lisis sehingga melepaskan isi sel termasuk DNA yang berisi kode unik dari sel kanker tersebut ke dalam aliran darah. DNA inilah yang akan bebas di dalam aliran darah yang kemudian dinamakan cfDNA.

cfDNA yang terkandung di dalam urin berasal dari plasma darah yang dapat melewati filtrasi ginjal. Selama sirkulasi, cDNA disaring dari darah ke dalam urin melalui filtrasi ginjal yang memiliki membran *permeable* terhadap molekul DNA. Akan tetapi, mekanisme translokasi DNA dari aliran darah ke urin belum diketahui. Secara teoritis, senyawa yang melewati filtrasi ginjal akan tersaring oleh membran basal dan membran celah diantara tangkai *podocytes*, hanya molekul yang berdiameter lebih kecil dari 6,4 nm dan dengan berat molekul tidak lebih dari 70kDa yang dapat melewati ginjal dan memasuki nefron (Bryzgunova dan Laktionov, 2015). Selain itu, cfDNA yang bermuatan negatif dapat melewati membran karena muatan negatif dari membran basal glomerulus. Hal ini dapat terjadi karena bentuk non-globular atau oleh deformabilitas kompleks DNA. Penjelasan lain adalah bahwa cfDNA dilapisi oleh liposom yang membuat cfDNA dapat melalui ginjal. Selain itu, permeabilitas ginjal dapat meningkat untuk beberapa kondisi fisik dan patologis, seperti kehamilan, kanker, dan peradangan (Lichtenstein dkk., 2001). Su dkk. (2004) melaporkan dua kategori DNA yang terdapat di dalam urin yaitu DNA urin dengan berat molekul rendah dan DNA urin dengan berat molekul tinggi. Kelas rendah DNA urin adalah antara 150 hingga 250 bp dan berasal dari sirkulasi, sedangkan DNA urin dengan berat molekul tinggi berukuran lebih besar dari 1 kb dan sebagian besar dari sel-sel yang ditumpahkan ke saluran kemih.

Adanya penemuan DNA di dalam sampel urin pasien kanker paru yang dapat digunakan dalam analisis lebih lanjut untuk pemeriksaan biomarker spesifik menunjukkan bukti bahwa sampel urin memiliki potensi untuk digunakan secara rutin dalam pemeriksaan biomarker genetik pasien. Data validasi teknik analisis yang tepat serta analisis perbandingan dengan menggunakan sampel standar biopsi jaringan paru menjadi hal penting yang dapat memperkuat penggunaan urin sebagai alternatif sampel pasine kanker paru terutama pada pasien *Advanced Metastatic Lung Cancer* untuk keperluan pemilihan jenis terapi dan monitoring selama menjalani pengobatan.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa mutasi gen EGFR dapat ditemukan pada sampel urin pasien kanker paru. Profil genetik mutasi gen EGFR ekson 19 dan 20 pada sampel urin pasien kanker paru ditemukan adanya mutasi titik G724S pada 6% (2/30), mutasi T790M sebanyak 50% (15/30) dan mutasi Q787Q sebanyak 60% (18/30).

## DAFTAR PUSTAKA

- Berz D., Raymond V.M., Garst J.H., and Erlander M.G., (2016), Non-invasive Urine Testing of *EGFR* Activating Mutation and T790M Resistance Mutation in Non-Small Cell Lung Cancer, *Exp Hematol Oncol.*, 5:24.
- Bryzgunova O.E., and Laktionov P.P., (2015), Extracellular Nucleic Acids in Urine: Sources, Structure, Diagnostic Potential, *Acta Naturae*, 7, pp. 48–54.
- Hsu W.H., Yang J.C., Mok T.S., and Loong H.H., (2018), Overview of Current Systemic Management of EGFR-Mutant NSCLC., *Ann. Oncol.*, 29, pp. i3–i9.
- Konig D., Prince S.S., and Rothschild S., (2021), Targeted Therapy in Advanced and Metastatic Non-Small Cell Lung Cancer an Update on Treatment of the Most Important Actionable Oncogenic Driver Alterations, *Cancers*, 13(4), 804.
- Kristianto A., and Rahman A., (2019), Pembrolizumab sebagai Imunoterapi pada Nonsmall Cell Lung Carcinoma, *Indonesia Journal Chest*, 6(2), pp. 96-106.
- Lichtenstein A.V., Melkonyan H.S., Tomei L.D., and Umansky S.R., (2001), Circulating Nucleic Acids and Apoptosis, *Ann N Y Acad Sci.*, 945, pp. 239–249.
- Mok T.S., Cheng Y., Zhou X., Lee K.H., Nakagawa K., Niho S., Lee M., Linke R., Rosell R., Corral J., Migliorino M.R., Pluzanski A., Sbar E.I., Wang T., White J.L., and Wu Y.L., (2018), Improvement in Overall Survival in a Randomized Study that Compared Dacomitinib with Gefitinib in Patients with Advanced Non-Small-Cell Lung Cancer and EGFR-Activating Mutations, *J. Clin. Oncol.*, 36, pp. 2244–2250.
- Peng, Muyun., Chen Chen., A. Hulbert., M. V. Brock., and Yu F., (2017), Non-Blood Circulating Tumor DNA Detection in Cancer, *Oncotarget Impact Journal*, 8(40), pp. 69162 – 69173.
- Pusdatin Kemenkes, (2019), *Beban Kanker di Indonesia*, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, ISSN 2442-7659.
- Satapathy S., Singh V., Nambirajan A., Malik P.S., Tanwar P., Mehta A., Suryavanshi M., Thulkar S., Mohan A., and Jain D., (2021), EGFR Mutation Testing on Plasma and Urine Samples: A Pilot Study Evaluating the Value of Liquid Biopsy in Lung Cancer Diagnosis and Management, *Curr Probl Cancer*, 45(6), 100722.
- Su Y.H., Wang M., Brenner DE., Ng A., Melkonyan H., Umansky S., Syngal S., and Block TM., (2004), Human Urine Contains Small, 150-250 Nucleotide-Sized, Soluble DNA Derived from the Circulation and May be Useful in Detection of Colorectal Cancer. *Journal Molecular Diagnosis*, 6, pp. 101-107.
- Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., and Bray F., (2021), Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries, *CA Cancer J Clin.*, 71(3), pp. 209-249.
- Syahruddin E., Wulandari L., Muktiati N.S., Rima A., Soeroso N., Ermayanti S., Levi M., Hidajat H., Widjajahakim G., and Utomo A.R.H., (2018), Uncommon EGFR Mutations in Cytological Specimens of 1,874 Newly Diagnosed Indonesian Lung Cancer Patients, *Lung Cancer: Targets and Therapy*, 9, pp. 25–34.
- Wang S., Cang S., and Liu D., (2016), Third-Generation Inhibitors Targeting EGFR T790M Mutation in Advanced Non-Small Cell Lung Cancer, *Journal of Hematology & Oncology*, 9, 34.
- Wang W., Wang S., and Zhang M., (2017), Identification of Urine Biomarkers Associated with Lung Adenocarcinoma, *Oncotarget.*, 8(24): pp. 38517–38529.
- Wu W.J., Yang S.H., Chung H.P., Yen C.T., Chen Y.T., Chang W.C., Su J., and Chen H.Y., (2022), EGFR Q787Q Polymorphism is a Germline Variant and a Prognostic Factor for Lung Cancer Treated with TKIs, *Front. Oncol.*, 21, 12, 816801.
- Zaini J., Syahruddin E., Yunus M., Andarini S.L., Hudoyo A., Masykura N., Yasril R., Ridwanuloh A.M., Hidajat H., Nurwidya F., Suharsono S., and Utomo A.R.H., (2019), Evaluation of PCR-HRM, RFLP, and Direct Sequencing as Simple and Cost-Effective Methods to Detect Common EGFR Mutations in Plasma Cell-Free DNA

of Non-Small Cell Lung Cancer Patients, *Cancer Report*, 2(1).

Zhang Y., He B., Zhou D., Li M., and Hu C., (2018), Newly Emergent Acquired EGFR Exon 18 G724S Mutation After Resistance of a T790M Specific EGFR Inhibitor Osimertinib in Non-Small-Cell Lung Cancer: a Case Report, *OncoTargets and Therapy*, 12, pp. 51–56.

# POTENSI PENULARAN LEPTOSPIROSIS DAN HANTAVIRUS PADA MANUSIA DI KALIMANTAN BARAT

AP Kesuma<sup>1</sup>, A Mulyono<sup>1</sup>, MF Rokhmad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, Badan Riset dan Inovasi Nasional CWS Brin Salatiga, Jl. Hasanudin 123 Salatiga

\*Email: agungpeka@gmail.com

## ABSTRAK

Leptospirosis dan hantavirus merupakan penyakit zoonosis yang menjadi masalah kesehatan masyarakat di dunia. Reservoir utama penyakit tersebut adalah tikus. Beberapa spesies tikus seperti *Rattus norvegicus*, *Rattus tanezumi*, *Bandicota indica*, *Rattus tiomanicus* terkonfirmasi sebagai reservoir kedua penyakit tersebut. Tujuan studi ini adalah mengidentifikasi jenis-jenis tikus yang menjadi reservoir leptospirosis dan hantavirus di Kalimantan Barat. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan potong lintang. Sampel penelitian ini adalah seluruh tikus yang tertangkap selama pengumpulan data. Lokasi penelitian di Kabupaten Ketapang, Kabupaten Sambas dan Kabupaten Kayong utara pada enam ekosistem berbeda setiap kabupaten. Semua tikus yang tertangkap diidentifikasi secara morfologi, kemudian sampel darah dan ginjal diperiksa menggunakan metode PCR dan MAT untuk deteksi leptospirosis, sedangkan untuk hantavirus sampel darah diperiksa menggunakan metode ELISA. Jumlah tikus yang tertangkap adalah 277 ekor terdiri dari 6 genus dari 13 jenis. Tikus yang terkonfirmasi positif bakteri leptospira adalah *Rattus tiomanicus*, *Rattus norvegicus*, *Rattus exulans* dan *Rattus tanezumi*. Tikus yang terkonfirmasi positif hantavirus adalah *Rattus tanezumi*, *Rattus exulans* dan *Rattus tiomanicus*. Jenis tikus tersebut hidup di sekitar pemukiman manusia. Hasil ini menunjukkan potensi penularan leptospirosis dan hantavirus kepada manusia sehingga masyarakat dan tenaga kesehatan perlu waspada apabila menemukan gejala penyakit tersebut di masyarakat supaya dapat diterapi dengan tepat.

**Kata Kunci :** Leptospirosis, Hantavirus, Reservoir, Kalimantan Barat

## PENDAHULUAN

Leptospirosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri leptospira dan ditularkan oleh hewan ke manusia (zoonosis) baik secara langsung maupun tidak langsung. Penyakit ini merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia karena dapat menimbulkan kematian. Hewan reservoir leptospirosis yang berperan penting dalam penularan leptospirosis pada manusia adalah mamalia terutama rodensia (WHO, 2003). Survei reservoir leptospirosis di beberapa wilayah dengan kenaikan kasus leptospirosis ditemukan *Rattus tanezumi*, *Rattus norvegicus* dan *Suncus murinus* yang terkonfirmasi mengandung bakteri leptospira. Selain itu, hewan ternak seperti sapi dan domba juga terkonfirmasi bakteri leptospira patogenik (Ristiyanto *et al.*, 2006; Ikawati & Widiastuti, 2012; Ristiyanto & Mulyono, 2012; Putro *et al.*, 2016; Joharina *et al.*, 2018). Selain leptospirosis, penyakit lain yang dapat ditularkan oleh tikus adalah hantavirus, yang juga dapat menyebabkan kematian pada manusia. Cara penularan hantavirus ke manusia dapat melalui kontak langsung dengan binatang yang terinfeksi, kontak dengan sekretanya seperti urin, feses dan saliva, serta penularan secara aerosol melalui debu yang terkontaminasi hantavirus (Sendow *et al.*, 2016). Hasil pemeriksaan serologi di beberapa kota pelabuhan seperti Makasar, Jakarta, Batam, Semarang dan Maumere menkonfirmasi bahwa *Rattus norvegicus*, *Rattus tanezumi*, *Mus musculus* dan *Suncus murinus* terkonfirmasi positif mengandung hantavirus (Wibowo, 2010). Wilayah yang melaporkan kejadian leptospirosis adalah Jawa Tengah, DIY, DKI Jakarta, Banten, Jawa Barat, Jawa

Timur, Sumatera Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Kalimantan Utara, Maluku. Enam provinsi di pulau Jawa merupakan provinsi yang melaporkan kejadian leptospirosis sejak tahun 2014. Pada tahun 2020 terdapat 1170 kasus leptospirosis dengan angka kematian (*case fatality rate*; CFR) sebesar 9,1. CFR tertinggi di Provinsi Jawa Barat sebesar 16,4% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021). Sementara kasus hantavirus belum ada laporan bersumber dari otoritas kesehatan yang sudah terpublikasi. Berdasarkan penelitian kasus hantavirus pada manusia terjadi di kota Makasar, Jakarta dan Maumere. Selain itu juga pada tahun 2017 dilaporkan bahwa seorang warga Jerman setelah kembali dari Sulawesi positif menderita hantavirus berdasarkan pemeriksaan laboratorium (Wibowo, 2010; Hofmann *et al.*, 2018).

Keberadaan hewan reservoir leptospirosis dan hantavirus terutama tikus yang hidup tidak jauh dari manusia tersebar di seluruh dunia. Menurut Suyanto (2006) terdapat 171 jenis tikus di Indonesia, dan terdapat 63 jenis rodentia terdapat di pulau Kalimantan (Suyanto, 2006; Thomson *et al.*, 20). Dari berbagai jenis rodentia tersebut, beberapa diantaranya telah terkonfirmasi sebagai reservoir leptospirosis dan hantavirus di wilayah lain. Namun demikian, provinsi di wilayah pulau Kalimantan yang pernah melaporkan kasus leptospirosis adalah provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2011 dan provinsi Kalimantan Utara pada tahun 2019 dan 2020. Sementara kasus hantavirus belum pernah dilaporkan di wilayah Kalimantan. Penelitian di Serawak Malaysia pada tahun 2019 ditemukan kasus leptospirosis di tiga rumahsakit (Hii *et al.*, 2021). Gejala yang mirip dengan penyakit lain dan minimnya peralatan membuat leptospirosis dan hantavirus tidak terdeteksi oleh tenaga kesehatan.

Di Provinsi Kalimantan Barat sampai saat ini belum pernah dilaporkan kasus leptospirosis dan hantavirus. Sementara, hewan reservoir terutama tikus juga terdapat di seluruh wilayah pulau Kalimantan tak terkecuali di Provinsi Kalimantan Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis tikus yang berpotensi sebagai reservoir leptospirosis dan hantavirus di Provinsi Kalimantan Barat.

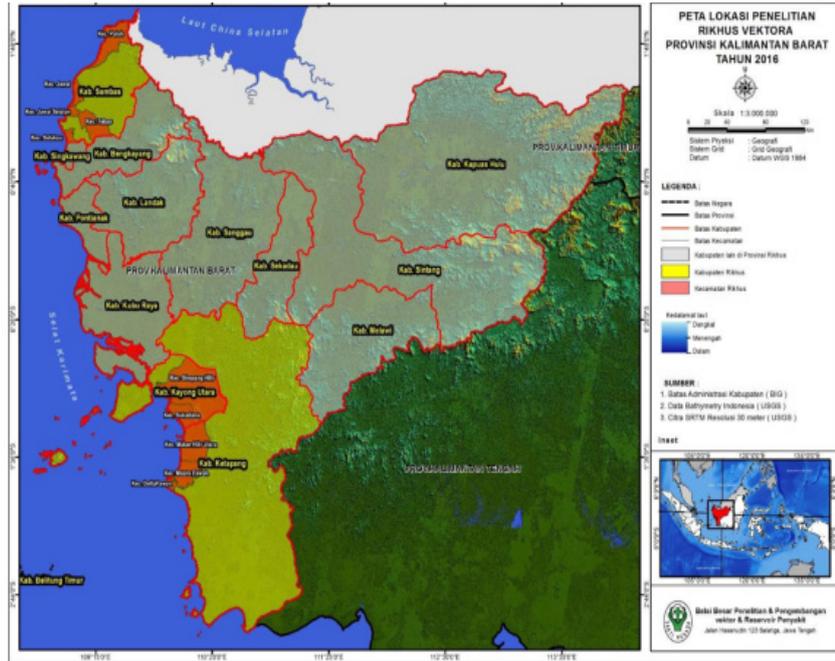
## **METODE**

Studi ini merupakan bagian dari Rikhus Vektora tahun 2016, dengan jenis penelitian observasional deskriptif dengan pendekatan potong-lintang. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2016 di Kabupaten Ketapang, Kabupaten Kayong Utara dan Kabupaten Sambas, Provinsi Kalimantan Barat (Gambar 1). Lokasi pengumpulan data di setiap kabupaten meliputi enam tipe ekosistem yaitu Hutan Jauh Pemukiman (PJP), Hutan Dekat pemukiman (PDP), Non Hutan Jauh Pemukiman (NHJP), NonHutan Dekat Pemukiman (NHDP), Pantai Jauh Pemukiman (PJP), dan Pantai Dekat Pemukiman (PDP).

Penangkapan tikus pada setiap ekosistem menggunakan *single live trap* sebanyak 100 buah selama dua hari. Setiap titik pemasangan perangkap dicatat koordinatnya menggunakan GPS. Pemasangan perangkap dilakukan pada pukul 14.00-17.00, kemudian pada pukul 06.00 keesokan harinya dilakukan pemeriksaan perangkap. Tikus yang tertangkap dimasukkan ke dalam kantong belacu kemudian dibawa ke laboratorium lapangan untuk dilakukan identifikasi dan pengambilan sampel.

Identifikasi tikus dengan melihat morfologi dan morfometri, kemudian dicocokkan dengan kunci identifikasi tikus. Setelah dilakukan identifikasi kemudian dilakukan pengambilan sampel yang meliputi sampel ginjal dan serum darah tikus. Sampel ginjal dan serum darah kemudian disimpan pada suhu 40-80 C. Pengambilan sampel di lapangan mengacu pada pedoman pengumpulan data Rikhus Vektora (B2P2VRP, 2015).

Selanjutnya pemeriksaan sampel patogen dilakukan di laboratorium B2P2VRP Salatiga. Pemeriksaan leptospirosis menggunakan metode MAT untuk sampel serologis dan metode PCR untuk sampel ginjal, sedangkan pemeriksaan hantavirus menggunakan metode ELISA.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Sumber : B2P2VRP Salatiga)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah tikus yang tertangkap sebanyak 277 ekor yang terdiri dari 6 genus dan 13 spesies, baik tikus domestik, peridomestik maupun tikus silvatic (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis dan jumlah jenis tikus yang tertangkap pada 6 ekosistem di Provinsi Kalimantan Barat

No	Spesies	Ekosistem						Jumlah
		HDP	HJP	NHDP	NHJP	PDP	PJP	
1	<i>Rattus tanezumi</i>	4	-	25	16	40	4	89
2	<i>Rattus norvegicus</i>	-	-	6	-	-	-	6
3	<i>Rattus tiomanicus</i>	14	36	-	7	4	50	111
4	<i>Rattus argentiventer</i>	-	-	-	-	2	-	2
5	<i>Rattus exulans</i>	4	1	3	2	15	28	53
6	<i>Maxomys surifer</i>	-	-	-	-	-	1	1
7	<i>Maxomys baedon</i>	-	-	-	-	-	1	1
9	<i>Maxomys whiteheadi</i>	-	-	-	-	-	3	3
10	<i>Niviventer cremoriventer</i>	-	-	-	-	-	3	3
11	<i>Sundamys mueleri</i>	-	1	-	-	-	4	5
12	<i>Lepodamys sabanus</i>	-	-	-	-	-	2	2
13	<i>Mus caroli</i>	-	-	-	-	1	-	1
	<b>Jumlah</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>62</b>	<b>96</b>	<b>277</b>

Jumlah jenis tikus yang tertangkap paling banyak adalah *Rattus tiomanicus*, dan paling sedikit adalah *Mus caroli*, *Maxymus surifer*, *Maxymus baeodon*, masing-masing satu ekor. Tikus tertangkap paling banyak pada ekosistem pantai jauh pemukiman (PJP) dan paling sedikit pada ekosistem non hutan jauh pemukiman (NHJP).

Hasil pemeriksaan laboratorium menggunakan metode PCR dan MAT menemukan bahwa jenis *Rattus tiomanicus*, *Rattus norvegicus*, *Rattus tanezumi*, dan *Rattus exulans* positif terinfeksi bakteri leptospira. *Rattus tiomanicus* positif leptospira merupakan tikus yang tertangkap pada ekosistem hutan dekat pemukiman, hutan jauh pemukiman dan nonhutan jauh pemukiman di Kabupaten Ketapang. *Rattus norvegicus* positif leptospira ditemukan pada ekosistem nonhutan dekat pemukiman di Kabupaten Ketapang. *Rattus exulans* positif leptospira ditemukan pada ekosistem pantai jauh pemukiman di Kabupaten Ketapang dan Kabupaten Kayong Utara, serta ekosistem pantai jauh pemukiman di Kabupaten Sambas. *Rattus tanezumi* positif leptospira ditemukan pada ekosistem nonhutan dekat pemukiman di Kabupaten Kayong Utara dan Kabupaten Sambas (Tabel 2).

**Tabel 2. Jumlah jenis tikus terkonfirmasi positif bakteri leptospira**

No	Spesies Tikus Positif Leptospira (uji MAT/PCR)	Ekosistem					
		HDP	HJP	NHDP	NHJP	PDP	PJP
1	<i>Rattus tiomanicus</i>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	-	1 <sup>a</sup>	-	-
2	<i>Rattus norvegicus</i>	-	-	1 <sup>a</sup>	-	-	-
3	<i>Rattus exulans</i>	-	-	-	-	2 <sup>a,b</sup>	1 <sup>c</sup>
4	<i>Rattus tanezumi</i>	-	-	2 <sup>b,c</sup>	-	-	-

Keterangan: <sup>a</sup>Kabupaten Ketapang, <sup>b</sup>Kabupaten Kayong Utara, <sup>c</sup>Kabupaten Sambas

Hasil pemeriksaan ELISA menemukan bahwa tikus jenis *Rattus tanezumi*, *Rattus exulans* dan *Rattus tiomanicus* teridentifikasi positif mengandung hantavirus. *Rattus tanezumi* positif hantavirus ditemukan pada ekosistem pantai jauh pemukiman di Kabupaten Ketapang dan pada ekosistem non hutan dekat pemukiman di Kabupaten Sambas. *Rattus exulans* positif hantavirus ditemukan pada ekosistem pantai dekat pemukiman di Kabupaten Ketapang. *Rattus tiomanicus* positif hantavirus ditemukan pada ekosistem pantai jauh pemukiman di Kabupaten Ketapang dan pada ekosistem hutan jauh pemukiman di Kabupaten Kayong Utara (Tabel 3).

**Tabel 3. Jumlah dan Jenis tikus terkonfirmasi positif hantavirus**

No	Spesies Tikus Positif Hantavirus (uji ELISA)	Ekosistem					
		HDP	HJP	NHDP	NHJP	PDP	PJP
1	<i>Rattus tanezumi</i>	-	-	3 <sup>a,c</sup>	-	-	2 <sup>a</sup>
2	<i>Rattus exulans</i>	-	-	-	-	1 <sup>a</sup>	-
3	<i>Rattus tiomanicus</i>	-	1 <sup>c</sup>	-	-	-	4 <sup>a</sup>

Keterangan: <sup>a</sup>Kabupaten Ketapang, <sup>b</sup>Kabupaten Kayong Utara, <sup>c</sup>Kabupaten Sambas

Tikus merupakan hewan tersebar di seluruh dunia karena mudah beradaptasi dengan lingkungan dan berbagai jenis makanan. Tikus mempunyai peranan penting dalam kesejahteraan manusia termasuk penyebaran berbagai macam penyakit zoonosis. Genus *Rattus* merupakan tikus yang memiliki distribusi penyebaran paling luas di dunia (Thomson *et al.*, 2018). Temuan penelitian ini bahwa jenis tikus dari genus *Rattus* positif patogen leptospra dan hantavirus membuktikan bahwa genus tersebut memiliki potensi sebagai penyebar zoonosis di wilayah Kalimantan Barat.

*Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus* merupakan jenis tikus yang biasa ditemukan di pemukiman penduduk, kondisi lingkungan yang buruk dan sumber makanan yang melimpah. Hal ini menjadi faktor pengaruh keberadaan kedua jenis tikus ini. Jenis tikus tersebut merupakan reservoir utama leptospirosis pada beberapa wilayah yang mengalami kenaikan kasus leptospirosis seperti di Semarang, Klaten, Bantul dan Tangerang (Wahyuni and Yuliadi, 2010; Ristiyanto *et al.*, 2015; Joharina *et al.*, 2018; Sunaryo and Priyanto, 2022). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian di Banyumas dan Tangerang, bahwa di daerah pemukiman yang terdapat kasus leptospirosis, jenis tikus yang tertangkap adalah *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus* (Joharina *et al.*, 2018; Kusumajaya *et al.*, 2018). *Rattus norvegicus* merupakan reservoir utama pada kejadian kasus leptospirosis. Penelitian di China dan Malaysia menemukan bahwa *Rattus norvegicus* merupakan jenis tikus yang paling banyak terinfeksi leptospira (Wang and He, 2013; Azhari *et al.*, 2018) and rats (*Rattus* spp.). Habitat *Rattus norvegicus* yang biasa ditemukan pada lingkungan yang buruk seperti saluran air dan tempat pembuangan sampah sementara, memungkinkan tikus tersebut terinfeksi leptospira karena hidup di sekitar air yang mungkin tercemar bakteri leptospira. Penelitian di Serawak Malaysia menunjukkan bahwa *Rattus rattus* merupakan jenis tikus yang paling banyak ditemukan di lingkungan pemukiman dan sebagian kecilnya terkonfirmasi positif leptospirosis (Pui *et al.*, 2017) as well as environmental samples, had been conducted worldwide, including Malaysia. However, limited studies have been documented on the presence of pathogenic, intermediate, and saprophytic *Leptospira* in selected animals and environments. This study was therefore conducted to detect *Leptospira* spp. in rats, soil, and water from urban areas of Sarawak using the polymerase chain reaction (PCR).

Hasil penelitian ini menemukan bahwa tikus peridomestik *Rattus tiomanicus* dan *Rattus exulans* terkonfirmasi positif leptospira. Kedua jenis tikus tersebut dikenal sebagai tikus peridomestik, yang hidup tidak jauh dari pemukiman atau bahkan di sekitar pemukiman (Supranelfy and Oktarina, 2019). *Rattus tiomanicus* dikenal sebagai tikus pohon. Tikus ini pernah terkonfirmasi sebagai reservoir leptospirosis di wilayah Selangor Malaysia, bersama-sama dengan *Rattus norvegicus* dan *Rattus tanezumi*. Penelitian di Sumatera Selatan menunjukkan bahwa *Rattus exulans* dan *Rattus tiomanicus* terkonfirmasi positif leptospira. Penelitian sebelumnya menemukan bahwa selain 4 jenis tikus (hasil penelitian ini), juga menemukan *Rattus argentiventer*, *Sundamys muelerri* dan *Maxomys whiteheadi* yang pernah terkonfirmasi bakteri leptospita (Azhari *et al.*, 2018). Hal tersebut perlu diwaspadai potensi penularan leptospirosis di wilayah Kalimantan Barat mengingat di wilayah lain di Pulau Kalimantan sudah ada laporan kasus leptospirosis pada manusia.

Hasil penelitian ini menyatakan bahwa jenis tikus *Rattus tanezumi*, *Rattus exulans* dan *Rattus tiomanicus* terinfeksi hantavirus. Hal ini sesuai dengan penelitian di Jawa Tengah bahwa ketiga jenis tikus ini terkonfirmasi *seropositive* hantavirus, dimana *Rattus tiomanicus* merupakan catatan baru jenis tikus yang positif terinfeksi hantavirus. *Rattus tanezumi* pernah terkonfirmasi seropositif di Semarang dan Jakarta, sedangkan *Rattus exulans* pernah terkonfirmasi *seropositive* hantavirus di Ujung Pandang (Wibowo, 2010; Mulyono *et al.*, 2017).

Meskipun di Kalimantan Barat belum pernah melaporkan kasus leptospirosis dan hantavirus, namun masyarakat dan otoritas kesehatan perlu mewaspadaai adanya penularan kasus leptospirosis dan hantavirus di wilayahnya. Jenis-jenis tikus yang terkonfirmasi positif tersebut merupakan jenis tikus yang keberadaannya tidak jauh dari lingkungan manusia. Kebiasaan masyarakat mencuci di sungai, aktivitas berkebun dan aktivitas di hutan merupakan faktor risiko terjadinya penularan leptospirosis. Kondisi lingkungan yang buruk dengan populasi tikus yang melimpah merupakan salah satu faktor risiko terjadinya penularan hantavirus (Sendow *et al.*, 2016). Kesiapan fasilitas kesehatan dalam melakukan pemeriksaan perlu ditingkatkan mengingat di wilayah Serawak yang merupakan perbatasan Malaysia-Indonesia pernah ditemukan kasus leptospirosis.

## KESIMPULAN

Jenis tikus positif terinfeksi bakteri leptospira adalah *Rattus tanezumi*, *Rattus norvegicus*, *Rattus exulans* dan *Rattus tiomanicus*. Jenis tikus terkonfirmasi positif hantavirus adalah *Rattus tanezumi*, *Rattus tiomanicus* dan *Rattus exulans*. Masyarakat dan otoritas kesehatan perlu waspada terhadap penularan leptospirosis dan hantavirus. Kampanye kesehatan, peningkatan kapasitas tenaga kesehatan dan fasilitas kesehatan diperlukan untuk menghadapi kejadian penularan leptospirosis dan hantavirus.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari riset khusus vektora. Penulis mengucapkan Terimakasih kepada Badan Litbangkes, B2P2VRP serta Lab Manajemen Data Badan Litbangkes yang telah menyelenggarakan penelitian ini dan menyediakan data untuk penulisan artikel ini. Penulis menyampaikan terimakasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, N.N., Ramli, S., Joseph, N., Philip, N., Mustapha, N. F., Ishak, S. N., Mohd-Taib, F. S., Md Nor, S., Yusof, M. A., Mohd Sah, S. A., Mohd Desa, M., Bashiru, G., Zeppelini, C. G., Costa, F., Sekawi, Z., and Neela, V. K., (2018), Molecular Characterization of Pathogenic *Leptospira* Sp. In Small Mammals Captured From The Human Leptospirosis Suspected Areas of Selangor State, Malaysia, *Acta Tropica*, 188, pp. 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.08.020>
- B2P2VRP, (2015), Riset Khusus Vektor dan Reservoir Penyakit: Pedoman Pengumpulan Data Reservoir (Tikus) di Lapangan. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Litbangkes.
- Hii, K.C., Robie, E. R., Saihidi, I., Berita, A., Alarja, N. A., Xiu, L., Merchant, J. A., Binder,

- R. A., Goh, J. K., Guernier-Cambert, V., Galán, D., Gregory, M. J., and Gray, G. C., (2021), Leptospirosis Infections Among Hospital Patients, Sarawak, Malaysia, *Tropical Diseases, Travel Medicine and Vaccines*, 7(1), pp. 1–13.
- Hofmann, J., Weiss, S., Kuhns, M., Zinke, A., Heinsberger, H., and Kruger, D. H., (2018), Importation of Human Seoul Virus Infection to Germany from Indonesia, *Emerging Infectious Disease*, 24(6), pp. 1099–1102.
- Ikawati, B., and Widiastuti, D., (2012), Dominant Factors In Fluencing *Leptospira* Sp Infection In Rat and *Suncus*, *Health Science Journal Indonesia*, 3(2), pp. 27–30.
- Joharina, A.S., Putro, D.B.W., Ardanto, A., Mulyono, A., and Trapsilowati, W., (2018), Identifikasi Hewan Reservoir Leptospirosis Di Daerah Peningkatan Kasus Leptospirosis Di Desa Pagedangan Ilir, Kecamatan Kronjo, Kabupaten Tangerang Tahun 2015, *Vektora : Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, 10(1), pp. 59–66.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2021), Profil Kesehatan Indonesia 2020, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kusumajaya, A., Utomo, B., and Hikmandari (2018), Tikus Pada Daerah Kasus Leptospirosis, *Bulletin Keslingmas*, 39(3), pp. 111–120.
- Mulyono, A., Ristiyanto, Handayani, F.D., Susanti, L., and Raharjo, J., (2017), Catatan Baru Reservoir Hantavirus dari Propinsi Jawa Tengah, *Vektora : Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, 9(2), pp. 51–59. <https://doi.org/10.22435/vk.v9i2.6955.51-58>
- Pui, C.F., Bilung, L. M., Apun, K., and Su'ut, L., (2017), Diversity of *Leptospira* spp. in Rats and Environment from Urban Areas of Sarawak, Malaysia, *Journal of Tropical Medicine*, 3760674. <https://doi.org/10.1155/2017/3760674>.
- Putro, D.B.W., Bagus, D., Ristiyanti, Mulyono, A., Handayani, F.D., and Jaharina, A.S., (2016), Deteksi *Leptospira* Patogenik pada Urin Anjing dengan Polymerase Chain Reaction (PCR) di Kota Semarang, *Vektora : Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, 8(1 JUN), pp. 7–12.
- Ristiyanto, Farida, D. H., Gambiro, Wahyuni, S., (2006), Spot Survei Reservoir Leptospirosis Di Desa Bakung Kecamatan Jogonalan Kabupaten Klaten Jawa Tengah, *Buletin Penelitian Kesehatan*, 34(3), pp. 105–110.
- Ristiyanto, Wibawa, T., Budiharta, S., and Supargiono, (2015), Prevalensi Tikus Terinfeksi *Leptospira interrogans* di Kota Semarang Jawa Tengah, *Vektora : Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, 7(2), pp. 85–92. <https://doi.org/10.22435/vk.v7i2.4508.85-92>
- Sendow, I., Dharmayanti, N.L.P.I., Saepullah, M., and Adjid, R.M.A., (2016), Infeksi Hantavirus: Penyakit Zoonosis yang Perlu Diantisipasi Keberadaannya di Indonesia, *Wartazoa*, 26(1), pp. 17–26.
- Sunaryo, S., and Priyanto, D., (2022), Leptospirosis in rats and livestock in Bantul and Gunungkidul district, Yogyakarta, Indonesia, *Veterinary World*, 15(7), pp. 1449–1455.
- Supranelfy, Y., S, N.H. and Oktarina, R. (2019), Analysis of environmental factors on distribution of rats which confirmed as reservoir in three districts in South Sumatera Province, *Vektora : Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, 11(1), pp. 31–38.
- Suyanto, A. (2006) LIPI- Seri Panduan Lapangan: Rodent di Jawa. Bogor: Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- Thomson, V., Wiewel, A., Chinen, A., Maryanto, I., Sinaga, M. H., How, R., Aplin, K., and Suzuki, H., (2018), A Perspective For Resolving The Systematics Of *Rattus*, The Vertebrates With The Most Influence on Human Welfare, *Zootaxa*, 4459(3), pp. 431–452. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4459.3.2>
- Wahyuni, S., and Yuliadi, (2010), Spot Survey Reservoir Leptospirosis di Beberapa Kabupaten Kota di Jawa Tengah, *Vektora : Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, II(2), pp. 140–148.
- Wang, C., and He, H., (2013), *Leptospira* spp. in Commensal Rodents, Beijing, China, *Journal of Wildlife Diseases*, 49(2), pp. 461–463.
- WHO (2003), Human Leptospirosis: Guidance For Diagnosis, Surveillance And Control, *WHO Library*, 45(5), pp. 1–109.
- Wibowo (2010), Epidemiologi Hantavirus di Indonesia, *Buletin Penelitian Kesehatan*, Suplemen, pp. 44–49.

# ANALISIS HUBUNGAN ASUPAN SENG DENGAN KEJADIAN *STUNTING* PADA BALITA DI PUSKESMAS SEDAN KABUPATEN REMBANG

AD Safarina<sup>1\*</sup>, A Yuniastuti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: [Agnedwisafarina@students.unnes.ac.id](mailto:Agnedwisafarina@students.unnes.ac.id)

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya angka prevalensi balita stunting di Indonesia dalam kurun waktu 2018-2021. Kondisi stunting menunjukkan adanya kekurangan asupan gizi pada periode 1000 hari pertama kehidupan. Defisit seng kronis menjadi salah satu penyebab anak mengalami stunting, sehingga penelusuran pemenuhan asupan seng yang cukup perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan asupan seng dengan kejadian stunting pada anak berusia di bawah lima tahun. Metode penelitian ini adalah observasional analitik, case control design. Pengambilan sampel berdasarkan metode purposive sampling dan dilaksanakan di wilayah kerja Puskesmas Sedan pada bulan Agustus 2022, dengan jumlah 30 sampel. Subjek penelitian merupakan anak berusia 18-60 bulan dengan kriteria nilai Z-score BB/U dan atau TB/U <-2SD. Pengujian data menggunakan uji Spearman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan seng harian yang diperoleh berdasarkan food recall 1x24 jam tidak memiliki hubungan dengan Z-score BB/U dan atau TB/U. Dari hasil uji diperoleh bahwa  $p=0,131 > 0,05$  sehingga tidak terdapat korelasi yang signifikan antara variabel yang dihubungkan. Koefisien korelasi antara kedua variabel tergolong rendah dengan nilai  $r = 0,282$ . Tidak terdapat hubungan signifikan antara asupan seng dengan kejadian stunting pada anak berusia di bawah lima tahun di wilayah kerja Puskesmas Sedan, Kabupaten Rembang.

**Kata kunci:** Asupan seng, food recall, stunting

## PENDAHULUAN

Stunting menurut data dari *World Health Organization* (WHO) merupakan ketidaknormalan pertumbuhan yang dipengaruhi oleh kurangnya asupan nutrisi serta infeksi berulang pada 1000 hari pertama kehidupan (WHO, 2014). Stunting merupakan permasalahan krusial bagi tumbuh kembang balita, dicirikan dengan pertumbuhan fisik balita yang cenderung kurang jika dibandingkan dengan anak seusianya. Balita dengan permasalahan stunting juga mengalami permasalahan dalam perkembangan kognitif, dimana kebanyakan balita stunting mengalami keterlambatan berbicara, keterlambatan berjalan, dan memiliki frekuensi sakit lebih sering dibandingkan dengan balita normal. Tidak hanya itu, anak dengan stunting memiliki potensi kecerdasan yang lebih rendah, serta mudah terpapar penyakit tidak menular ketika dewasa (Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, 2017). Kasus stunting atau gangguan tumbuh kembang anak di Indonesia sendiri salah satunya disebabkan oleh malnutrisi kronis.

Penyebab tingginya angka prevalensi stunting di Indonesia masih kompleks dan multifaktoral. Penyebab kejadian stunting antara lain adalah pemberian makanan atau pola makan (gizi) yang buruk, pola asuh yang kurang, serta sanitasi dan akses pelayanan kesehatan yang belum memadai. Kemudian, minimnya pengetahuan tentang pemberian gizi seimbang pada ibu hamil dan pemberian ASI pada anak dibawah usia lima tahun, juga menjadi faktor penyebab lainnya. Stunting dapat berpengaruh pada kesehatan individu dalam jangka pendek maupun jangka panjang, meliputi peningkatan mortalitas dan

morbiditas, perkembangan yang buruk, berkurangnya kemampuan belajar, peningkatan risiko terjangkit infeksi dan penyakit tidak menular ketika dewasa, serta menurunnya produktivitas (Beal dkk., 2018).

Seng atau *zinc* merupakan mikronutrien esensial yang didistribusikan ke seluruh tubuh dan memiliki peranan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan anak-anak. Seng berperan serta dalam pembelahan dan pertumbuhan sel, penyerapan elektrolit di usus, neurotransmisi, respon imun, katalisis enzimatis atau stabilisasi, dan modifikasi ungsional protein membran, protein pengatur gen, dan reseptor hormonal (Liu, 2018). Seng juga berperan dalam sintesis DNA dan RNA, metabolisme protein, serta pertumbuhan dan perkembangan total tubuh. Oleh karena itu apabila seorang individu mengalami defisiensi seng akan sangat mempengaruhi pertumbuhan (Prasad, 2013).

Kekurangan seng pada anak-anak merupakan dampak dari minimnya ketersediaan asupan, malabsorpsi, serta peningkatan kehilangan seng tubuh akibat dari penyakit. Studi menunjukkan bahwa balita dengan kadar seng yang tidak memadai beresiko 7,8 kali lebih besar mengalami stunting dibandingkan dengan balita dengan kebutuhan seng yang cukup (Berawi, 2019). Oleh sebab itu makanan dengan kandungan seng tinggi sangat penting sebagai upaya peningkatan pertumbuhan dan upaya mengurangi stunting.

Mengutip data dari portal resmi Provinsi Jawa Tengah (2020), hasil Survei Status Gizi Balita Indonesia (SSGBI) menunjukkan bahwa angka stunting di Kabupaten Rembang mencapai 24,79%. Hal ini menandakan masih tingginya kejadian stunting di Kabupaten Rembang. Dari 14 kecamatan di Kabupaten Rembang, Kecamatan Sedan merupakan kecamatan dengan jumlah balita stunting terbanyak, yaitu 203 anak balita stunting per bulan Juni 2022 yang tersebar di 21 desa. Penanganan stunting di Kecamatan Sedan hanya penanganan dari pemerintah dan dinas terkait, sehingga perlu dilakukan intervensi tambahan guna mempercepat penurunan angka stunting.

Berdasarkan uraian di atas, diketahui bahwa Kecamatan Sedan merupakan daerah dengan tingkat prevalensi stunting yang cukup tinggi. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah menganalisis hubungan asupan seng (*zinc*) dengan kejadian stunting pada anak berusia di bawah lima tahun di wilayah kerja Puskesmas Sedan, Kecamatan Sedan, Kabupaten Rembang.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain studi *case control*. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja UPT Puskesmas Sedan, Kabupaten Rembang pada bulan Agustus 2022. Sampel penelitian ini adalah 30 balita yang berada dalam wilayah kerja UPT Puskesmas Sedan. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah usia subjek penelitian minimum 18 bulan dan maksimum 60 bulan serta orang tua/wali subjek bersedia mengisi informed consent. Kriteria eksklusi penelitian yaitu subjek penelitian tidak dapat ditemui karena alasan tertentu sehingga data tidak lengkap, mengundurkan diri pada saat penelitian berlangsung, serta meninggal. Variabel independen adalah indeks *Z-Score* BB/U dan TB/U balita, sedangkan variabel dependen adalah asupan seng harian yang didapat dari perhitungan asupan seng

melalui *food recall* 1x24 jam. Karakteristik balita yang diteliti meliputi usia, berat badan dan tinggi badan, serta jenis kelamin balita. Data didapatkan dari hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan. Selain itu, metode wawancara dengan kuesioner *self-develop* yang berisi formulir *food recall* 1x24 jam, serta formulir keragaman pangan. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti Kantor Desa dan UPT Puskesmas Sedan yang meliputi jumlah rumah tangga yang memiliki balita dan berada dikategori stunting.

Penimbangan berat badan dilakukan dengan alat ukur timbangan berat badan dan pengukuran tinggi badan subjek penelitian dilakukan dengan bantuan alat ukur *stadiometer*. pengumpulan data usia dan jenis kelamin balita melalui metode wawancara. Pengumpulan data asupan zat gizi mikro seng (zinc) diperoleh melalui wawancara menggunakan *food recall* 24 jam selama satu hari. Analisis hubungan antara variabel independen dan dependen menggunakan uji Spearman dengan dasar pengambilan keputusan ada korelasi apabila nilai sig. <0,05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 30 balita usia 18-24 bulan sebagai subjek penelitian di Kecamatan Sedan, Kabupaten Rembang. Jumlah balita laki-laki sebanyak 13 anak (43,3%) dan jumlah balita perempuan sebanyak 17 anak (56,7%)(Tabel 1). Berdasarkan formulir *food recall* 1x24 jam menunjukkan bahwa dari 30 responden terdapat 22 responden dengan status stunting dan 8 responden status non stunting. Dari seluruh responden memiliki kecenderungan konsumsi asupan seng harian seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 1. Sebaran Sampel Balita Stunting di Posyandu Desa Sedan**

Parameter	Status nutrisi			
	Stunting	%	Non-stunting	%
Tingkat kecukupan seng				
Kurang (<90% AKG)	20	90,9	7	87,5
Baik (>90% AKG)	2	9,1	1	12,5

**Tabel 2. Asupan seng harian balita stunting dan non-stunting**

Posyandu	Jenis kelamin		Jumlah
	Laki-laki	Perempuan	
Al Barokah	3	5	8
Kumbo	1	0	1
Lestari	2	5	7
Reksodiputro 1	1	2	3
Reksodiputro 2	2	3	5
Sidomakmur	0	1	1
Sidomukti	4	1	5
Total	13	17	30

Permasalahan stunting kerap terjadi pada anak di bawah usia lima tahun. Masa paling rentan mengalami malnutrisi adalah masa peralihan dari ASI ke pengganti ASI. Pengganti ASI maupun MP-ASI kerap memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi tetapi mutu dan kandungan proteinnya sangat rendah. Kondisi tersebut juga disertai dengan kondisi kurangnya ketersediaan pangan, sehingga asupan seng yang diperoleh tidak mampu mencukupi kebutuhan gizi harian.

Berdasarkan data perkiraan kebutuhan fisiologis untuk seng yang diserap berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin, standar yang ditetapkan oleh WHO balita usia 1-3 tahun membutuhkan 0,83 mg seng/hari. Sementara balita dengan usia 3-5 tahun membutuhkan 0,97 mg seng/hari. Mayoritas balita dengan stunting kekurangan asupan seng harian. Dimana asupan seng kurang dari 90% AKG. Meskipun demikian, mayoritas balita non stunting juga mengalami kekurangan asupan seng harian. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi seng harian balita stunting adalah sebesar 2,65 mg per hari, sedangkan untuk balita non-stunting adalah 1,52 mg per hari. Hasil analisis yang dilakukan menggunakan uji Spearman menunjukkan bahwa asupan seng harian yang diperoleh berdasarkan *food recall* 1x24 jam tidak memiliki hubungan dengan *Z-score* BB/U. Dari hasil uji diperoleh bahwa  $p = 0,131$  (Tabel 3) yang mana jika nilai  $\text{sig} > 0,05$  dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat korelasi yang signifikan antara variabel yang dihubungkan. Kriteria tingkat hubungan atau koefisien korelasi antara kedua variabel tergolong rendah karena nilai  $r = 0,282$  yang artinya menunjukkan korelasi rendah.

**Tabel 3. Uji korelasi antara jumlah asupan seng dengan *Z-score* BB/U**

Spearman's rho	Korelasi		
		Asupan seng	<i>Z-score</i>
Asupan zinc	Koefisien korelasi	1,000	0,282
	Sig.	-	0,131
	N	30	30
<i>Z-score</i>	Koefisien korelasi	0,282	1,000
	Sig.	0,131	-
	N	30	30

Hasil ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Aramico (2013) yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara asupan seng dengan *z-score* BB/U pada balita usia 12-24 bulan dengan  $p = 0,607$  dan  $r = 0,069$ . Penelitian lain yang dilakukan oleh Nurmalitasari (2020) juga menyebutkan bahwa tidak terdapat hubungan antara asupan seng dengan rata-rata pertumbuhan balita dengan  $p = 0,231$ .

Faktor penyebab tidak adanya hubungan antara asupan seng harian dengan *z-score* TB/U antara lain yaitu; perbedaan usia subjek penelitian, pendapatan keluarga, variasi dan ketersediaan pangan, serta metode *food recall* 24 jam yang digunakan. Tidak adanya hubungan yang ditunjukkan antara kedua variabel tersebut didasari karena perbedaan usia subjek yang diteliti (Noftalina dkk., 2019). Balita dengan usia 1-3 tahun memiliki kebutuhan seng harian yang berbeda dengan balita usia 3-5 tahun. Pendapatan keluarga berpengaruh terhadap makanan yang diolah, sehingga mempengaruhi variasi pangan dan sajian makanan

tinggi asupan seng. Menurut de Benoist., dkk (2007) saat mempertimbangkan sumber daya dan validitas, metode penilaian asupan seng yang paling tepat untuk digunakan dalam survei adalah metode *food recall* 24 jam yang idealnya lebih dari satu hari dan diulang pada hari yang tidak berurutan. Sejalan dengan pernyataan tersebut Hotz dan Brown (2004) menyatakan bahwa penilaian asupan makanan dilakukan dua hari pada hari yang tidak berurutan untuk survei minimal 30-40 individu.

## KESIMPULAN

Tidak terdapat hubungan atau korelasi yang signifikan antara asupan seng (*zinc*) dengan kejadian stunting pada anak berusia di bawah lima tahun di wilayah kerja Puskesmas Sedan, Kecamatan Sedan, Kabupaten Rembang dengan  $p = 0,131$ . Berdasarkan analisis data konsumsi seng *food recall* 1x24 jam menunjukkan koefisien korelasi antara kedua variabel tergolong rendah karena nilai  $r = 0,282$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti ucapkan kepada responden atas waktu yang diberikan untuk penelitian ini. Serta Kepala Desa Sedan, Petugas UPT Puskesmas Sedan, dan kader posyandu yang telah membantu terlaksananya penelitian di Kecamatan Sedan, Kabupaten Rembang. Terima kasih juga kepada seluruh rekan tim yang telah membantu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aramico, B., Sudargo, T., and Susilo, J., (2013), Hubungan Sosial Ekonomi, Pola Asuh, Pola Makan Dengan Stunting Pada Siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Lut Tawar, Kabupaten Aceh Tengah, *Jurnal Gizi Dan Dietik Indonesia*, 3, pp. 121-130
- Beal, T., Tumilowicz, A., Sutrisna, A., Izwardy, D., and Neufeld, L. M., (2018), A Review of Child Stunting Determinants in Indonesia, *Maternal and Child Nutrition*, pp. 1–10.
- Berawi, K. N., Hidayati, M. N., Perdami, R. R. W., Susantiningsih, T., & Maskoen, A. M., (2019), Decreasing Seng Levels in Stunting Toddlers in Lampung Province, Indonesia, *Biomedical and Pharmacology Journal*, 12, pp. 239-244.
- de Benoist, B., Darnton-Hill, I., Davidsson, L., Fontaine, O., and Hotz, C., (2007), Conclusions of the Joint WHO/UNICEF/IAEA/IZiNCG Interagency Meeting on Zinc Status Indicators, *Food and Nutrition Bulletin*, 28, pp. 480-484.
- Hots, C., and Brown, K. H., (2004), Internasional Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) Technical Document No. 1 Assessment of the Risk of Zinc Deficiency in Populations and Options for Its Control, *Food and Nutrition Bulletin*, 25, pp. 94–203.
- Liu, E., Pimpin, L., Shulkin, M., Kranz, S., Duggan, C. P., Mozaffarian, D., & Fawzi, W. W., (2018), Effect of Seng Supplementation on Growth Outcomes in Children Under 5 Years of Age, *Nutrients*, pp. 377.
- Noftalina, E., Mayetti, and Afriwardi, (2019), Hubungan Kadar Zinc Dan Pola Asuh Ibu Dengan Kejadian Stunting Pada Anak Usia 2-5 Tahun di Kecamatan Panti Kabupaten Pasaman, *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 19, pp. 565-569.
- Nurmalitasari, A., (2020), Hubungan Asupan Zinc Dengan Rerata Pertumbuhan Panjang Badan Balita Usia 3 Tahun, *Undergraduate Thesis*, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia,
- Prasad A.S., (2013), Discovery of Human Seng Deficiency: Its Impact on Human Health and Disease, *Advances in Nutriotion*, 4, pp. 176–190.
- Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan. (2017). *100 Kabupaten/Kota Prioritas Untuk Intervensi Anak Kerdil (Stunting)*. diakses tanggal 15 Juni 2022,

jam 08.30.

World Health Organization. (2014). *Global Nutrition Targets 2025: Stunting Policy Brief*.  
Diakses tanggal 16 Juni 2022, jam 18.04.

# PENGGUNAAN MENCIT DAN TIKUS SEBAGAI HEWAN MODEL PENYAKIT STROKE

PR Intan<sup>1\*</sup>, A Noviantari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pusat Riset Biomedis, Organisasi Riset Kesehatan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) *Cibinong Science Center*, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km.46 Cibinong Bogor, Jawa Barat 16911

\*Email: putrirenointan111@gmail.com

## ABSTRAK

Stroke adalah terputusnya aliran darah ke otak akibat pecahnya pembuluh darah ke otak. Stroke terjadi karena tersumbatnya pembuluh darah ke otak sehingga pasokan nutrisi dan oksigen ke otak berkurang. Dalam pengobatan stroke, penelitian terus dikembangkan, baik uji in vitro, in vivo, sampai uji klinik. Pada uji in vivo, dibutuhkan hewan model yang sesuai dengan patogenesis penyakit sehingga mendapat gambaran yang terjadi pada manusia. Tujuan penulisan artikel ini adalah mengkaji berbagai metode yang digunakan dalam pembuatan hewan model penyakit stroke pada mencit dan tikus. Artikel ini merupakan review literatur melalui penelusuran pustaka yang didapatkan dari internet tentang berbagai metode dalam pembuatan hewan model penyakit stroke pada mencit dan tikus, serta kelebihan, dan kekurangan masing-masing metode tersebut. Beberapa model pembuatan hewan coba penyakit stroke adalah model embolik, model intraluminal filament middle cerebral artery occlusion (MCAO), model fototrombosis, induksi endothelin-1, model kraniotomi, dan lain-lain. Pemilihan model hewan stroke yang tepat diharapkan dapat mengoptimalkan desain studi uji in vivo di laboratorium.

**Kata kunci:** hewan model, in vivo, mencit, stroke, tikus

## PENDAHULUAN

Stroke adalah gejala klinis fokal atau global yang berkembang dengan cepat berupa gangguan fungsi otak yang berlangsung lebih dari 24 jam atau menyebabkan kematian, tanpa penyebab yang jelas selain karena berasal dari vaskular (Coupland dkk., 2017). Menurut laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013, prevalensi stroke di Indonesia berdasarkan diagnosis tenaga kesehatan sebesar tujuh per 1000 orang penduduk dan yang terdiagnosis oleh tenaga kesehatan atau gejala sebesar 12,1 per 1000 orang penduduk pada tahun 2013 dan meningkat pada tahun 2018 yaitu menjadi 10,9 per 1000 orang penduduk menurut diagnosis dokter. Jadi sebanyak 57,9% penyakit stroke telah terdiagnosis oleh tenaga kesehatan, dan terlihat meningkat seiring dengan peningkatan umur responden, serta prevalensinya sama banyak pada laki-laki dan perempuan (Kemenkes, 2013; Kemenkes RI, 2018).

Pada sebagian besar kejadian stroke dapat disebabkan oleh oklusi sementara dan permanen dari pembuluh darah yang keduanya diikuti dengan kejadian infark otak. Faktor risiko dominan penderita stroke di Indonesia adalah umur yang semakin meningkat, penyakit jantung koroner, diabetes melitus, hipertensi, dan gagal jantung. Stroke sudah muncul pada kelompok usia muda (15-24 tahun) sebesar 0,3%, demikian juga di negara lain (Ghani dkk., 2016).

Penelitian eksperimental dengan menggunakan berbagai macam hewan model penting dilakukan dalam memahami berbagai aspek yang berkaitan dengan patofisiologi selama fase stroke. Kejadian stroke dapat disebabkan antara lain oleh oklusi *transient* dan *permanent*. Salah satu cara membuat oklusi adalah dengan memasukkan benang filamen ke dalam *interna carotis artery* (ICA) sehingga akan mengoklusi *middle cerebral artery* (MCA) (Howells dkk., 2010). Rodensia banyak digunakan dalam pembuatan *middle cerebral artery occlusion* (MCAO) karena lebih *reproducible* dan model yang sesuai dengan kasus cerebral iskemik pada manusia. MCAO pada tikus menyebabkan area yang bersifat *focal cerebral ischemic* yang diikuti dengan kejadian infark (Tamura dkk., 1981; Bederson dkk., 1986) 3 animals were perused with carbon black and 8 with a FAM fixative (40% formaldehyde, glacial acetic acid, and methanol.

Dalam tahapan penelitian praklinis, pemilihan model stroke yang tepat merupakan hal yang sangat penting karena variasi stroke pada manusia sangat beragam sehingga sangat sulit untuk mendapatkan model stroke yang sangat menyerupai kondisi pada manusia. Hal ini tergantung pada spesies hewan percobaan dan metode induksi stroke, ukuran, tingkat keparahan dan lokasi infark. Misalnya, beberapa teknik melibatkan prosedur seperti *craniectomy* yang dapat mengakibatkan trauma pada tengkorak, dan tidak mungkin terjadi secara spontan pada manusia. Sehingga pemilihan metode induksi stroke perlu dipilih yang paling dekat kemiripannya pada kejadian di manusia.

Penelitian menggunakan hewan banyak memberikan manfaat mengenai pemahaman patofisiologi stroke, dan beberapa spesies hewan seperti mencit, tikus, kelinci dan primata (*nonhuman primates*; NHP) telah digunakan sebagai model untuk mempelajari stroke. Perlu diketahui sejauh mana hewan model stroke menyerupai kondisi pada manusia. Rodensia (tikus dan mencit) paling banyak digunakan karena harganya yang relatif lebih murah dan anatomi sirkulasi *cranial* mirip dengan manusia, tingkat keparahan, durasi, dan lokasi oklusi dapat dikontrol.

Pembuatan hewan model dilakukan untuk mendeteksi kelainan yang terjadi pada otak setelah kejadian stroke, sampai dengan penelitian yang bersifat neuroprotektif untuk memperkecil kematian sel dan volume infark pasca stroke. Studi praklinis menggunakan hewan model memiliki peran utama dalam pemahaman mengenai patofisiologi dan pemilihan terapi stroke. Selama beberapa dekade terakhir, dilakukan pengembangan hewan model stroke yang menyerupai stroke pada manusia. Pada kajian ini akan dibahas beberapa metode pembuatan hewan model stroke menggunakan tikus dan mencit.

## **METODE**

Artikel ini merupakan review literatur tentang berbagai metode dalam pembuatan hewan model penyakit stroke pada mencit dan tikus, serta kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode tersebut. Literatur diperoleh dari berbagai sumber yang telah dipublikasi. Bahan referensi didapatkan dari sumber internet berupa jurnal, buku, laporan penelitian dari dalam dan luar negeri.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Stroke

Berdasarkan *World Health Organization (WHO)*, stroke adalah gangguan fungsional susunan saraf (otak) akibat dari gangguan aliran darah di otak dan tidak disebabkan trauma atau tumor di otak (Setyopranoto, 2011). Penyakit ini termasuk penyakit serebrovaskuler dengan berkurangnya aliran darah dan oksigen ke otak dan menyebabkan kematian sel saraf karena pecahnya pembuluh darah ke otak (stroke hemoragik) atau adanya penyumbatan pembuluh darah ke otak (stroke iskemik) (Harukuni dan Bhardwaj, 2006). Stroke akut terjadi setelah 24 jam pertama dari kejadian stroke (Wittenauer dan Smith, 2012).

Stroke menyebabkan kerusakan pada sel saraf, astrosit, oligodendrosit, dan sel endotelial. Stroke juga menyebabkan terganggunya saraf sensorik, motorik, dan kemampuan kognitif pasien. Penyakit ini adalah penyakit yang fatal dan mematikan karena tidak ada obat sampai saat ini. Transplantasi menggunakan sel punca mulai dilakukan untuk mengembalikan fungsi otak setelah terjadi stroke (Ferroni dkk., 2012). Terdapat 3 jenis stroke, yaitu stroke iskemik, stroke hemoragik, dan *transient ischaemic attack (TIA)* (Corbyn, 2014).

#### a. Stroke Iskemik

Stroke iskemik adalah jenis stroke yang terjadi karena adanya penyumbatan arteri menuju otak oleh gumpalan darah atau penumpukan lemak. Stroke ini paling umum dan cenderung berakibat fatal yang disebabkan oleh trombosis atau emboli. Gejala stroke ini bervariasi tergantung pada lokasi oklusi. Jenis stroke ini dibedakan menjadi 2, yaitu *atherosclerotic ischemic stroke* dan *embolic ischemic stroke*. *Atherosclerotic ischemic stroke* sering terjadi pada lansia yang berlangsung tanpa gejala. Sedangkan *embolic ischemic stroke* terjadi pada pasien penyakit jantung rematik, atrial fibrilasi, ateroma arteri, dan infark miokard. Emboli dapat menyebabkan pendarahan kecil di sekitar obstruksi (Wittenauer dan Smith, 2012).

#### b. Stroke hemoragik

Stroke hemoragik disebabkan pembuluh darah di otak pecah secara spontan karena adanya hipertensi yang tidak terkontrol dan dapat berakibat fatal. Namun, stroke ini jarang terjadi dibandingkan stroke iskemik. Ada 2 jenis stroke hemoragik, yaitu stroke hemoragik akibat pendarahan intraserebral sekunder yang menyebabkan hipertensi, *angiopathy amyloid cerebral*, atau penyakit arteri degeneratif, dan stroke hemoragik akibat perdarahan *subarachnoid* yang disebabkan oleh pecahnya *aneurisma*. Faktor risiko pendarahan utama pada lansia adalah konsumsi alkohol (tingkat berat) dan hipertensi, sedangkan pada penduduk usia muda pendarahan biasanya terjadi karena penyalahgunaan kokain (Wittenauer dan Smith, 2012).

#### c. *Transient ischaemic attack (TIA)*

TIA atau '*mini-stroke*' terjadi karena aliran darah ke otak terganggu yang berlangsung kurang dari 5 menit, setelah itu gejala menghilang.

## Jenis jenis metode induksi stroke

Banyak jenis hewan telah dikembangkan untuk mempelajari patofisiologi penyakit stroke. Penggunaan hewan model bertujuan agar hasil penelitian dapat diprediksi dan *reproducible*. Beberapa metode hewan model penyakit stroke pada tikus dan mencit adalah sebagai berikut:

### *Middle Cerebral Artery Occlusion (MCAO)*

Intraluminal *filament model of middle cerebral artery occlusion* (MCAO) adalah metode yang paling banyak digunakan untuk induksi stroke. Hal ini dikarenakan model ini menghasilkan persamaan pada penumbra dan *reproducible* infark yang sama pada manusia (Clark dkk., 1997). Kelemahan model dan metode ini adalah terjadinya perluasan kerusakan jaringan di otak. Di beberapa penelitian, kerusakan meluas ke *thalamus*, *substantia nigra* dan hipokampus (Steele dkk., 2008) even after 2 days of reperfusion. Sixty minutes fMCAO followed by 2 hours reperfusion resulted in extensive cell damage in the inner nuclear (>30%

MCA sangat rentan terhadap kejadian iskemik dan oklusi pada manusia, dan 70% kejadian menyebabkan kecacatan. Metode ini paling banyak digunakan pada tikus dan mencit (Bogousslavsky dkk., 1988; Howells dkk., 2010). Metode MCAO bersifat invasif yang minimal, pembuatan oklusi pada arteri karotis dengan memasukkan benang yang bertujuan menghambat aliran darah ke MCA. Lama oklusi untuk menginduksi terjadinya infark pada umumnya selama 60 atau 90 menit atau secara permanen, dan memiliki tingkat keberhasilan 88-100% pada tikus dan mencit (Liu dkk., 2009) our review of literature shows that the infarct variation coefficient of commonly performed stroke models ranges from 5% to 200%. An overall improvement of the commonly used stroke models will further improve the quality for experimental stroke research as well as inter-lab comparability. Many factors play a significant role in causing outcome variation; however, they have not yet been adequately addressed in the Stroke Therapy Academic Industry Roundtable (STAIR

Galur tikus yang paling umum digunakan pada uji praklinis adalah galur Sprague-Dawley, yang memiliki volume infark lebih kecil (O'Collins dkk., 2017). Sementara galur mencit yang paling sering digunakan untuk metode ini adalah *C57BL/6* dan *SV129*. Reprodusibilitas teknik ini tergantung pada banyak faktor, seperti galur hewan, diameter jahitan, berat badan dan umur. Kelebihan dari metode ini adalah mirip dengan stroke iskemik pada manusia dan menghasilkan area penumbra yang sama (Connolly dkk., 1996). Metode MCAO sesuai untuk menghasilkan stroke iskemik dan berkaitan dengan gambaran klinis seperti kematian sel, inflamasi serebral dan kerusakan *blood brain barrier* (BBB) (Kaur dkk., 2019).

Teknik pembuatan model ini diawali dengan memberikan anestesi inhalasi kombinasi 3% *isoflurane* dan oksigen. Suhu tubuh selama prosedur operasi diukur menggunakan *thermometer* dan dijaga antara  $37^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  menggunakan *warm pad*. *Cerebral blood flow* (CBF) diukur bilateral di kedua hemispher menggunakan Laser-Doppler flowmeter optic probe. Probe pada hemisphere kontralateral bertujuan untuk mengetahui adanya

*subarachnoid hemorrhage* setelah benang dimasukkan. Jika aliran darah turun sebesar 50% hanya pada bagian *ipsilateral hemisphere* maka dikatakan terjadi iskemia (Habib dkk., 2020) despite the reperfusion modalities thrombolysis and thrombectomy. Post-ischemic brain damage is aggravated by an excessive inflammatory cascade involving the activation and regulation of the pro-inflammatory cytokines IL-1 $\beta$  and IL-18 by inflammasomes. However, the role of AIM2 and NLRC4 inflammasomes and the influence of the neuroprotective steroids 17 $\beta$ -estradiol (E2, tetapi jika aliran darah menurun pada kedua hemisphere menandakan terjadinya ruptur pada arteri diikuti hemoragi pada otak sehingga hewan ini tidak dapat diikuti sebagai hewan percobaan. Sayatan dibuat pada garis tengah leher sepanjang 3 cm dan *common carotid artery (CCA)* kiri dan nervus vagus dipisahkan dari arteri. Kemudian dibuat lubang kecil pada dinding CCA menggunakan gunting kecil. Benang berlapis silikon dimasukkan perlahan ke dalam *arteri karotis interna* sampai MCA tersumbat, dan penurunan mendadak nilai CBF (lebih dari 50%) diamati di ipsilateral. Benang MCAO difiksir menggunakan *microclip*. Kondisi ini dipertahankan selama 1 jam, dan aliran darah diamati dan dicatat setiap 10 menit selama oklusi. Kemudian benang dikeluarkan secara perlahan dari *interna carotis artery (ICA)*. Langkah bedah yang sama dilakukan pada kelompok kontrol kecuali untuk penyisipan benang di MCA (Khassafi dkk., 2022).

### **Craniotomy**

Metode ini menggunakan prosedur pembedahan untuk menginduksi oklusi di arteri. Pada teknik ini, penurunan neurologis dapat diinduksi pada mencit dengan *electrocoagulation* yang menyebabkan kerusakan permanen atau mikroaneurisma sampai aliran darah terganggu. Perbedaan volume infark tergantung pada jenis oklusi permanen atau sementara (Popa-Wagner dkk., 1999; Sugimori dkk., 2004). Spesies hewan yang paling banyak digunakan pada metode ini adalah tikus galur *P12 CB-17* (Tsuji dkk., 2013) such as cerebral palsy and epilepsy. Currently, the rodent models of neonatal stroke that are available exhibit significant inter-animal variability, which makes it difficult to accurately assess the mechanisms of brain injury and the efficacy of candidate treatments. We aimed to introduce a novel, highly reproducible model of stroke, middle cerebral artery occlusion (MCAO).

Kelebihan metode ini terdapat pada ukuran infark yang dapat direproduksi dan penurunan fungsi neurologis, penurunan mortalitas dan visual. Sementara kelemahan metode ini adalah sangat invasive, dapat menyebabkan komplikasi saat prosedur bedah serta membutuhkan ketrampilan bedah.

Teknik pembuatan model ini diawali dengan memberikan sedasi isoflurane (3%), kemudian dianestesi. Hewan difiksasi menggunakan alat *stereotaxic*. Saturasi oksigen diukur menggunakan *oximeter* dan pengukuran suhu tubuh dijaga pada suhu 37,3 $^{\circ}$ C $\pm$ 0,2 $^{\circ}$ C. Sayatan *midsagittal* 2.5 cm dibuat menggunakan scalpel dan dipreparasi sampai tampak tulang tengkorak. Diameter dan lokasi lubang pada cranium tergantung pada tujuan penelitian. Tulang yang paling mudah diakses adalah tulang *parietal*. Pengeboran tulang dilakukan di bawah mikroskop menggunakan *micro drill bit* (0.7 mm) sampai menemukan dura atau sampai dengan potongan tulang di tengah kraniotomi menjadi longgar. Terdapat

2 macam teknik untuk mengekspose jaringan otak. Pertama menjaga dura tetap utuh, kemudian ditipiskan menggunakan jarum kecil. Kedua, merusak dura menggunakan jarum sehingga membentuk celah (Aboghazleh dkk., 2022) making them vulnerable for injury. In addition, they are uniquely characterized with the blood-brain barrier, and an extra caution is required during procedures that involve engagement of cerebral vessels (i.e., craniotomy).

### ***Photo-thrombosis model***

*Cerebral venous sinus thrombosis* (CVST) adalah tromboemboli vena yang jarang terjadi, hanya 1% dari kejadian stroke yang mengakibatkan kerusakan parenkim otak (Bourrienne dkk., 2022). CVST adalah lokasi yang jarang terjadi *thromboemboli vena* (VTE), merupakan penyebab stroke pada manusia dewasa muda (Ferro dkk., 2017) Teknik pembuatan model ini diawali dengan memberikan anestesi dan difiksasi pada alat *stereotaxic*. Lokasi iradiasi dipusatkan 1 mm lateral dan posterior kanan ke *bregma* pada tengkorak. Segera setelah injeksi pewarna fotokimia *Rose Bengal* (20 mg/kg) melalui vena ekor, mencit disinari green light pada 540 nm melalui lokasi iradiasi pada diameter 2 mm selama 2 menit. *Laser speckle contrast imaging system* (Pericam PSI HD system, Stockholm, Sweden) digunakan untuk merekam perubahan aliran darah cortical *in vivo*. Selama perlakuan, status pernapasan dikontrol dan suhu tubuh dijaga pada 37,5°C dengan bantal pemanas (Yao dkk., 2022).

### **Model Endothelin-1**

Endotelin-1 adalah *peptide long acting* yang bekerja vasokonstriktif melalui injeksi stereotaktis, atau diaplikasikan pada permukaan kortikal saja (Fluri dkk., 2015). Injeksi endotelin-1 menghasilkan penurunan signifikan pada aliran darah otak yang berlangsung lebih lama dan diikuti dengan reperfusi (Biernaskie dkk., 2001). Kelebihan model ini adalah tingkat kematian yang sangat rendah karena teknik yang kurang *invasive*. Tetapi endotelin-1 menginduksi astrositosis dan menyebabkan pertumbuhan aksonal sehingga dapat mengakibatkan salah interpretasi pada evaluasi perbaikan saraf pasca stroke (Uesugi dkk., 1998).

Teknik pembuatan model ini diawali dengan memberikan anestesi *isoflurane* (5% at 1 L/min) dan ditempatkan pada alat stereotaktis. ET-1 diinjeksikan pada motor cortex diarea kedua rostro-caudal: 0.5 dan 2.0 mm rostral dan 2.8 mm lateral bregma dan 1.5 mm di bawah permukaan otak (Syeda dkk., 2022).

### ***Embolic stroke model***

Kebanyakan kasus stroke iskemik pada manusia disebabkan karena oklusi arteri (paling sering pada MCA oleh trombus atau emboli). Oklusi emboli pada MCA dengan *clot* darah autologous atau heterolog pada rodensia, merupakan salah satu metode untuk memodelkan fokal dan *multifocal* serebral iskemia, dan menyerupai patogenesis stroke iskemik pada manusia (Chuang dkk., 2018). Bentuk emboli pada metode ini berupa *microsphere*, *macrospere* dan *thromboembolic*. Model *microsphere* dengan pemberian emboli berbentuk bola berdiameter 20-50  $\mu\text{m}$  ke dalam sistem sirkulasi menggunakan mikrokateeter untuk membentuk infark multifokal (Hossmann, 2008). Emboli bentuk

*Macrospheres* berdiameter 100-400 µm yang dimasukkan ke dalam *intracerebral artery* (ICA) untuk menghasilkan lesio yang dapat direproduksi di MCA (Gerriets dkk., 2003).

Model oklusi tromboemboli dari MCA pada tikus dikembangkan menggunakan injeksi trombin langsung ke dalam lumen MCA, dan menghasilkan clot/bekuan darah. Volume infark tergantung pada ukuran bekuan yang terbentuk. Kekurangan metode ini adalah sangat invasif (*craniotomy*) dan pembentukan bekuan darah yang tidak terstandar sehingga menurunkan reproduibilitas infark pada otak, serta keterbatasan dalam pengamatan neurologi/sensimotor karena lokasi dan ukuran infark yang kecil (Niessen dkk., 2003; the middle cerebral artery was occluded by intracarotid injection of fibrin-rich clots, prepared either according to established methods by adding thrombin to freshly drawn arterial blood or by spontaneous coagulation. The mechanical properties of clots were determined in vitro by elasticity and plasticity tests. One hour after embolism, thrombolysis was started by intra-arterial application of recombinant tissue plasminogen activator (rtPAMacRae, 2011).

Teknik pembuatan model ini diawali dengan memberikan anestesi dengan injeksi intraperitoneal 6% chloral hydrate (300 mg/kg). Dibuat sayatan pada garis tengah sepanjang 2 cm di permukaan anterior leher tikus, *common carotid artery* (CCA) kiri diisolasi dan diikat menggunakan benang silk 4.0. *external carotid artery* (ECA) kiri dan *internal carotid artery* (ICA) dipisahkan dari dasar tengkorak, *pterygopalatine artery* (PPA) diligasi. Dibuat sayatan kecil di CCA berjarak 2 mm distal dari bifurkasio. Kateter dimasukkan ke dalam ICA melalui sayatan di CCA pada jarak 14-18 mm dari bifurkasi CCA. sebanyak 400 µL darah arteri diambil menggunakan syringe yang berisi 50 µL larutan tromboplastin dan 50 µL 0,025 M CaCl<sub>2</sub>, kemudian dibilas menggunakan larutan 0.9% NaCl. Darah dalam syringe dihomogenkan, dan setelah 20 menit, terbentuk 100 µL clot kemudian diinjeksikan melalui kateter melalui lumen ICA sampai mencapai lokasi yang diinginkan (Ostrova *et al.*, 2021).

## KESIMPULAN

Beberapa metode pembuatan hewan coba penyakit stroke adalah model embolik, *model intraluminal filament, middle cerebral artery occlusion* (MCAO), model fototrombosis, induksi endothelin-1, model kraniotomi, dan lain-lain. Pemilihan model hewan stroke yang tepat diharapkan dapat mengoptimalkan desain studi uji *in vivo* di laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aboghazleh, R., Alkahmous, B., Swissa, E., Mansoor, S., Friedman, A., & Prager, O. (2022). Craniotomy for acute monitoring of pial vessels in the rodent brain. *MethodsX* 9, 101694. doi: 10.1016/j.mex.2022.101694.
- Arkelius, K., Vivien, D., Orset, C., & Ansar, S. (2020). Validation of a stroke model in rat compatible with rt-PA-induced thrombolysis: new hope for successful translation to the clinic. *Scientific Reports*, 10(1), pp. 1–12. doi: 10.1038/s41598-020-69081-0.
- Bederson, J. B., Pitts, L. H., Tsuji, M., Nishimura, M. C., Davis, R. L., & Bartkowski,

- H. (1986). Rat middle cerebral artery occlusion: Evaluation of the model and development of a neurologic examination. *Stroke*, 17(3), pp. 472–476. doi: 10.1161/01.STR.17.3.472.
- Biernaskie, J., Corbett, D., Peeling, J., Wells, J., & Lei, H. (2001). A serial MR study of cerebral blood flow changes and lesion development following endothelin-1-induced ischemia in rats. *Magnetic Resonance in Medicine*, 46(4), 827–830. doi: 10.1002/mrm.1263.
- Bogousslavsky, J., Melle, G. Van and Regli, F. (1988). The lausanne stroke registry: Analysis of 1,000 consecutive patients with first stroke. *Stroke*, pp.1083–1092. doi: 10.1161/01.STR.19.9.1083.
- Bourrienne, M. C., Gay, J., Mazighi, M., & Ajzenberg, N. (2022). State of the art in cerebral venous sinus thrombosis animal models. (July), 1–10. doi: 10.1111/jth.15816.
- Chuang, B. T., Liu, X., Lundberg, A. J., Toung, T. J., Ulatowski, J. A., & Koehler, R. C. (2018). Refinement of embolic stroke model in rats: Effect of post-embolization anesthesia duration on arterial blood pressure, cerebral edema and mortality. *Journal of Neuroscience Methods*, 307, 8–13. doi: 10.1016/j.jneumeth.2018.06.012.
- Clark, W., Lessov, N., Dixon, M., & Eckenstein, F. (1997) Monofilament intraluminal middle cerebral artery occlusion in the mouse. *Neurological Research*, 19(6), 641–648. doi: 10.1080/01616412.1997.11740874.
- Connolly, E. S., Winfree, C. J., Stern, D. M., Stern, D. M., Solomon, R. A., & Pinsky, D. J. (1996). Procedural and strain-related variables significantly affect outcome in a murine model of focal cerebral ischemia. *Neurosurgery*, 38(3), 523–532. doi: 10.1097/00006123-199603000-00021.
- Corbyn, Z. (2014). Statistics: A growing global burden. *Nature*, 510 (7506 SUPPL.), 5–6. doi: 10.1038/510S2a.
- Coupland, A. P., Thapar, A., Qureshi, M. I., Jenkins, H., & Davies, A. H. (2017). The definition of stroke. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 110(1), 9–12. doi: 10.1177/0141076816680121.
- Ferro, J. M., Boussier, M. G., Canhão, P., Coutinho, J. M., Crassard, I., Dentali, F., ... & European Stroke Organization. (2017). European Stroke Organization guideline for the diagnosis and treatment of cerebral venous thrombosis – Endorsed by the European Academy of Neurology. *European Stroke Journal*, 2(3), 195–221. doi: 10.1177/2396987317719364.
- Ferroni, L., Gardin, C., Tocco, I., Epis, R., Casadei, A., Vindigni, V., ... & Zavan, B. (2012). Potential for Neural Differentiation of Mesenchymal Stem Cells. *Mesenchymal stem cells-basics and clinical application* 1, 89-115.
- Fluri, F., Schuhmann, M. K. and Kleinschnitz, C. (2015). Animal models of ischemic stroke and their application in clinical research. *Drug Design, Development and Therapy*, 9, 3445–3454. doi: 10.2147/DDDT.S56071.
- Gerriets, T., Li, F., Silva, M. D., Meng, X., Brevard, M., Sotak, C. H., & Fisher, M. (2003).

- The macrosphere model: Evaluation of a new stroke model for permanent middle cerebral artery occlusion in rats. *Journal of Neuroscience Methods*, 122(2), 201–211. doi: 10.1016/S0165-0270(02)00322-9.
- Ghani, L., Mihardja, L. K. and Delima, D. (2016). Faktor Risiko Dominan Penderita Stroke di Indonesia. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 44(1), 49–58. doi: 10.22435/bpk.v44i1.4949.49-58.
- Habib, P., Harms, J., Zendedel, A., Beyer, C., & Slowik, A. (2020). Gonadal hormones E2 and p mitigate cerebral ischemia-induced upregulation of the AIM2 and NLRC4 inflammasomes in rats. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(13), 1–24. doi: 10.3390/ijms21134795.
- Harukuni, I. and Bhardwaj, A. (2006). Mechanisms of Brain Injury after Global Cerebral Ischemia. *Neurologic Clinics*, 24, 1–21. doi: 10.1016/j.ncl.2005.10.004.
- Hossmann, K. A. (2008). Cerebral ischemia: Models, methods and outcomes. *Neuropharmacology*, 55(3), pp. 257–270. doi: 10.1016/j.neuropharm.2007.12.004.
- Howells, D. W., Porritt, M. J., Rewell, S. S., O'collins, V., Sena, E. S., Van Der Worp, H. B., ... & Macleod, M. R. (2010). Different strokes for different folks: The rich diversity of animal models of focal cerebral ischemia. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 30(8), 1412–1431. doi: 10.1038/jcbfm.2010.66.
- Ismail Setyopranoto (2011). Stroke : Gejala dan Penatalaksanaan. *Cermin Dunia Kedokteran*, 38(4), 247–250.
- Kaur, H., Sarmah, D., Kalia, K., Borah, A., Dave, K. R., Yavagal, D. R., & Bhattacharya, P. (2019). Animal models of ischemic stroke. *Application of Biomedical Engineering in Neuroscience*, 41–50. doi: 10.1007/978-981-13-7142-4\_2.
- Kemenkes (2013) *Laporan hasil riset kesehatan dasar (Riskesdas) 2013*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Kemenkes RI (2018). Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. *Kementrian Kesehatan RI*, 53(9), 1689–1699.
- Khassafi, N., Zahraei, Z., Vahidinia, Z., Karimian, M., & Azami Tameh, A. (2022). Calcitriol Pretreatment Attenuates Glutamate Neurotoxicity by Regulating NMDAR and CYP46A1 Gene Expression in Rats Subjected to Transient Middle Cerebral Artery Occlusion. *Journal of neuropathology and experimental neurology*, 81(4), 252–259. doi: 10.1093/jnen/nlac011.
- Kretz, C. A., Vaezzadeh, N. and Gross, P. L. (2010). Tissue factor and thrombosis models. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 30(5), 900–908. doi: 10.1161/ATVBAHA.108.177477.
- Liu, S., Zhen, G., Meloni, B. P., Campbell, K., & Winn, H. R. (2009). Rodent Stroke Model Guidelines for Pre-clinical Stroke Trials (1st edition). *Journal of Experimental Stroke & Translational Medicine*, 02(02), 2–27. doi: 10.4172/1939-067x.1000108.
- MacRae, I. (2011). Preclinical stroke research - Advantages and disadvantages of the

most common rodent models of focal ischaemia. *British Journal of Pharmacology*, 164(4), 1062–1078. doi: 10.1111/j.1476-5381.2011.01398.x.

- Niessen, F., Hilger, T., Hoehn, M., & Hossmann, K. A. (2003). Differences in clot preparation determine outcome of recombinant tissue plasminogen activator treatment in experimental thromboembolic stroke. *Stroke*, 34(8), 2019–2024. doi: 10.1161/01.STR.0000080941.73934.30.
- O'Collins, V. E., Donnan, G. A., Macleod, M. R., & Howells, D. W. (2017). *Animal Models of Ischemic Stroke Versus Clinical Stroke: Comparison of Infarct Size, Cause, Location, Study Design, and Efficacy of Experimental Therapies, Animal Models for the Study of Human Disease: Second Edition*. doi: 10.1016/B978-0-12-809468-6.00020-6.
- Orset, C., Macrez, R., Young, A. R., Panthou, D., Angles-Cano, E., Maubert, E., ... & Vivien, D. (2007). Mouse model of in situ thromboembolic stroke and reperfusion. *Stroke*, 38(10), 2771–2778. doi: 10.1161/STROKEAHA.107.487520.
- Ostrova, I. V., Kalabushev, S. N., Ryzhkov, I. A., & Tsokolaeva, Z. I. (2021). A novel thromboplastin-based rat model of ischemic stroke. *Brain Sciences*, 11(11), 1–10. doi: 10.3390/brainsci11111475.
- Overgaard, K., Sereghy, T., Boysen, G., Pedersen, H., Høyer, S., & Diemer, N. H. (1992). A rat model of reproducible cerebral infarction using thrombotic blood clot emboli', *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 12(3), 484–490. doi: 10.1038/jcbfm.1992.66.
- Popa-Wagner, A., Schröder, E., Schmoll, H., Walker, L. C., & Kessler, C. (1999). Upregulation of MAP1B and MAP2 in the rat brain after middle cerebral artery occlusion: Effect of age. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 19(4), 425–434. doi: 10.1097/00004647-199904000-00008.
- Sommer, C. J. (2017). Ischemic stroke: experimental models and reality. *Acta Neuropathologica*, 133(2), 245–261. doi: 10.1007/s00401-017-1667-0.
- Steele, E. C., Guo, Q. and Namura, S. (2008). Filamentous middle cerebral artery occlusion causes ischemic damage to the retina in mice. *Stroke*, 39(7), 2099–2104. doi: 10.1161/STROKEAHA.107.504357.
- Sugimori, H., Yao, H., Ooboshi, H., Ibayashi, S., & Iida, M.. (2004). Krypton laser-induced photothrombotic distal middle cerebral artery occlusion without craniectomy in mice. *Brain Research Protocols*, 13(3), 189–196. doi: 10.1016/j.brainresprot.2004.06.001.
- Syeda, W., Ermine, C. M., Khilf, M. S., Wright, D., Brait, V. H., Nithianantharajah, J., ... & Brodtmann, A. (2022). Brain communications long-term structural brain changes in adult rats after mild ischaemic stroke. *Brain Communications*, 4(4), 1–10. doi: 10.1093/braincomms/fcac185.
- Tamura, A., Graham, D. I., McCulloch, J., & Teasdale, G. M. (1981). Focal cerebral ischaemia in the rat: I. Description of technique and early neuropathological consequences following middle cerebral artery occlusion. *Journal of Cerebral Blood*

*Flow and Metabolism*, 1(1), 53–60. doi: 10.1038/jcbfm.1981.6.

- Tsuji, M., Ohshima, M., Taguchi, A., Kasahara, Y., Ikeda, T., & Matsuyama, T. (2013). A novel reproducible model of neonatal stroke in mice: Comparison with a hypoxia-ischemia model. *Experimental Neurology*, 247, 218–225. doi: 10.1016/j.expneurol.2013.04.015.
- Uesugi, M., Kasuya, Y., Hayashi, K., & Goto, K. (1998). SB209670, a potent endothelin receptor antagonist, prevents or delays axonal degeneration after spinal cord injury. *Brain Research*, 786 (1–2), 235–239. doi: 10.1016/S0006-8993(97)01431-5.
- Watson, B. D., Dietrich, W. D., Busto, R., Wachtel, M. S., & Ginsberg, M. D. (1985). Induction of reproducible brain infarction by photochemically initiated thrombosis. *Annals of Neurology*, 17(5), 497–504. doi: 10.1002/ana.410170513.
- Wittenauer, B. R. and Smith, L. (2012). *Priority Medicines for Europe and the World. A Public Health Approach to Innovation Update on 2004 Background Paper Written by Eduardo Sabaté and Sunil Wimalaratna Background Paper 6 . 6 Ischaemic and Haemorrhagic Stroke.*
- Yao, M., Luo, Y., Li, H., Liao, S., & Yu, J. (2022). LncRNA TUG1 contributes post-stroke NLRP3. pp. 1–22.



# **PENDIDIKAN**

# IMPLEMENTASI SUPLEMEN AJAR SISTEM EKSRESI BERBASIS RISET UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR DAN SIKAP PEDULI BAHAYA ROKOK PADA SISWA SMA

HS Maharani<sup>1</sup>, Lisdiana<sup>1\*</sup>, S Alimah<sup>1</sup>, P Widiyaningrum<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: lisdiana@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Hasil belajar optimal dapat didukung dengan adanya bahan ajar yang kontekstual. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh implementasi suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset untuk meningkatkan hasil belajar dan sikap peduli bahaya rokok pada siswa SMA. Jenis penelitian ini adalah quasi experiment dengan desain Pretest Posttest Control Group Design. Sampel penelitian sebanyak 3 kelas siswa XI MIPA yang diambil dengan teknik purposive sampling. Variabel bebas pada penelitian ini suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset, variabel terikat hasil belajar dan sikap peduli bahaya rokok, serta variabel kontrol berupa guru yang mengajar, jam pelajaran, dan model pembelajaran. Analisis uji t independen hasil belajar dan sikap peduli menunjukkan ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen dengan nilai Sig. (2-tailed)  $0,000 < 0,050$  dan  $0,010 < 0,050$ . Analisis nilai N-Gain hasil belajar kelas eksperimen memperoleh nilai 0,714815972 (kategori tinggi) dan sikap peduli memperoleh nilai 0,617940883 (kategori sedang). Pada kelas kontrol analisis nilai N-Gain hasil belajar memperoleh nilai 0,579938959 (kategori sedang) dan sikap peduli memperoleh nilai 0,478303315 (kategori sedang). Berdasarkan hasil serta analisis data yang diperoleh menunjukkan bahwa suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset mampu meningkatkan hasil belajar dan sikap peduli bahaya rokok pada siswa SMA.

**Kata kunci:** hasil belajar, sikap peduli bahaya rokok, sistem ekskresi, suplemen ajar

## PENDAHULUAN

Kurikulum dijadikan suatu pedoman dalam proses keterlaksanaan pembelajaran. Kurikulum 2013 menekankan pada pembelajaran berbasis karakter dan kompetensi dengan melibatkan keaktifan dan potensi siswa dalam mengeksplorasi materi. Proses pembelajaran yang diterapkan di setiap mata pelajaran berkontribusi dalam pembentukan hasil belajar kognitif, afektif, serta psikomotorik siswa (Ikhsan & Hadi, 2018). Hasil belajar dapat menggambarkan apa yang sudah dipelajari siswa dalam jangka waktu tertentu (Kermek & Kaniški, 2022). Pencapaian hasil belajar yang optimal dapat didukung dengan memperbaharui fasilitas pembelajaran seperti bahan ajar. Kreativitas pendidik dalam mengelola bahan ajar mampu mengoptimalkan hasil belajar siswa (Astuti *et al.*, 2021).

Berdasarkan wawancara guru Biologi SMAN 8 Semarang, sebanyak 20% siswa masih belum tuntas dalam evaluasi materi sistem ekskresi yang telah dilaksanakan. Mengacu pada KD 3.9 dan 4.9 tentang sistem ekskresi, salah satu kompetensi yang harus dimiliki siswa yaitu dapat menganalisis kelainan pada struktur dan fungsi organ yang menyebabkan gangguan sistem ekskresi. Salah satu kelainan yang dapat terjadi pada sistem ekskresi antara lain gangguan organ ginjal. Gangguan ginjal dapat disebabkan oleh paparan asap rokok yang masuk ke dalam tubuh. Saat terpapar asap rokok, paru-paru akan lebih banyak memberikan tekanan pada ginjal sehingga membuat ginjal menjadi lebih lemah

(Irnaningtyas & Istiadi, 2014).

Merokok adalah salah satu kebiasaan buruk yang umum terjadi di lingkungan masyarakat. Aktivitas merokok yang membahayakan kesehatan tubuh perlu diperhatikan masyarakat khususnya generasi muda. Survei perilaku merokok di kalangan remaja oleh Kemenkes Indonesia tahun 2019 menunjukkan hasil bahwa total anak terpapar asap rokok mencapai 57,8%. Sekolah memainkan peran penting dalam stratifikasi sosial awal karena masa depan remaja biasanya bergantung pada perkembangan karakter mereka saat bersekolah. Ikatan sosial antar remaja yang terjadi di sekolah menjadi pendorong utama merokok yang dikenal sebagai efek teman sebaya, artinya perokok cenderung berteman dengan perokok (Lorant *et al.*, 2017). Berdasarkan wawancara guru Biologi SMAN 8 Semarang menunjukkan hasil bahwa beliau pernah menemukan ada beberapa siswa yang merokok. Beliau juga menanggapi bahwa sikap peduli siswa remaja terhadap bahaya rokok akhir – akhir ini sangat memprihatinkan. Nilai karakter peduli sendiri terdiri dari beberapa macam yaitu peduli diri, peduli sesama, peduli institusi, peduli lingkungan (Wibowo *et al.*, 2017). Sikap peduli terhadap bahaya rokok dapat masuk ke dalam jenis peduli diri dan peduli sesama. Peristiwa merokok di kalangan remaja menggambarkan masih rendahnya kesadaran remaja terhadap bahaya rokok bagi kesehatan tubuh sendiri dan orang lain sehingga perlu ditingkatkan rasa kepeduliannya seperti melalui bantuan pembelajaran di lingkungan sekolah.

Menurut Ristanto *et al.* (2018), proses pembelajaran biologi memiliki materi yang bersifat abstrak dan universal sehingga dibutuhkan suatu bahan ajar. Berdasarkan wawancara guru Biologi SMAN 8 Semarang, media pembelajaran yang biasa digunakan dalam materi sistem ekskresi berupa Buku Biologi SMA Kelas XI, LKS, PPT, dan video pembelajaran. Beliau juga menginformasikan bahwa selama ini belum pernah menggunakan suplemen ajar dalam proses pembelajaran sehingga dibutuhkan suplemen ajar yang berisi gambar – gambar menarik agar siswa lebih memahami materi sistem ekskresi. Suplemen ajar yang dilengkapi dengan kasus - kasus yang terjadi dalam kehidupan sehari – hari dapat menarik minat siswa (Nuha, 2019). Suplemen ajar dapat ditambahkan contoh riset agar lebih kontekstual. Pembelajaran yang dipadukan dengan contoh riset diyakini mampu meningkatkan mutu hasil belajar serta memperluas pengetahuan siswa (Hafsah, 2015). Wulandari *et al.* (2017) menyebutkan bahwa suplemen ajar berbasis riset mampu meningkatkan hasil belajar *pretest posttest* siswa. Suplemen ajar juga mampu meningkatkan pengetahuan serta sikap peduli siswa terhadap bahaya merokok (Hidayati *et al.*, 2019).

Berdasarkan uraian serta permasalahan yang ada, peneliti akan menganalisis pengaruh implementasi suplemen ajar berbasis riset ginjal tikus yang terpapar asap rokok dalam meningkatkan hasil belajar dan sikap peduli bahaya rokok pada siswa SMA.

## **METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 8 Semarang pada semester genap tahun ajaran 2021/2022. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 8 Semarang yang berjumlah 176 siswa dan terbagi ke dalam 5 kelas. Sampel pada penelitian ini adalah kelas XI MIPA 1, XI MIPA 2, dan XI MIPA 3 yang diperoleh dengan teknik

*purposive sampling*. Ketiga kelas tersebut dibagi lagi secara random untuk menentukan kelas kontrol dan kelas eksperimen. Jenis penelitian ini adalah penelitian *quasi eksperiment* dengan desain *Pretest-Posttest Control Group Design*. Variabel bebas penelitian ini adalah suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset. Variabel terikatnya adalah hasil belajar dan sikap peduli bahaya rokok pada siswa SMA, sedangkan variabel kontrolnya adalah guru yang mengajar, jumlah jam pelajaran siswa, serta model dan metode pembelajaran yang digunakan.

Jenis data pada penelitian ini terbagi menjadi data utama dan data pendukung. Data utama tersebut berupa hasil tes belajar kognitif (*pretest posttest*) dan hasil angket sikap peduli siswa SMA terhadap bahaya rokok, sedangkan data pendukungnya berupa hasil angket validasi materi suplemen ajar, angket tanggapan guru, dan angket respon siswa terhadap suplemen ajar. Data hasil *pretest posttest* dan angket sikap peduli siswa dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan uji t independen untuk mengetahui perbandingan hasil antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen serta analisis *N-Gain* untuk mengetahui peningkatan nilainya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

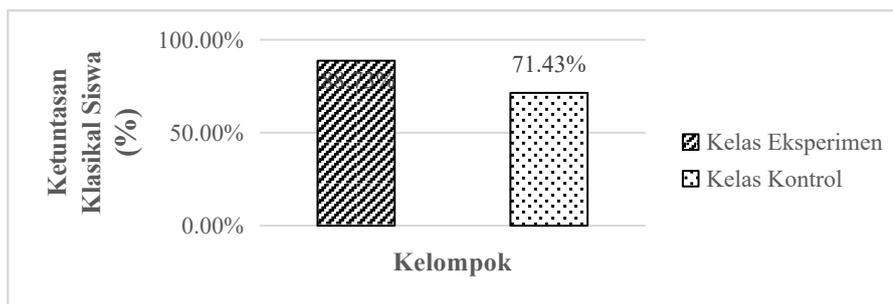
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh implementasi suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset terhadap peningkatan hasil belajar serta sikap peduli bahaya rokok pada siswa SMA. Suplemen ajar sistem ekskresi yang diimplementasikan pada penelitian ini telah memperoleh validasi materi dari dosen ahli terlebih dahulu. Persentase skor yang diperoleh dalam validasi materi mencapai 93,3% atau masuk dalam kategori sangat valid sehingga layak digunakan ketika penelitian. Tanggapan guru serta respon siswa yang diperoleh mengenai suplemen ajar ini juga mencapai persentase skor berturut-turut 90% dan 88,17% (kategori sangat layak). Hal ini menunjukkan bahwa suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset layak digunakan dalam pembelajaran. Hasil analisis belajar kognitif serta sikap peduli bahaya rokok yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar kognitif siswa diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan pada penelitian ini sejumlah 25 butir pilihan ganda. Soal tersebut sebelumnya telah dilakukan uji validitas terlebih dahulu pada siswa kelas XII (siswa yang sudah pernah memperoleh materi sistem ekskresi). Hasil belajar kognitif pada penelitian ini dapat dilihat dari perolehan ketuntasan klasikal, hasil uji t antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen, serta nilai *N-Gain*. Ketuntasan belajar siswa dapat dilihat dari nilai belajar minimal yang telah mencapai ketetapan Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) yaitu 75. Indikator ketuntasan klasikal siswa apabila 75% siswa memperoleh nilai diatas KKM atau  $\geq 75$ .

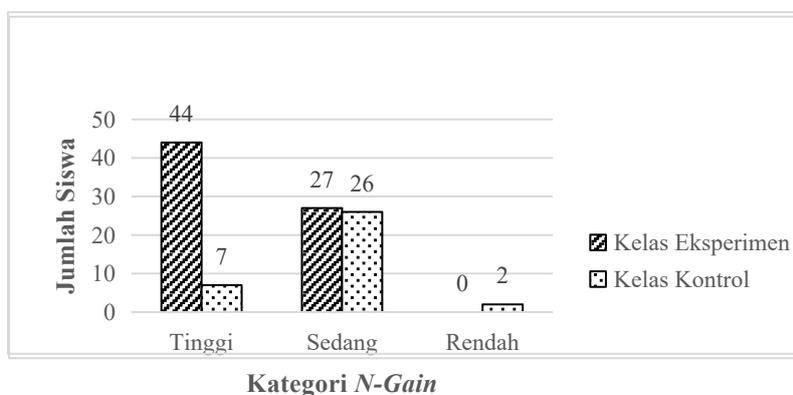
Analisis peningkatan hasil belajar siswa dari indikator persentase ketuntasan klasikal siswa menunjukkan hasil bahwa kelas eksperimen telah mencapai kriteria ketuntasan klasikal siswanya yang melebihi 75%, sedangkan pada kelas kontrol belum mencapai kriteria ketuntasan klasikal siswa. Faktor yang menyebabkan siswa kelas kontrol belum mencapai

kriteria ketuntasan klasikal adalah karena pada kelas kontrol tidak diberikan suplemen ajar berbasis riset. Beberapa soal yang digunakan dalam *pretest posttest* mengacu suplemen ajar yang digunakan sehingga ketika siswa tidak membaca buku suplemen tersebut maka akan kesulitan ketika mengerjakan soal tes. Hasil ketuntasan klasikal siswa kelas eksperimen yang sebesar 88,73% menunjukkan peningkatan dibanding hasil wawancara dengan guru dimana sebelumnya jumlah siswa yang lolos KKM hanya sebesar 80% saja. Penerapan suplemen bahan ajar tergolong efektif apabila tingkat ketuntasan hasil tes lebih besar dibandingkan hasil tes sebelumnya (Sugiyono, 2019). Untuk mengetahui adanya perbedaan rata – rata nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dilakukan uji t independen berbantuan aplikasi SPSS 26. Sebelum dilakukan uji t, data diuji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu.



**Gambar 1. Ketuntasan Klasikal Siswa dalam Pembelajaran Sistem Ekskresi**

Analisis data uji t independen hasil belajar kognitif yang diperoleh dari hasil *pretest* menunjukkan tidak ada perbedaan nilai yang signifikan antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen dengan nilai Sig. (2-tailed)  $0,550 > 0,050$  kedua kelas tersebut memiliki kemampuan awal hasil belajar kognitif yang sama. Kemudian setelah dilaksanakan *posttest*, analisis uji t independen hasil belajar kognitif yang diperoleh menunjukkan nilai Sig. (2-tailed)  $0,000 < 0,050$  yang memiliki arti terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen setelah pembelajaran materi sistem ekskresi. Besar peningkatan hasil belajar kognitif siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen diketahui melalui uji *N-Gain*. Data analisis uji *N-Gain* disajikan pada Gambar 2.

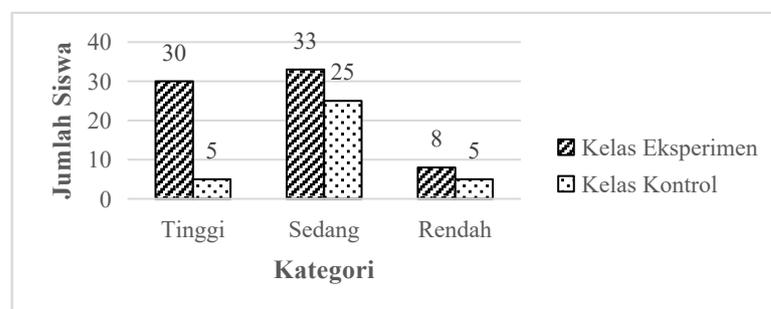


**Gambar 2. Diagram Perolehan Nilai N-Gain Hasil Belajar Kognitif Siswa**

Hasil analisis *N-Gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,714815972 atau berkategori tinggi, sedangkan pada kelas kontrol memiliki nilai *N-Gain* sebesar 0,579938959 atau berkategori sedang. Peningkatan nilai pada kelas eksperimen tersebut dapat diakibatkan oleh faktor penggunaan suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset selama pembelajaran. Suplemen ajar termasuk ke dalam media pembelajaran yang merupakan salah satu faktor dalam mendukung pencapaian hasil belajar. Kreativitas pendidik dalam mengelola dan merancang media pembelajaran mampu mengoptimalkan hasil belajar siswa (Astiti *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset pada kelas eksperimen dapat meningkatkan hasil belajar siswa lebih tinggi dibandingkan pada kelas kontrol. Capaian dari hasil peningkatan hasil belajar ini sejalan dengan beberapa penelitian yang telah ada sebelumnya. Kurniawan *et al.* (2020) pada penelitiannya mengenai penerapan suplemen ajar dalam pembelajaran menunjukkan hasil rata – rata nilai *N-Gain* hasil belajar kelas eksperimen mencapai 0,75 (kategori tinggi) dan kelas kontrol 0,62 (kategori sedang). Suplemen ajar sistem respirasi berbasis riset shisha dapat meningkatkan hasil belajar siswa dengan nilai *N-Gain* mencapai kategori sedang (Alma *et al.*, 2022).

### Sikap Peduli Bahaya Rokok pada Siswa SMA

Data sikap peduli siswa terhadap bahaya rokok diperoleh dengan menggunakan angket. Hasil analisis dengan uji *t* pada angket *pretest* menunjukkan hasil tidak ada perbedaan signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan nilai Sig. (2-tailed) 0,569 > 0,050 yang artinya kedua kelas tersebut mempunyai kemampuan awal sama. Sedangkan uji *t* independen pada hasil angket sikap peduli *posttest* menunjukkan ada perbedaan signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan nilai Sig. (2-tailed) 0,010 < 0,050. Hal ini menunjukkan bahwa suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset berpengaruh terhadap sikap peduli bahaya rokok pada siswa SMA. Untuk mengetahui peningkatan hasil angket sikap pedulis siswa SMA terhadap bahaya rokok dilakukan uji *N-Gain*. Data hasil analisis uji *N-Gain* disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Perolehan Nilai *N-Gain* Sikap Peduli

Hasil analisis rata – rata *N-Gain* kelas kontrol dan eksperimen berturut-turut memiliki total rata – rata nilai *N-Gain* 0,478303315 dan 0,617940883. Kedua nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang semua, namun pada kelas eksperimen memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset pada kelas eksperimen dapat meningkatkan sikap peduli siswa SMA terhadap bahaya rokok lebih tinggi dibandingkan pada kelas kontrol. Nilai karakter peduli terhadap bahaya rokok mencakup peduli terhadap diri sendiri dan sesama. Indikator sikap peduli diri dan sesama pada penelitian ini diadaptasi dari Wibowo *et al.* (2017) dan dimodifikasi sesuai kebutuhan. Indikator sikap peduli diri yang digunakan mencakup: 1) mengenali potensi diri dalam memahami bahaya merokok bagi kesehatan tubuh; 2) menyadari keberadaan diri dalam aktivitas merokok; dan 3) memelihara kesehatan fisik dan mental dari bahaya merokok. Sedangkan indikator sikap peduli sesama yang digunakan mencakup: 1) sikap peduli siswa untuk saling menasihati atau menghimbau orang sekitar mengenai bahaya rokok; 2) sikap peduli siswa untuk saling menghimbau orang sekitar agar menghindari merokok yang dapat membahayakan kesehatan tubuh; dan 3) memiliki rasa empati dan simpati terhadap sesama dalam hal merokok. Capaian dari hasil peningkatan sikap peduli bahaya rokok ini sejalan dengan beberapa penelitian yang telah ada sebelumnya. Gafi *et al.* (2019) dalam penelitiannya menunjukkan hasil adanya peningkatan sikap peduli siswa tentang rokok setelah diberikan perlakuan menggunakan suplemen ajar berupa booklet.

Hasil akhir yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset berpengaruh dalam meningkatkan hasil belajar dan sikap peduli bahaya rokok pada siswa SMA sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran biologi khususnya materi sistem ekskresi. Adapun keterbatasan yang ditemui selama penelitian ini diantaranya adalah waktu dan kondisi penelitian. Waktu penelitian yang terbatas membuat peneliti harus maksimal dalam merangkum materi yang akan diajarkan. Penelitian ini dilaksanakan ketika varian Omicron Covid-19 melonjak lagi sehingga awal penelitian dilaksanakan pembelajaran daring atau jarak jauh. Pada pertengahan penelitian dilaksanakan pembelajaran luring atau tatap muka namun hanya untuk sebagian siswa saja atau setengah dari total siswa dalam satu kelas. Keadaan tersebut dirasa kurang efektif karena ada siswa yang memperoleh materi secara langsung dan ada yang secara daring.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, serta pembahasan yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa implementasi suplemen ajar sistem ekskresi berbasis riset dalam pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar siswa serta sikap peduli siswa terhadap bahaya rokok pada siswa SMA. Hasil belajar kognitif menunjukan nilai *N-Gain* kategori tinggi pada kelompok eksperimen dan kategori sedang pada kelompok kontrol, sedangkan pada hasil sikap peduli bahaya rokok kelompok eksperimen dan kontrol keduanya memperoleh nilai *N-Gain* kategori sedang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alma, W., Lisdiana, & Isnaeni, W., (2022), The Feasibility of Supplementing Shisha Research-Based Teaching Materials on Circulatory System Materials to Improve High School Students' Concept Understanding, *Journal of Biology Education*, 11(1), 1 – 8.
- Astiti, N. D., Mahadewi, L. P. P., & Suarjana, I. M., (2021), Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar IPA, *Jurnal Mimbar Ilmu*, 26(2), 193 – 203.
- Gafi, A. A., Hidayat, W., & Tarigan, F. L., (2019), Pengaruh Penggunaan Media Sosial Whatsapp dan Booklet terhadap Pengetahuan dan Sikap Siswa tentang Rokok di SMA Negeri 13 Medan, *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu kesehatan*, 3(2), 281 – 290.
- Hafsah, (2015), Implementasi Riset Based Learning dalam Upaya Peningkatan Kualitas Pembelajaran, *Seminar Nasional Ekonomi Manajemen Dan Akuntansi (SNEMA) Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang*, 496–504.
- Hidayati, I. R., Pujiانا, D., & Fadillah, M., (2019), Pengaruh Pendidikan Kesehatan terhadap Pengetahuan dan Sikap Siswa tentang Bahaya Merokok Kelas XI SMA Yayasan Wanita Kereta Api Palembang Tahun 2019, *Jurnal Kesehatan*, 12(2), 125 – 135.
- Ikhsan, K. N., & Hadi, S., (2018), Implementasi dan Pengembangan Kurikulum 2013, *Jurnal Ilmiah Edukasi*, 6(1), 193 – 202.
- Irnaningtyas & Istiadi, Y., (2014), *Biologi untuk Siswa SMA /MA Kelas XI*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Kermek, D., & Kaniški, M., (2022), Analysis of Learning Outcomes in Gamified Blended E-learning Course, *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(3), 13 – 26.
- Kurniawan, D., Suyanto, E., & Nyeneng, I. D. P., (2020), Pengaruh Penerapan Suplemen Buku Siswa Berbasis Scientific Approach terhadap Hasil Belajar dan Sikap Ilmiah Siswa, *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 33 – 43.
- Lorant, V., Rojas, V. S., Robert, P. O., Kinnunen, J. M., Kuipers, M. A. G., Moor, I., Roscillo, G., Alves, J., Rimpela, A., Federico, B., Richter, M., Perelman, J., & Kunst, A. E., (2017), Social Network and Inequalities in Smoking Amongst School-Aged Adolescents in Six European Countries, *International Journal of Public Health*, 62(1), 53 – 62.
- Nuha, U., & Lisdiana., (2019), The Development of Respiratory System Teaching Material Supplement as a Health Awareness to the Dangers of E-Cigarettes, *Journal of Biology Education*, 8(2), 196 – 208.
- Putri, N. H., Syamsurizal, S., Atifah, Y., & Fuadiyah, S., (2021), Booklet Sistem Ekskresi pada Manusia sebagai Suplemen Bahan Ajar Biologi Kelas XI SMA, *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(3), 309 – 314.
- Ristanto, R. H., Zubaidah, S., Amin, M., & Rohman, F., (2018), From a Reader to a Scientist: Developing CIRGI Learning to Empower Scientific Literacy and Mastery of Biology Concept. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 90 – 100.
- Sugiyono., (2019), *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Utami, L. W. S., (2021), Penggunaan Google Form dalam Evaluasi Hasil Belajar Peserta Didik di Masa Pandemi Covid-19, *Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 1(3), 150 – 156.
- Wibowo, M. E., Suyitno, H., Retnoningsih, A., Handoyo, E., Rahayuningsih, M., Yuniawan, T., Pratama, H., Sunawan, Syaifudin, A., Yulianto, A., & Surahmat., (2017), *Tiga Pilar Konservasi Penopang Rumah Ilmu Pengembangan Peradaban Unggul*, UNNES Press, Semarang.
- Wulandari, W., Widiyaningrum, P., & Setiati, N., (2017), Pengembangan Suplemen Bahan Ajar Biologi Berbasis Riset Identifikasi Bakteri untuk Siswa SMA, *Journal of Innovative Science Education*, 6(2), 155 – 161.

# PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS FLIP PDF PROFESSIONAL DENGAN MODEL EXPERIENTIAL JELAJAH ALAM SEKITAR (EJAS) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA PADA MATERI PLANTAE

FR Lestari<sup>1\*</sup>, E Purwantoyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: finaryanlestari@students.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan e-modul berbasis Flip PDF Professional dengan model experiential jelajah alam sekitar (EJAS) untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi *plantae*. Penelitian ini menggunakan model ADDIE yang terdiri dari 5 tahapan yaitu analysis (analisis), design (perancangan), development (pengembangan), implementation (implementasi), dan evaluation (evaluasi). Desain penelitian menggunakan Pretest-Posttest Control Group Design. Instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli materi dan ahli media, lembar angket tanggapan guru dan siswa, serta soal tes pilihan ganda. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kevalidan e-modul menurut ahli materi sebesar 96,74% (sangat valid) dan ahli media sebesar 97% (sangat valid). Kepraktisan e-modul berdasarkan hasil angket tanggapan guru dan siswa memperoleh nilai sebesar 90,625% (sangat praktis) dan 90,48% (sangat praktis). Keefektifan e-modul dibuktikan dengan hasil ketuntasan klasikal siswa pada kelas eksperimen sebesar 89% dan nilai *n-gain* 0,63 (kategori sedang) sedangkan ketuntasan klasikal siswa pada kelas kontrol sebesar 53% dan nilai *n-gain* 0,22 (kategori rendah). Simpulan penelitian ini adalah e-modul berbasis Flip PDF Professional dengan model experiential jelajah alam sekitar (EJAS) sangat valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi *plantae*. Terdapat perbedaan peningkatan pemahaman konsep siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

**Kata kunci:** EJAS, e-modul, flip PDF professional, pemahaman konsep, *plantae*

## PENDAHULUAN

Masa pandemi menjadi kesempatan bagi guru untuk memanfaatkan kemajuan teknologi dan informasi pada era revolusi industri 4.0 dalam menggunakan bahan ajar yang sesuai untuk pembelajaran abad 21. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat diwujudkan dengan penggunaan media elektronik dalam kegiatan belajar mengajar (Lestari *et al.*, 2022). Perangkat digital memiliki potensi besar untuk menjadikan pembelajaran lebih kreatif serta memudahkan guru dan siswa untuk mengakses banyak sumber (Dias & Victor, 2017). Saat ini sudah banyak siswa menggunakan perangkat digital seperti smartphone ataupun laptop akan tetapi kurang dimanfaatkan secara optimal (Harahap & Ramadan, 2021).

Berdasarkan kurikulum 2013, kompetensi dasar yang harus dicapai siswa pada materi *plantae* adalah KD 3.8 dan KD 4.8. Kompetensi dasar tersebut dapat dicapai siswa dengan cara memahami konsep pada materi *plantae*. Dalam pembelajaran biologi, pemahaman konsep menjadi sangat penting karena materi yang terkandung di dalamnya menuntut siswa untuk dapat memecahkan masalah yang ditemui dalam kehidupan sehari-

hari. Hasil wawancara dengan salah satu guru biologi di Madrasah Aliyah Negeri 1 Blora, didapatkan informasi bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep materi *plantae* dibuktikan dengan 86% nilai ulangan harian siswa masih dibawah kriteria ketuntasan minimum (KKM). Hal ini disebabkan karena metode pembelajaran yang digunakan lebih sering menggunakan metode konvensional. Pembelajaran hanya berpusat pada guru (*teacher centered learning*) sehingga siswa menjadi kurang aktif (Puspita, 2019). Penggunaan sumber belajar berupa buku teks, buku paket atau power point dari guru kurang optimal karena masih bersifat tekstual. Menurut Kalsum *et al.*, (2018) penggunaan buku teks kurang membantu siswa dalam memahami konsep karena terlalu banyak tulisan di dalamnya dan gambar pendukung yang sangat terbatas. Guru juga sudah menggunakan modul cetak akan tetapi gambar yang ada di dalamnya masih terlihat buram. Hal ini menjadikan siswa kurang memahami konsep-konsep materi biologi (Sartono *et al.*, 2016). Guru sudah memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar akan tetapi masih terdapat kendala. Permasalahan tersebut membutuhkan solusi pemecahan. Guru dapat menggunakan alternatif bahan ajar yang diintegrasikan dengan lingkungan sekitar dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan informasi agar dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi *plantae*.

Bahan ajar yang dimaksud adalah e-modul materi *plantae* berbasis *Flip PDF Professional* dengan menggunakan model pembelajaran experiential jelajah alam sekitar (EJAS). E-modul didefinisikan sebagai bahan ajar yang disusun secara sistematis yang bertujuan untuk mencapai tujuan belajar tertentu, berisikan unit-unit kegiatan belajar dan dilengkapi dengan tes formatif sebagai umpan balik bagi siswa. Elektronik modul memiliki keunggulan dibandingkan dengan modul dalam bentuk cetak. Kelebihan e-modul ini dapat digunakan secara fleksibel kapan saja dan dimana saja, mudah dibawa, serta biaya pembuatan yang relatif murah (Nisa *et al.*, 2020)

E-modul dapat membantu siswa untuk mencapai kompetensi dasar dan meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi *plantae* melalui kegiatan belajar siswa yang disajikan sesuai dengan sintaks model pembelajaran EJAS. Pembelajaran dengan model EJAS akan membantu siswa mengkonstruksikan dan mentransformasi pengetahuan yang diperolehnya dari pengalaman belajar secara langsung di lingkungan sekitar maupun secara tidak langsung dengan memanfaatkan perangkat digital untuk eksplorasi di dunia maya (Alimah & Susilo, 2013). Pengalaman belajar secara langsung maupun tidak langsung dapat digunakan siswa untuk memperoleh pengetahuan dan informasi sebanyak-banyaknya dalam meningkatkan pemahaman konsep pada materi *plantae*.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka diperlukan penelitian terkait pengembangan e-modul berbasis *Flip PDF Professional* dengan model experiential jelajah alam sekitar (EJAS) untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi *plantae*.

## **METODE**

Jenis penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan model

pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap yaitu *analysis* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Desain penelitian menggunakan *Pretest-Posttest Control Group Design*. Penelitian dilaksanakan di MAN 1 Blora pada semester genap tahun ajaran 2021/2022. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X MIPA MAN 1 Blora. Sampel penelitian yaitu kelas X MIPA 1 berjumlah 37 siswa dan kelas X MIPA 4 berjumlah 36 siswa. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Data yang dikumpulkan meliputi data kevalidan e-modul yang diperoleh dari lembar validasi ahli materi dan ahli media, data kepraktisan e-modul diperoleh dari angket tanggapan guru dan siswa, serta keefektifan e-modul diperoleh dari nilai *pretest-posttest* siswa yang ditentukan berdasarkan ketuntasan klasikal siswa dan uji *n-gain*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk hasil penelitian ini berupa e-modul materi *plantae* yang dikembangkan menggunakan *Flip PDF Professional*. E-modul dilengkapi dengan gambar, video, audio, animasi, dan kuis interaktif. E-modul disusun sesuai dengan sintaks model experiential jelajah alam sekitar (EJAS). Hasil uji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan e-modul diuraikan lebih jelas sebagai berikut.

### Kevalidan E-Modul

E-modul hasil pengembangan sudah diuji kevalidannya oleh validator ahli materi dan validator ahli media. Hasil uji kevalidan e-modul diuraikan pada subbab berikut.

### Kevalidan E-modul Menurut Ahli Materi

Hasil penilaian kevalidan e-modul oleh ahli materi disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Penilaian Kevalidan E-Modul oleh Ahli Materi**

No.	Aspek	Skor yang diperoleh	Skor maksimal	Persentase
1.	Kualitas Isi	26	28	92,85 %
2.	Pendukung Penyajian	20	20	100 %
3.	Bahasa	20	20	100 %
4.	Sintaks model EJAS (Experiential Jelajah Alam Sekitar)	23	24	95,83 %
Total skor item yang diperoleh			89	
Total skor maksimal			92	
Persentase			96,74 %	
Kriteria			Sangat Valid	

Berdasarkan penilaian oleh ahli materi, e-modul memperoleh persentase sebesar 96,74% dengan kriteria sangat valid sehingga dinyatakan layak dan dapat digunakan dalam

proses pembelajaran. Aspek pendukung penyajian dan aspek bahasa memperoleh persentase tertinggi sebesar 100% dengan kriteria sangat valid dibandingkan dengan aspek lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada e-modul yang telah dikembangkan sudah layak karena terdapat pendukung penyajian seperti poin kunci, sekilas info, tes formatif, kunci jawaban, dan pedoman penskoran yang membantu siswa untuk memahami konsep materi sehingga penyajian e-modul semakin lengkap. Penggunaan bahasa Indonesia yang baik dan benar serta kalimat yang komunikatif menjadikan materi dalam e-modul mudah untuk dipahami. Selain itu, terdapat komentar dari ahli materi bahwa e-modul yang dikembangkan sudah memenuhi kaidah yang ditetapkan.

### Kevalidan E-Modul Menurut Ahli Media

Hasil penilaian kevalidan e-modul oleh ahli media disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Penilaian Kevalidan E-modul oleh Ahli Media**

No.	Aspek	Skor yang diperoleh	Skor maksimal	Persentase
1.	Ukuran E-modul	15	16	93,75 %
2.	Desain Cover	20	20	100 %
3.	Desain Isi E-modul	34	36	94,44 %
4.	Tampilan Visual dan Media	28	28	100 %
Total skor item yang diperoleh			97	
Total skor maksimal			100	
Persentase			97 %	
Kriteria			Sangat Valid	

Berdasarkan penilaian oleh ahli media, e-modul memperoleh persentase sebesar 97% dengan kriteria sangat valid sehingga dinyatakan layak dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Aspek yang memperoleh nilai tertinggi adalah aspek desain cover dan aspek tampilan visual media dengan persentase sebesar 100% (sangat valid). Hal ini menunjukkan bahwa e-modul sangat layak karena komposisi tata letak (logo, tulisan, gambar) pada cover e-modul sudah sesuai dengan ukuran. Jenis huruf yang digunakan pada cover e-modul tidak terlalu banyak. Secara keseluruhan desain cover e-modul sangat menarik. Penggunaan *software Flip PDF Professional* membuat hasil akhir e-modul yang dikembangkan dapat dibuka seperti layaknya buku. E-modul dapat dibuka secara online atau offline melalui perangkat elektronik seperti laptop, notebook, maupun handphone. Selain itu, di dalam e-modul terdapat *table of content* untuk mempermudah pencarian.

### Kepraktisan E-Modul

E-modul diuji kepraktisannya berdasarkan angket tanggapan guru dan siswa. Hasil analisis uji kepraktisan e-modul menurut guru dan siswa diuraikan pada sub bab berikut.

## Kepraktisan E-Modul Menurut Guru

Hasil penilaian kepraktisan e-modul menurut guru disajikan pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Penilaian Kepraktisan E-Modul Menurut Guru Biologi**

No.	Aspek	Skor yang diperoleh	Skor maksimal	Persentase
1.	Kesesuaian KD, Indikator, dan Tujuan Pembelajaran	8	8	100 %
2.	Penyajian Materi	26	28	92,86 %
3.	Tampilan Visual dan Media	13	16	81,25 %
4.	Penggunaan	21	24	87,50 %
5.	Manfaat	19	20	95 %
Total skor item yang diperoleh			87	
Total skor maksimal			96	
Persentase			90,625 %	
Kriteria			Sangat Praktis	

Kepraktisan e-modul menurut guru memperoleh persentase sebesar 90,625% termasuk kriteria sangat praktis. Aspek kesesuaian materi dengan KD, indikator, dan tujuan pembelajaran memperoleh persentase paling tinggi yaitu sebesar 100% dengan kriteria sangat praktis. Aspek ini memperoleh persentase paling tinggi dibandingkan dengan aspek lainnya. Hal ini dikarenakan materi dalam e-modul disusun secara runtut dan sistematis untuk mendukung ketercapaian indikator pencapaian kompetensi siswa. Aspek tampilan visual dan media memperoleh persentase terendah sebesar 81,25%. Hal ini dikarenakan meskipun sudah terdapat gambar yang jelas, akan tetapi ukurannya perlu diperbesar sesuai dengan saran dari guru. Oleh karena itu dilakukan perbaikan terhadap ukuran gambar. Selain itu, saat membuka e-modul secara online, kualitas dan kelancaran video atau audio saat diputar bergantung pada kestabilan jaringan internet yang digunakan. Oleh karena itu, saran bagi pengguna ketika membuka e-modul secara online adalah mencari posisi dan tempat yang mendukung agar jaringan tetap stabil.

## Kepraktisan E-Modul Menurut Siswa

Hasil penilaian kepraktisan e-modul menurut siswa disajikan pada tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Penilaian Kepraktisan E-Modul Menurut Siswa**

No.	Aspek yang dinilai	Jumlah skor yang diperoleh	Jumlah skor maksimal	Persentase	Kriteria
1.	Penyajian Materi	1066	1184	90,03 %	Sangat Praktis
2.	Tampilan Visual dan Media	671	740	90,68 %	Sangat Praktis
3.	Penggunaan	808	888	90,99 %	Sangat Praktis
4.	Manfaat	669	740	90,4 %	Sangat Praktis
Total skor yang diperoleh		3214			
Total skor maksimal		3552			
Persentase		90,48 %			
Kriteria		Sangat Praktis			

Kepraktisan e-modul berdasarkan angket tanggapan siswa memperoleh persentase sebesar 90,48% termasuk kriteria sangat praktis. Aspek penggunaan memperoleh

persentase paling tinggi dibandingkan dengan aspek-aspek lainnya yaitu sebesar 90,99% (sangat praktis). Hal ini dikarenakan pada e-modul terdapat petunjuk penggunaan yang jelas serta *table of content* yang mempermudah penggunaannya dalam melakukan pencarian halaman. Adapun komentar yang diberikan siswa terhadap e-modul yang telah dikembangkan antara lain e-modul yang dibuat sudah bagus, sangat menarik dan dapat menumbuhkan semangat belajar. E-modul juga sangat fleksibel dapat digunakan kapanpun dan dimanapun serta dapat meningkatkan kemandirian dalam belajar tetapi masih ada kalimat atau kata ilmiah yang belum tahu artinya. Oleh karena itu solusi yang diberikan adalah menambahkan lebih banyak kata dalam glosarium agar siswa semakin mudah untuk memahami kata-kata yang kurang *familiar* dalam e-modul.

### Keefektifan E-Modul

Keefektifan e-modul diperoleh dari data hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dianalisis ketuntasan klasikal siswa dan peningkatan pemahaman konsep siswa melalui uji n-gain. Hasil analisis ketuntasan klasikal siswa dan uji n-gain diuraikan pada subbab berikut.

### Hasil Ketuntasan Klasikal Siswa

Ketuntasan klasikal siswa dianalisis untuk mengetahui seberapa besar siswa yang nilainya melebihi kriteria ketuntasan minimum (KKM). Hasil ketuntasan klasikal siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Analisis Ketuntasan Klasikal Siswa**

Keterangan Data	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Nilai tertinggi	70	90	90	100
Nilai terendah	25	35	15	55
Rata-rata nilai	47,64	60,14	45,14	80,81
Jumlah siswa keseluruhan	36	36	37	37
Jumlah siswa tuntas (nilai $\geq 70$ )	1	19	3	33
Persentase ketuntasan klasikal siswa	2,78 %	52,78%	8,11%	89,19%

Berdasarkan tabel 5, persentase ketuntasan klasikal siswa pada kelas kontrol sebesar 2,78% mengalami peningkatan menjadi 52,78%, sedangkan persentase ketuntasan klasikal siswa pada kelas eksperimen sebesar 8,11% mengalami peningkatan menjadi 89,19%. Peningkatan ketuntasan klasikal siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen terlihat jelas berbeda. Hal ini dikarenakan pembelajaran pada kelas kontrol tanpa menggunakan e-modul. Pembelajaran pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional dengan metode ceramah dan tanya jawab sehingga siswa menjadi kurang eksplorasi. Berbeda dengan kelas eksperimen yang menggunakan e-modul dalam proses pembelajarannya dan diintegrasikan dengan model pembelajaran experiential jelajah alam sekitar (EJAS). Bahan ajar yang diintegrasikan dengan model pembelajaran yang sesuai akan mendukung proses pembelajaran menjadi lebih baik dan terarah khususnya pada materi *plantae*. Hal ini sesuai

dengan penelitian Haka *et al.*, (2021) bahwa penggunaan e-modul yang dikombinasikan dengan model pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan pemahaman siswa pada pembelajaran biologi. Penggunaan e-modul menjadikan pembelajaran lebih bermakna bagi siswa (Seruni *et al.*, 2019).

### Hasil Uji N-Gain

Hasil analisis uji n-gain untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Analisis Uji N-Gain**

Kelas	Nilai N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,63	Sedang
Kontrol	0,22	Rendah

Berdasarkan tabel 6 diketahui bahwa nilai n-gain pada kelas eksperimen sebesar 0,63 termasuk dalam kategori sedang dan nilai n-gain pada kelas kontrol sebesar 0,22 termasuk dalam kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini terjadi karena penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran di kelas eksperimen. E-modul yang digunakan mengandung materi yang dijelaskan secara rinci, gambar dan video yang mendukung serta diintegrasikan dengan sintaks model pembelajaran experiential jelajah alam sekitar (EJAS). Proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif karena penggunaan e-modul yang di dalamnya terdapat gambar, video, dan audio sehingga mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa terhadap materi yang dipelajari. Hal ini juga mampu mengembangkan indera pendengaran dan penglihatan sehingga materi lebih mudah dimengerti oleh siswa (Hastiningrum & Haryanto, 2020). Didukung dengan hasil penelitian Susilawati *et al.*, (2020) yang menunjukkan bahwa penggunaan e-modul dalam kegiatan pembelajaran efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa pada kelas eksperimen dengan skor n gain sebesar 0,51 (kategori sedang).

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis *Flip PDF Professional* dengan model experiential jelajah alam sekitar (EJAS) terbukti sangat valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi *plantae*. Terdapat perbedaan peningkatan pemahaman konsep siswa antara kelas eksperimen yang pembelajarannya menggunakan e-modul dengan kelas kontrol yang pembelajarannya tanpa menggunakan e-modul dibuktikan dengan nilai n-gain kelas eksperimen sebesar 0,63 (kategori sedang) dan nilai n-gain kelas kontrol sebesar 0,22 (kategori rendah).

## DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, S., & Susilo, H. (2013). Desain Pembelajaran Biologi dengan Model Experiential Jelajah Alam Sekitar melalui Lesson Study. *Proceeding Biology Education Conference*. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/viewFile/6312/5696>
- Dias, L., & Victor, A. (2017). Teaching and Learning with Mobile Devices in the 21st Century Digital World: Benefits and Challenges. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 5(1), 339. <https://doi.org/10.26417/ejms.v5i1.p339-344>
- Haka, N. B., Ermalia, & Putra, F. G. (2021). E-Modul Ekosistem Kearifan Lokal Lampung Barat Berbasis Contextual Teaching And Learning Pada Kelas X SMA. *Journal of Biology Education*, 4(2), 125–137.
- Harahap, S. H., & Ramadan, Z. H. (2021). Dampak Game Online Free Fire Terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1304–1311.
- Hastaningrum, D., & Haryanto, S. (2020). Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis Discovery Learning Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan pada Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Klaten. *Journal of Educational Evaluation Studies (JEES)*, 1(3), 202–213.
- Kalsum, U., Khalifah Mustami, M., & Ismail, W. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL). *Lentera Pendidikan : Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 21(1), 97–107. <https://doi.org/10.24252/lp.2018v21n1i9>
- Lestari, E., Nulhakim, L., & Suryani, D. I. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Flip PDF Professional Tema Global Warming Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Kelas VII. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 338–345.
- Nisa, H. A., Mujib, & Putra, R. W. Y. (2020). Efektivitas E-modul dengan Flip PDF Professional Berbasis Gamifikasi terhadap Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 5(2), 13–25. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jpmr/article/view/11406/5732>
- Puspita, L. (2019). Pengembangan Modul Berbasis Keterampilan Proses Sains Sebagai Bahan Ajar Dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 79–88.
- Sartono, N., Komala, R., & Dumayanti, H. (2016). Pengaruh Penerapan Model Reciprocal Teaching Terintegrasi Mind Mapping Terhadap Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Filum Arthropoda. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi (BIOSFERJPB)*, 9(1), 20–27. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.9-1.4>
- Seruni, R., Munawaroh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2019). Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Biokimia Pada Materi Metabolisme Lipid Menggunakan Flip PDF Professional. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(1), 48–56. <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i1.4672>
- Susilawati, S., Pramusinta, P., & Saptaningrum, E. (2020). Penguasaan Konsep Siswa Melalui Sumber Belajar E-Modul Gerak Lurus dengan Software Flipbook Maker. *Unnes Physic Education Journal*, 9(1), 36–43.

# TARI SINTREN : SENI TARI DARI MASYARAKAT PESISIR UTARA JAWA MELALUI PENDEKATAN KEARIFAN LOKAL DAN BUDAYA

N Nadilla<sup>1\*</sup>, A Septiani<sup>2</sup>, LS Simanulang<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kristen Indonesia Jl. Mayjen Sutoyo No 2 Cawang, Jakarta Timur

\*Email: nisanadilla0114@gmail.com

## ABSTRAK

Pendekatan Kerifan Lokal dan Budaya menjadi salah satu pendekatan pembelajaran yang mengkaji Kearifan Lokal dan Budaya menggunakan Kajian Etnobiologi dan Etnopedagogi. Artikel ini bertujuan untuk mengetahui kesenian Tari Sintren serta kajian kualitatif. Kesenian Tari Sintren lahir dan berkembang luas ditengah-tengah masyarakat pesisir pantai utara. Dalam pertunjukannya, sang penari dengan keadaan terikat tali serta masih berpakaian biasa akan dimasukkan kedalam kurungan dan harus mengganti pakaiannya dengan custom tari di waktu yang singkat. Adapun sesajen yang Nilai luhur yang terkandung dalam pertunjukan dalam pertunjukan Tari Sintren ini, antara lain : 1) sebelum melakukan sesuatu harus selalu dan diawali dengan berdoa kepada Tuhan; 2) menjaga tali persaudaraan; 3) tidak boleh menjadi manusia yang serakah dan mengambil hak orang lain; dan 4) mengetahui caranya berterimakasih kepada orang lain.

**Kata Kunci** : Kearifan Lokal, Kesenian, Pertunjukan, Tari Sintren

## PENDAHULUAN

Kearifan lokal adalah segala bentuk dari kebijaksanaan yang didasari nilai-nilai kebaikan dan telah menjadi sebuah kepercayaan, kemudian diterapkan dan dijaga keberlangsungannya dalam waktu yang cukup lama (secara turun temurun) oleh sekelompok orang dalam lingkungan atau wilayah tertentu yang mana menjadi tempat tinggal mereka (Njatrijani, 2018). Kearifan lokal dan budaya yang telah tertanam sejak zaman nenek moyang ini, rupanya menyatu dengan alam di sekitar tempat tinggal penduduk.

Adanya kesadaran posisi manusia yang harus menyelaraskan, menjaga hingga mengelola alam dapat diwujudkan dari beberapa tradisi adat istiadat, ungkapan tuntunan hidup dalam bentuk peribahasa, nasihat yang masih dipegang teguh oleh masyarakat. Kearifan lokal yang dijaga pun telah menjadi adat dan budaya masyarakat. Alam dan lingkungan telah menyediakan segala sesuatu yang dibutuhkan manusia termasuk dalam keberlangsungan hidup manusia dalam melanjutkan nilai-nilai luhur seperti kearifan lokal dan budaya yang mana didalamnya pasti melibatkan alam dan lingkungan sekitar. Pemanfaatan keanekaragaman hayati yang sudah dilakukan secara turun temurun ini dapat dikaji melalui pendekatan pembelajaran. Hal ini penting agar generasi muda mampu memahami Kearifan Lokal dan Budaya yang ada di sekitarnya.

Kearifan lokal merupakan budaya yang dimiliki oleh masyarakat tertentu dan di tempat-tempat tertentu yang dianggap mampu bertahan dalam menghadapi arus globalisasi, karena kearifan lokal tersebut mengandung nilai-nilai yang dapat dijadikan sebagai sarana pembangunan karakter bangsa untuk membentuk jati diri bangsa (Yunus, 2014). Kearifan lokal merupakan gagasan dan pengetahuan yang dimiliki, menjadi pedoman,

dan dilaksanakan oleh suatu masyarakat setempat dengan sifat bijaksana, bernilai baik, dan berbudi luhur. Pendekatan Kearifan Lokal dan Budaya menjadi salah satu alternatif untuk mendekatkan Kearifan Lokal dan Budaya dalam pembelajaran. Pendekatan Kearifan Lokal dan Budaya adalah pendekatan yang mempelajari tentang nilai-nilai kearifan lokal dan budaya yang terjadi di lingkungan tempat tinggal siswa berhubungan dengan mata pelajaran biologi (Adinugraha, 2020). Kata lokal secara detail menunjuk pada ruang interaksi terbatas menggunakan sistem nilai yang dibatasi pula. Ruang interaksi yang sudah didesain sedemikian rupa melibatkan pola-pola hubungan antara manusia dengan manusia atau manusia dengan lingkungan fisiknya (Diem, 2012).

Etnobiologi diartikan sebagai pengetahuan penduduk tentang biologi, seperti tumbuhan (botani), hewan (zoologi), dan lingkungan alam (ekologi) yang merupakan kajian lintas disiplin ilmu secara teori maupun praktik, antara lain: kajian tentang jenis-jenis tumbuhan yang dijadikan bahan obat dalam pengobatan tradisional, keberlanjutan suatu sumberdaya alam, bencana alam, dan lainnya (Iskandar, 2017). Etnobiologi adalah gabungan dari dua kata yaitu *etno* yang berarti kelompok etnis, dan *biologi* yang berarti keanekaragaman hayati. Dari dua kata tersebut bila digabungkan dalam satu kalimat akan memiliki suatu pemahaman yang memberi pengertian adanya hubungan kebudayaan manusia dengan sumberdaya yang bersifat biologi di sekelilingnya (Ababil et al., 2021). Etnopedagogi merupakan bahan kajian atau mata pelajaran pada satuan pendidikan yang isinya membahas tentang suatu potensi akan keunikan lokal atau kearifan lokal yang dimaksudkan untuk membentuk pemahaman peserta didik terhadap keunggulan dan kearifan di daerah tempat tinggalnya (Oktavianti & Ratnasari, 2018).

*Tari sintren* sendiri adalah kesenian tradisional masyarakat Pesisir Pantai Utara (Pantura) seperti Cirebon, Indramayu, Cikampek, Subang, dan sekitarnya. Kesenian ini merupakan sebuah tarian yang memiliki sisi mistis/magis yang berasal dari cerita rakyat yang sudah turun temurun. Cerita rakyat tersebut bersumber dari kisah cinta Sulasih dan Raden Sulandono. Dalam kisah tersebut diceritakan bahwa Raden Sulandono adalah putra dari Ki Bahurekso dan Dewi Rantamsari. Pada pertunjukkan sintren sang penari akan dimasuki/dirasuki roh dari bidadari oleh pawangnya. Sang penari diperankan oleh seorang gadis yang masih suci (perawan), dibantu oleh pawangnya dan penari akan diiringi gending 6 orang. Kini, tari sintren sebagai hiburan rakyat dan disajikan dengan penari pendamping dan pelawak (Aditama, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) menjelaskan apa itu tari sintren secara menyeluruh seperti pengertian, sejarah, konsep dari tari sintren, serta filosofi yang ada didalam pertunjukan tari sintren; (2) menjelaskan nilai kearifan lokal dari tari sintren yang berkembang di kehidupan sehari-hari masyarakat Pantai Utara (Pantura).

## **METODE**

Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian kualitatif. Metode penelitian kualitatif adalah suatu metode yang didalam penelitiannya mengkonstruksi realitas dan mencoba memahami maknanya sehingga penelitian kualitatif harus memperhatikan proses,

peristiwa, dan otentisitas (Somantri, 2005). Teknik pengambilan data menggunakan teknik wawancara terhadap narasumber. Adapun metode yang digunakan dalam mewawancarai narasumber adalah metode wawancara semi-terstruktur (*semi-structured interview*). Penentuan narasumber dilakukan secara terpilih (*metode purposive sampling*). Narasumber yang dipilih antara lain pemilik Sanggar Akar Randu Alas (Hadi Kardila, 40thn), pemilik Sanggar Manunggaling Dharmasastra (Nana Suryana, 36thn). Bahasa yang digunakan dalam wawancara adalah Bahasa Jawa dan Bahasa Indonesia yang pastinya juga menyesuaikan dengan kemampuan bahasa setiap narasumber itu sendiri. Teknik analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif. Analisis ini merupakan analisis isi (*content analysis*) yang mana ini didasari dari pengetahuan setiap narasumber tentang *Tari sintren* (Syaffa Al Liina et al., 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Artikel ini membahas 3 (tiga) subtopik, antara lain : 1) Deskripsi *Tari Sintren* di Pesisir Pantai Utara Jawa; 2) Kajian etnobiologi mengenai *Tari Sintren* di Pesisir Pantai Utara Jawa; 3) Kajian etnopedagogi mengenai *Tari Sintren* di Pesisir Pantai Utara Jawa.

### 1. Deskripsi *Tari Sintren* di Pesisir Pantai Utara Jawa

*Tari Sintren* adalah tari rakyat yang berkembang di Pesisir Pantai Utara Jawa. Tarian ini menceritakan tentang kisah cinta antara Sulandono dan Dewi Sulasih, yang tidak disetujui oleh Ki Bahurekso yang antara lain adalah ayah dari Sulandono. Ibu dari Sulandono yaitu Dewi Rantamsari merestui kisah cinta anaknya dengan Dewi Sulasih. Sehingga, Dewi Rantamsari mengatur sebuah pertemuan antara Sulandono dengan Dewi Sulasih di alam ghaib. Sulandono harus melakukan pertapaan dan sambil memegang selempang kain sebagai sarana untuk mempertemukannya dengan Dewi Sulasih. Sedangkan, Dewi Sulasih harus menjadi seorang penari disetiap kegiatan bersih desa. Saat acara bersih desa biasanya rakyat juga akan mengadakan pertunjukan untuk memeriahkan acara bersih desa. Dan pada saat itulah Dewi Sulasih akan menari sebagai bagian dari pertunjukan. Saat malam bulan purnama, Sulandono akan turun dari pertapaannya dalam bentuk ghaib sambil membawa kain yang diberikan ibunya. Kain tersebut akan dilemparkan Sulandono ke arah Dewi Sulasih dan membuat Dewi Sulasih pingsan. Raga dari Dewi Sulasih akan dirasuki roh bidadari yang akan terus menari, tetapi roh dari Dewi Sulasih sedang bertemu dengan Sulandono di alam ghaib. Sejak saat itulah kisah cinta mereka mulai berkembang ditengah masyarakat dan menjadi cikal bakal dari *Tari Sintren*.

Dalam pertunjukan *Tari Sintren* ada beberapa bagian yaitu *Dupan*, *Paripurna*, *Balangan*, dan juga *Temohon*. *Dupan* adalah ritual doa untuk meminta keselamatan dan perlindungan serta kelancaran dalam setiap pertunjukan yang ditujukan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa. Setelah ritual *Dupan* selesai, pada bagian *Paripurna* diawali dengan pembacaan mantra dengan meletakkan kedua tangan sang penari *Sintren* di atas asap kemenyan. Awalnya sang penari masih menggunakan pakaian biasa, sang penari akan diikat dan dimasukkan ke dalam kurungan bersama dengan pakaian tari dan perlengkapan

riasanya. Dengan keadaan terikat sang penari harus berganti pakaian di dalam kurungan yang sempit dan waktu yang singkat sekitar 2-5 menit. Setelah penari siap dengan pakaian dan riasnya, sang penari akan memberikan tanda dengan menggetarkan kurungan tersebut dan sang pawang akan segera membuka kurungan (Gambar 1B). Sang penari *Sintren* yang sudah keluar dari dalam kurungan akan menari dengan keadaan tidak sadar karena sudah dirasuki roh bidadari dan sang penari akan didampingi 4 penari lainnya sebagai dayang (Gambar 1A).



**Gambar 1. Tari Sintren (A) Bagian Paripurna pada pertunjukan Tari Sintren; (B) Kurungan yang digunakan dalam pertunjukan Tari Sintren**  
Sumber : (A)(B) Hadi Kardila (2021)

Memasuki bagian *Balangan* yaitu saat sang penari *Sintren* sedang menari, penonton akan melemparkan sesuatu seperti uang koin atau bunga-bunga ke arah sang penari dan membuat sang penari pingsan. Pawang akan mendatangi sang penari yang pingsan dan membacakan mantra dan mengusap wajah penari agar roh bidadari dapat masuk kembali dan melanjutkan tariannya. Penonton yang melemparnya tadi diperbolehkan untuk menari bersama sang penari *Sintren*. *Temohon* yaitu bagian sang penari *Sintren* akan mendatangi penonton dengan membawa nampan ditangannya untuk meminta tanda terimakasih dengan uang sekilasnya.

Selain itu, terdapat *sesajen* pada pertunjukan *Tari Sintren*, yaitu kemenyan dan bunga melati (*Jasminum sambac* (L.)), kopi hitam, teh, dan makanan ringan. Bunga melati (*Jasminum sambac* (L.)). dalam pertunjukan *Tari Sintren* biasa digunakan untuk *sesajen* dan juga jenis bunga yang dilemparkan kepada sang penari. Menurut Hadi Kardila (40thn) pemilik Sanggar Akar Randu Alas, mengatakan adapun *sesajen* lainnya itu dapat bersifat kondisional atau mengikuti kondisi di wilayah tempat pertunjukan *Tari Sintren* berlangsung. Misalnya, di wilayah pertunjukan *Tari Sintren* tersebut terdapat banyak tanaman bawang merah (*Allium cepa*), maka *sesajen* yang disajikan bisa menggunakan bawang merah (*Allium cepa*) dapat disesuaikan dengan kekayaan alam wilayah tersebut.

## 2. Kajian Etnobiologi: Pemanfaatan Tumbuhan dan Hewan dalam *Tari Sintren*

Setiap pertunjukan yang masih dalam tradisi pasti tidak lepas dari *sesajen*. *Sesajen* merupakan simbol ucapan rasa syukur kita kepada Sang Pencipta. *Sesajen* yang digunakan dalam pertunjukan *Tari Sintren* terdiri atas tumbuhan serta minuman yang diolah dari tumbuhan. Kajian etnobiologi ini sebatas kajian yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa SMA/MA tentang Kearifan Lokal serta Keanekaragaman Hayati dan pemanfaatannya. Berdasarkan hasil penelitian, maka pemanfaatan tumbuhan disajikan pada Tabel 1. Sebagai berikut.

Tabel 1. Pemanfaatan Tumbuhan dalam pertunjukan *Tari Sintren*

No.	Nama Lokal	Nama Species	Bagian yang digunakan
1.	Bambu	<i>Bambusa sp.</i>	Batang
2.	Teh	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	Daun
3.	Kopi Hitam	<i>Coffea sp.</i>	Biji
4.	Bunga Melati	<i>Jasminum sambac</i> (L.)	Bunga
5.	Kemenyan	<i>Styrax benzoine</i>	Getah

## 3. Kajian Etnopedagogi: Nilai-Nilai Luhur pada pertunjukan *Tari Sintren*

Kearifan lokal adalah segala bentuk dari kebijaksanaan yang didasari nilai-nilai kebaikan dan telah menjadi sebuah kepercayaan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa di mana Tuhan telah memberikan kehidupan dan rejeki yang terus menerus tanpa henti. *Tari Sintren* merupakan pertunjukan yang lahir dari kearifan lokal dan memiliki nilai-nilai luhur didalamnya. Adapun makna disetiap unsur dalam pertunjukan *Tari Sintren* sebagai berikut.

### a. Kurungan Bambu

Bambu (*Bambusa sp.*) biasanya digunakan untuk menggunakan kurungan adapun bagian yang sering digunakan adalah bagian batangnya. Dalam pertunjukan *Tari Sintren*, kurungan dilambangkan sebagai dunia yang luas namun memiliki keterbatasan yang digambarkan dengan sekat-sekat pada kurungan.

### b. Tali Untuk Mengikat Penari

Tali dalam pertunjukan *Tari Sintren* melambangkan tali persaudaraan. Dalam hidup didunia manusia harus saling menjaga erat hubungan persaudaraan. Arti kata persaudaraan sendiri tidak hanya dimaknai dari saudara yang lahir dari satu ibu dan ayah, namun juga bisa berarti saudara satu agama, satu suku, bahkan satu bangsa.

### c. Pembakaran Kemenyan Pada Prosesi *Dupan*

Dalam pertunjukan *Tari Sintren*, sang dalang akan membakar kemenyan yang menandakan dimulainya pertunjukan *Tari Sintren*. Asap kemenyan yang mendulang ke atas melambangkan manusia yang berdoa kepada Tuhan Yang Maha Tinggi.

### d. Balangan

*Balangan* yaitu saat sang penari *Sintren* sedang menari, penonton akan melemparkan

sesuatu seperti uang koin atau bunga-bunga ke arah sang penari dan membuat sang penari pingsan. Filosofi sang penari pingsan saat dilemparkan uang koin atau bung-bunga bermakna bahwa manusia tidak boleh serakah bahkan mengambil hak orang lain karena benda yang dilemparkan itu bukanlah milik sang penari.

e. *Temohon*

*Temohon* yaitu bagian sang penari *Sintren* akan mendatangi penonton dengan membawa nampan ditangannya untuk meminta tanda terimakasih dengan uang sekilasnya. *Temohon* ini memiliki nilai filosofi bahwa manusia harus tahu arti berterimakasih atas bantuan orang lain ataupun dalam bentuk apapun yang telah orang lain berikan. Tanda berterimakasih dapat diberikan dalam bentuk apapun, misalnya memberikan uang, memberikan bantuan ataupun bentuk terimakasih lainnya.

## KESIMPULAN

*Tari Sintren* adalah tari rakyat yang berkembang di Pesisir Pantai Utara Jawa. Tarian ini menceritakan tentang kisah cinta antara Sulandono dan Dewi Sulasih, yang tidak disetujui oleh Ki Bahurekso yang antara lain adalah ayah dari Sulandono. Dewi Rantamsari mengatur sebuah pertemuan antara Sulandono dengan Dewi Sulasih di alam ghaib. Sejak saat itulah kisah cinta mereka mulai berkembang ditengah masyarakat dan menjadi cikal bakal dari *Tari Sintren*. *Sesajen* dalam pertunjukan *Tari Sintren*, yaitu kemenyan dan bunga melati (*Jasminum sambac* (L.)), kopi hitam, teh, dan makanan ringan. Menurut Hadi Kardila (40thn) pemilik Sanggar Akar Randu Alas, mengatakan adapun *sesajen* lainnya itu dapat bersifat kondisional atau mengikuti kondisi di wilayah tempat pertunjukan *Tari Sintren* berlangsung. Nilai luhur yang terkandung dalam pertunjukan *Tari Sintren* ini, antara lain: 1) sebelum melakukan sesuatu harus selalu diawali dengan berdoa kepada Tuhan; 2) menjaga tali persaudaraan; 3) tidak boleh menjadi manusia yang serakah dan mengambil hak orang lain; dan 4) mengetahui caranya berterimakasih kepada orang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ababil, N. R., Hasairin, A., Rasyid, A., Gani, F., Fmipa, B., & Medan, U. N. (2021). *Suku Jawa di Indonesia Ethnobiology Study Of Tumpeng As a Jawa Cultural Food In Indonesian Program Studi S2 Pendidikan Biologi , FMIPA , Universitas Negeri Malang*
- Adinugraha, F. (2020). Potensi Reresik Sumur Pitu Sebagai Pendekatan Kearifan Lokal dan Budaya pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)*, 6(1), 16–32. <https://doi.org/10.37729/jpse.v6i1.6490>
- Aditama, L. D. (2017). Kesenian Sintren Sebagai Kearifan Lokalditinjau Dari Metafisika Anton Bakker. *Jurnal Penelitian Humaniora*, 21(1). <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.13106>
- Diem, A. F. (2012). Wisdom of the locality (sebuah kajian: kearifan lokal dalam arsitektur tradisional Palembang). *Berkala Teknik*, 2(4), 299–305.
- Iskandar, J. (2017). Etnobiologi dan Keragaman Budaya di Indonesia. *Umbara*, 1(1), 27–42. <https://doi.org/10.24198/umbara.v1i1.9602>
- Njatrijani, R. (2018). Kearifan Lokal Dalam Perspektif Budaya Kota Semarang. *Gema Keadilan*, 5(1), 16–31. <https://media.neliti.com/media/publications/285944-kearifan-lokal-dalam-perspektif-budaya-k-67e452fc.pdf>
- Oktavianti, I., & Ratnasari, Y. (2018). Etnopedagogi Dalam Pembelajaran Di Sekolah Dasar Melalui Media Berbasis Kearifan Lokal. *Refleksi Edukatika : Jurnal Ilmiah*

*Kependidikan*, 8(2). <https://doi.org/10.24176/re.v8i2.2353>

- Somantri, G. R. (2005). Memahami Metode Kualitatif. *Makara, Sosial Humaniora*, 9(2), 57–65. <https://media.neliti.com/media/publications/4388-ID-memahami-metode-kualitatif.pdf>
- Syaffa Al Lina, A., Ainun Fauziah, H., & Nurmiyati, N. (2018). Studi Etnobotani Tumbuhan Upacara Ritual Adat Kelahiran di Desa Banmati, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo. *BIOSFER : Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(2). <https://doi.org/10.23969/biosfer.v2i2.657>
- Yunus, R. (2014). Nilai-Nilai Kearifan Lokal (Local Genius) Sebagai Penguat Karakter Bangsa. *Deepublish Publisher*, 1–141.

# KAJIAN MAKANAN TRADISIONAL KHAS SUKU BATAK TOBA LAPET SEBAGAI BENTUK PENDEKATAN BUDAYA DAN KEARIFAN LOKAL PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI

LS Simanullang<sup>1\*</sup>, A Septiani<sup>1</sup>, N Nadilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kristen Indonesia  
Jl. Mayjen Sutoyo No. 2, Cawang, Jakarta Timur

\*Email: lianaseftiyani@gmail.com

## ABSTRAK

Suku Batak Toba memiliki cemilan manis khas tradisional yaitu Lapet. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dan mendeskripsikan biodiversitas yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan Lapet kemudian menghubungkan kajian biodiversitas tersebut dengan makanan tradisional khas Suku Batak Toba yaitu Lapet dan membahas ragam jenis, metode pembuatan Lapet, aspek kimia serta kandungan yang terdapat pada Lapet, filosofi Lapet dan nilai kependidikan, dan pendekatan budaya dan kearifan lokal lapet pada pembelajaran biologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Lapet dibuat dari tepung beras, kelapa parut, dan dibungkus menggunakan daun pisang. Lapet juga memiliki jenis-jenis berdasarkan variasi tepung beras, cara memasak, dan penggunaan daun pisang sebagai pembungkusnya dan memiliki kandungan karbohidrat, lemak, dan protein yang cukup. Lapet memiliki nilai filosofi yang hangat dan mengandung harapan bagi masyarakat. Selain itu, Lapet juga dapat dijadikan sebagai salah satu bentuk pendekatan budaya dan kearifan lokal pada pembelajaran biologi melalui kegiatan konservasi biologi.

**Kata Kunci:** Batak Toba, Lapet, Pembelajaran Biologi, Tepung Beras

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki beragam suku khususnya Sumatera Utara yang terdiri dari Batak Toba, Batak Karo, Simalungun, Fak-fak/Dairi, Nias, Mandailing, Pesisir, dan Melayu. Tiap suku pasti memiliki karakteristik kebudayaan yang berbeda-beda, dimulai dari makanan, upacara adat, bahasa, pakaian, alat musik, karya seni, dan lain-lain. Makanan khas tradisional memiliki karakteristik rasa dan nilai filosofi yang berbeda, baik nilai yang diambil pada saat pembuatan, penyajian, maupun pemanfaatan alam sebagai bahan dasar pada masing-masing sukunya. Saat ini masakan tradisional sudah jarang ditemukan karena banyak jenis masakan modern dari manca negara yang datang. Namun sangat penting untuk meningkatkan kehadiran hidangan makanan tradisional untuk melestarikan nilai budayanya.

Lapet (dibaca Lap'pet) merupakan salah satu jenis makanan tradisional khas suku Batak Toba. Cemilan berbentuk limas ini sangat populer di kalangan masyarakat suku Batak Toba karena rasanya yang manis dan memiliki tekstur kenyal di bagian luarnya dan basah di bagian dalamnya. Makanan berbahan dasar tepung beras ini juga memiliki variasi berdasarkan cara pengolahan dan pemanfaatan daun pisang sebagai pembungkusnya. Namun Lapet sering kali dianggap sama dengan makanan tradisional khas suku Batak Toba lainnya, yaitu Ombus-ombus karena pengolahan dan berbahan dasar yang sama.

Adat istiadat Batak Toba sangat menghargai makanan sebagai sumber kehidupan dimulai dari acara kelahiran, pernikahan, sampai acara kematian. Penduduk asli setempat meyakini bahwa makanan juga mampu menggambarkan kondisi masyarakat mengenai apa yang sedang terjadi. Lapet memiliki rasa yang manis sehingga dianggap sebagai makanan

yang menggambarkan sukacita dan *pantang* disajikan ketika sedang berduka. Lapet paling sering disajikan untuk tamu atau pada perayaan besar dalam budaya Batak Toba.

Kearifan lokal pada makanan tradisional Lapet mendorong masyarakat etnis Batak Toba untuk memanfaatkan biodiversitas sebagai bahan dasar pembuatan Lapet, yaitu pisang (*Musa paradisiaca*), padi (*Oryza sativa*), dan kelapa (*Cocos nucifera*). Daun pisang dimanfaatkan sebagai pembungkus, padi yang sudah digiling menjadi tepung dimanfaatkan sebagai bahan utama, daging kelapa yang sudah diparut sebagai campurannya, dan gula merah sebagai bahan *optional*. Mayoritas penduduk asli etnis Batak Toba diduga mampu membuat Lapet sendiri karena proses pembuatannya yang mudah, bahkan menjadikan lapet sebagai ladang penghasilan tambahan. Pemanfaatan biodiversitas pada Lapet dapat dimanfaatkan peserta didik untuk mempelajari mata pelajaran Biologi khususnya tentang keanekaragaman hayati. Saat mempelajari materi keanekaragaman hayati menggunakan media kearifan lokal Lapet, peserta didik dapat ditekankan untuk menjaga kelestarian sumber daya hayati yang ada di dalam makanan tersebut dengan cara menanamkan salah satu spesies yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan Lapet yang dapat dikaitkan dengan kegiatan konservasi biologi.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dan mendeskripsikan morfologi biodiversitas secara umum yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan Lapet kemudian menghubungkan kajian biodiversitas tersebut dengan pembuatan makanan tradisional khas Suku Batak Toba yaitu Lapet, membahas ragam jenis, aspek kimia serta kandungan yang terdapat pada Lapet, dan filosofi Lapet serta nilai kependidikannya. Kajian ini memberikan manfaat sebagai sumber bacaan yang informatif baik dari aspek biologi sampai informasi adat istiadat, serta dapat dimanfaatkan sebagai panduan dalam membuat Lapet.

## **METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif: wawancara dan studi literatur. Jenis wawancara yang dipakai adalah wawancara tidak berstandar, berstruktur, dan fokus (Rachmawati, 2007) dengan mewawancarai dua tipe narasumber, yaitu narasumber yang memiliki pengetahuan adat sebanyak empat orang dimana salah satunya merupakan masyarakat yang menetap di Sumatera Utara dan yang ahli atau pernah membuat Lapet sebanyak dua orang. Dalam penulisan artikel, literatur yang digunakan diambil dari *Google Scholar* dan *Crossref* menggunakan aplikasi *Publish or Perish 8* untuk mencari kajian kandungan Lapet dengan kata kunci Lapet Batak, Lappet Makanan Batak, dan Kuliner Sumatera Utara. Lalu dilakukan observasi ke lokasi pembuatan Lapet di Mutiara Gading Timur, Mustika Jaya, Bekasi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Mengenal Biodiversitas Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Lapet**

#### **1.1 Pisang (*Musa paradisiaca*)**

Pisang dengan nama ilmiah *Musa paradisiaca* merupakan tumbuhan yang berasal

dari famili Musaceae dan termasuk ke dalam golongan monokotil tahunan. Tinggi pisang mencapai 2 meter, memiliki batang berwarna hijau kekuningan dan tumbuh tegak, memiliki daun berpangkal bulat, panjang tangkai tandan 31-60 cm, posisi tandan menggantung bersudut 45 derajat, bentuk tandan silinder, daging daun seperti kertas (*papyraceus*), berwarna hijau tua pada permukaan atas daun dan berwarna hijau muda pada permukaan bawah daun. Memiliki bunga yang susunan bunganya tersusun atas daun-daun pelindung berbentuk pelepah yang saling menutupi dan bunga-bunga terletak pada tiap ketiak di antara daun pelindung dan membentuk sisir. Tiap pelepah dibuka, maka ditemukan 15-20 bunga berwarna kuning muda. Letak bunga betina di bagian pangkal, sedangkan letak bunga jantan berada di tengah. Bunga sempurna yang terdiri atas bunga jantan dan bunga betina berada di bagian ujung. Pada bunga sempurna, terdapat 3 putik yang berlekatan dan 6 benang sari (5 benang sari pada lingkaran luar dan 1 benang sari pada lingkaran dalam). Pisang termasuk buah sejati dan memiliki tipe buah berdaging (*fleshy fruit*) yang berkembang dari *gynoseum syncarpous superior* dan termasuk ke dalam buah berry yang berkembang dari karpel yang sinkarpus. Bakal buah inferior dengan tipe plasenta parietalis. Pada bagian epicarp tipis dan biji melekat pada bagian yang berdaging. Pada awalnya biji melekat melalui plasenta ke dalam buah, namun setelah matang terpisah dengan plasenta dan menyebar secara acak di dalam buah yang berdaging. Buah Musa paradisiaca memiliki kulit dan daging buah berwarna kuning. Panjang buahnya sekitar 18 – 20 cm. Biji pisang berbentuk bulat dan sangat kecil (Kurnianingsih dkk., 2018)

### **1.2 Padi (*Oryza sativa* L.)**

Padi dengan nama ilmiah *Oryza sativa* L. merupakan spesies dari famili Graminae. Padi memiliki perakaran serabut lalu pada umur 5-6 hari berbentuk akar tunggang. Batangnya tersusun dari beberapa ruas di mana panjangnya tidak sama. Pada ruas bawah tumbuh daun pelepah yang membalut ruas sampai buku bagian atas. Daunnya memiliki sisik dan telinga daun. Helaian daun bentuknya memanjang seperti pita. Memiliki lidah daun yang terletak pada perbatasan helaian daun dan upih. Bunga padi keluar dari buku paling atas dan disebut sebagai malai. Bunganya termasuk bunga telanjang, berkelamin dua dengan bakal buah di atas. Jumlah benang sari 6 buah, tangkai sari pendek dan tipis, kepala sari besar, dan memiliki tangkai putik 2 buah dengan 2 kepala putik. Warna bunga padi umumnya putih atau ungu.

### **1.3 Kelapa (*Cocos nucifera* L.)**

Kelapa dengan nama ilmiah *Cocos nucifera* L. memiliki akar tunggang yang masuk ke dalam tanah dan sangat kuat. Batangnya merupakan batang tunggal dan berbentuk bulat (*teres*), tumbuh tegak lurus ke atas (*erectus*) dan termasuk batang tunggal. Batangnya beruas dan permukaannya memperlihatkan besar daun. Daun kelapa berbentuk seperti bulu ayam. Bagi pangkal pelepah daunnya terbentuk spina yang keras dan tajam. Anak daun tersusun berbaris dua sampai ke ujung daun. Daunnya termasuk daun majemuk. Bentuk daunnya linearis, ujung daun meruncing, tepi daun rata, daging daun perkamen, dan berwarna hijau tua. Buahnya termasuk buah sejati tunggal yang berdaging. Daging buahnya mengandung

minyak. Kelapa memiliki bunga majemuk berkarang dengan ibu tangkainya bunga tongkol majemuk. Bunga kelapa dilindungi oleh seludang. Bunga jantan terdiri dari 3 mahkota, 3 kelopak, dan 6 benang sari sedangkan bunga betina memiliki putik tidak bertangkai, bekas benang sari 6 buah, dan dasar buah terdiri dari 3 ruang (carpel) (Tjitrosoepomo, 2007)

## 2. Ragam Jenis Lapet

Makanan tradisional khas suku Batak Toba yaitu Lapet, ternyata memiliki ragam jenis yang dikategorikan dalam beberapa hal. Ada empat jenis Lapet yaitu, Lapet tepung beras, Lapet beras ketan, Lapet Pohul-pohul, dan Lapet Itak Gurgur. Lapet berdasarkan keberadaan gula merah, dibedakan menjadi 2 yaitu Lapet isi gula merah dan Lapet tanpa gula merah. Keberadaan gula merah dalam makanan ini tidak diwajibkan. Banyak orang yang menyukai Lapet tanpa menggunakan gula merah di dalamnya dan hanya menikmati rasa manis dari gula pasir yang ditambahkan pada adonan. Lapet berdasarkan bahan dasar tepungnya, dibedakan menjadi 2 yaitu Lapet tepung beras dan Lapet beras ketan. Lapet ini sama-sama berasal dari *Oryza sativa* namun berbeda varietas. Tepung beras ketan dibuat dari *Oryza sativa* var. *glutinosa*. Kedua jenis tepung ini memiliki tekstur yang berbeda. Tepung beras lebih lembut dan halus daripada tepung ketan. Tepung ketan menempel di tangan jika disentuh dan lebih lengket jika sudah dicampurkan air. Lapet tepung beras dan Lapet beras ketan dibungkus menggunakan daun pisang, sedangkan Lapet Pohul-pohul dan Lapet Itak Gurgur tidak dibungkus dengan daun pisang. Adapun perbedaan cara pengolahannya yaitu Lapet tepung beras, Lapet beras ketan, Lapet Pohul-pohul dikukus dalam pemasakannya sedangkan Lapet Itak Gurgur tanpa dikukus, bahan-bahannya hanya dicampur, dan langsung dikonsumsi.

Beragam jenis Lapet juga membedakan harga jualnya. Penduduk asli yang menduduki wilayah Batak Toba menjual semua jenis Lapet seharga Rp. 1000 dengan alasan semua bahan baku pembuatan Lapet masih mudah didapatkan dan biasanya bahan-bahan tersebut merupakan hasil panen sendiri. Namun, berbeda dengan harga Lapet di luar Sumatera Utara, Lapet dijual dengan harga berbeda. Lapet tepung beras dijual Rp. 1500, Lapet ketan dijual Rp. 2000, dan Lapet Pohul-pohul dan Itak Gurgur dijual Rp. 2500. Hal ini disebabkan karena bahan yang digunakan harus dibeli di pasar atau supermarket.



**Gambar 1. Lapet beras ketan isi gula merah**  
Sumber: Liana Seftiyani Simanullang, 2022

## 3. Metode Pembuatan Lapet

Dari masa ke masa, cara pembuatan Lapet tidak mengalami perubahan yang signifikan. Pada dasarnya, Lapet dimasak dengan cara dikukus. Secara tradisional, Lapet

dibuat dengan bahan dasar beras yang sudah digiling menjadi tepung, kelapa parut, gula merah (sesuai selera), dan dibungkus menggunakan daun pisang. Langkah pertama dalam membuat Lapet adalah menyiapkan bahan-bahan dan daun pisang dijemur lalu dibersihkan, digunting dengan ukuran 10 x 5 cm. Campurkan tepung beras dan kelapa parut dengan perbandingan 5:3, serta tambahkan gula pasir sesuai selera. Setelah itu aduk sampai merata. Selanjutnya lipat daun pisang membentuk kerucut dan masukkan campuran tepung beras, kelapa parut, dan gula pasir, lalu lipatlah sampai membentuk limas segiempat. Kukus semua Lapet yang telah dibuat selama 30 menit.



**Gambar 2. Cara membuat Lapet tepung beras tanpa gula merah**  
**Sumber: Liana Seftiyani Simanullang, 2022**

Penggunaan tepung beras yang melalui proses penggilingan dengan tepung beras instan memberikan rasa akhir dan bau yang berbeda. Ketika Lapet sudah matang, Lapet yang dibuat dari tepung berasal dari gilingan beras, bertekstur lebih lembut dibandingkan tepung beras instan. Tepung beras instan memberikan *after taste* ketika sudah dimakan. Banyaknya kelapa parut juga menentukan hasil Lapet. Jika terlalu banyak memasukkan kelapa parut, maka Lapet akan keras. Maka dari itu, perlu diperhatikan perbandingan antara kelapa parut dengan tepung beras.

Lapet dibungkus menggunakan daun pisang karena tidak mudah sobek ketika dilipat-lipat dan daunnya lemas. Beberapa masyarakat etnis Batak Toba menggunakan daun muda nangka sebagai pembungkus Lapet. Namun jarang sekali masyarakat menggunakan daun tersebut untuk membungkus Lapet. Daun pisang yang akan digunakan untuk membungkus harus dijemur sampai layu supaya tidak mudah robek. Adapun teknik membersihkan daun pisang supaya tidak mudah robek adalah dibersihkan dengan kain searah dengan anak tulang daun.

#### **4. Aspek Kimia dan Kandungan pada Lapet**

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan Lapet adalah tepung beras. Adapun penggunaan tepung beras ketan sebagai pengganti tepung beras. Tepung beras merupakan tepung yang berasal dari beras gilingan atau beras yang telah ditumbuh sampai halus dan memiliki tekstur yang halus dan lembut. Tekstur antara tepung beras dengan tepung beras ketan hampir mirip, namun tepung beras ketan terasa lebih berat dan menggumpal. Ketika kedua tepung tersebut dilarutkan dalam air, tepung beras ketan akan memberikan tekstur kental sedangkan tepung beras menjadi larutan yang encer. Lapet yang dibuat menggunakan tepung beras ketan lebih lengket daripada Lapet yang dibuat menggunakan tepung beras.

Hal ini tentunya disebabkan adanya proses gelatinisasi dari tepung beras ketan, dimana pada prosesnya terjadi pembengkakan granula pati akibat penyerapan air (Fitriani dkk., 2017). Pecahnya butiran pati akan mengeluarkan air sehingga memberikan tekstur melekat dan menyatu sama lain (Solikhah dan Nisa, 2014). Rasa manis yang kita rasakan pada saat memakan Lapet disebabkan oleh amilase yang ada dalam air liur dan memulai proses pencernaan karbohidrat secara kimiawi dan mengubah sebagian besar pati menjadi gula (Winarno, 2008).

Tepung beras ketan mengandung 90% pati yang terdiri atas 88-89% amilopektin dan 1-2% amilosa (Imanningsih, 2012). Tepung beras putih mengandung  $7,593 \pm 0,469\%$  protein (Tuankotta dkk., 2015) sedangkan tepung beras ketan mengandung 6,61% protein (Alyanti dkk., 2017). Gula merah yang dipakai sebagai bahan pelengkap pembuatan Lapet mengandung 15% sukrosa, 0,13% gula invert, 0,13% non-gula organik, dan 0,02% non-gula anorganik (Muchtadi dan Ayustaningwarno, 2010).

Kelapa parut umumnya digunakan untuk mencampur bahan, membentuk tekstur dan aroma, atau sebagai isian (Sirait, 1992). Kelapa parut mengandung protein dan sebagian besar minyak serta stabil pada panas. Ketika Lapet mendekati matang, biasanya akan mengeluarkan aroma yang khas. Aroma itu datang dari daun pisang yang keluar ketika dipanaskan. Lilin alami pada daun pisang membantu menghambat terjadinya kehilangan air pada makanan, sehingga Lapet memiliki tekstur yang kenyal dan menjaga kualitas Lapet serta mencegah penguapan produk makanan karena pengaruh kondisi dari luar (Sabana, 2000)

## 5. Filosofi Lapet dan Nilai Kependidikan

Lapet sangat melekat dengan masyarakat etnis Batak Toba. Makanan berbahan dasar tepung beras ini sangat mudah ditemui pada berbagai pesta adat. Keberadaan Lapet pada acara-acara adat bukanlah kebetulan. Namun terdapat nilai dan filosofi yang terkandung pada makanan tersebut. Lapet yang identik berbentuk limas segiempat atau seperti piramid pun memiliki nasehat yang baik kepada masyarakat Batak Toba. Leluhur berharap masyarakat Batak Toba semakin ke atas harus semakin sukses. Walau sudah mengalami kesuksesan, masyarakat etnis Batak Toba harus tetap menjaga keharmonisan dan kerukunan dalam satu keluarga. Jika salah satu anggota keluarga sudah merasakan kesuksesan, anggota keluarga yang lain harus mengikuti.

Lapet yang dibungkus menggunakan daun pisang juga mengandung nilai. Daun pisang dilambangkan sebagai pemersatu keluarga besar. Beragam bahan dasar Lapet yang berburai seperti tepung beras dan gula dilambangkan sebagai keluarga yang berbeda-beda dan kehadiran kelapa parut sebagai penyatu antarkeluarga. Ketika Lapet sudah masak dan dimakan, tekstur Lapet tidak akan buyar di mulut. Dengan begitu, diharapkan keluarga masyarakat etnis Batak Toba juga tidak akan terpecah dalam situasi apapun, baik keadaan suka maupun duka.

Lapet paling sering ditemukan di pesta acara adat Batak Toba, seperti acara pernikahan di mana Lapet dibawa oleh pihak Parboru (Napitupulu dan Laksana, 2021), syukuran penempatan rumah baru, baptisan anak, dan ucapan syukuran lainnya. Rasa Lapet

yang manis melambangkan sukacita sehingga Lapet hadir dalam acara-acara syukuran dan tidak ada pada acara duka atau kematian karena Lapet merupakan salah satu bentuk ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa.

Filosofi Lapet memenuhi beberapa karakter nilai pendidikan yang ditulis oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yaitu religius, toleransi, kerja keras, dan cinta tanah air. Pertama, religius. Nilai religius yang terkandung pada filosofi Lapet adalah mampu menjalin hubungan individu dengan Tuhan, sesama, dan alam semesta (Kusnoto, 2017). Sebagai warga negara yang baik, kita harus menunjukkan sikap mencintai dan menjaga keutuhan ciptaan Tuhan Yang Maha Esa. Kedua, toleransi. Filosofi Lapet mencerminkan sikap saling menghargai perbedaan kepercayaan, suku, etnis, pendapat, agama, dan lain-lain. Ketiga, kerja keras. Nilai-nilai yang terkandung dalam Lapet mengajarkan kita untuk selalu bersungguh-sungguh dalam melakukan tugas, pekerjaan, permasalahan, dan selalu bertanggung jawab dalam menjalankan pekerjaan. Keempat, cinta tanah air. Dengan adanya keberagaman budaya, bahasa, dan sebagainya, kita dituntut untuk tetap mencerminkan rasa bangga terhadap tanah air.

## **6. Pendekatan Budaya dan Kearifan Lokal Lapet pada Pembelajaran Biologi**

Uraian pada bagian pengenalan biodiversitas sebagai bahan dasar pembuatan Lapet dan aspek kimia dan kandungan pada Lapet dapat dijadikan sebagai bahan dalam pembelajaran biologi khususnya materi keanekaragaman hayati. Penjabaran tersebut tentunya mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif bagi peserta didik (Adinugraha dkk., 2020). Ketika sedang dihadapkan sebuah makanan tradisional, peserta didik dan guru bisa saling berdiskusi mengenai taksonomi tumbuhan, morfologi tumbuhan, kandungan, atau manfaat yang ada di dalam spesies tumbuhan tersebut.

Selain membuat forum diskusi, peserta didik dan guru juga dapat melakukan kegiatan penanaman tumbuhan sebagai kegiatan konservasi biologi. Peserta didik diarahkan untuk bisa memahami konsep pertumbuhan dan perkembangan dari hasil penelitian yang mereka lakukan. Hal ini tentunya dapat dimanfaatkan guru dalam salah satu model pembelajaran, yaitu *project based learning* di mana *project based learning* memiliki sintaks pembelajaran (1) Penentuan proyek, (2) Menyusun perencanaan dan langkah-langkah penyelesaian proyek bisa melalui percobaan, (3) Penyelesaian laporan proyek dengan fasilitasi dan monitoring guru, (4) Penyusunan laporan dan presentasi/publikasi hasil proyek, dan (5) Evaluasi proses dan hasil proyek (Banawi, 2019).

*Project based learning* mengenalkan keterampilan 4C yang cocok dalam mempelajari budaya dan kearifan lokal, khususnya Lapet sebagai makanan tradisional (Soeryono, 2019). (1) *Critical thinking*, peserta didik mampu berpikir kritis terhadap fenomena yang terjadi di sekitar dan melakukan pengamatan suatu objek pada fenomena tersebut, (2) *Communicated*, peserta didik berkomunikasi dan berdiskusi dengan mengemukakan argumentasi edukatif yang digunakan untuk memecahkan masalah dengan merancang suatu kegiatan, (3) *Collaborated*, di mana peserta didik memiliki empati yang sama dalam bekerja sama dan bertekad melakukan sesuatu, (4) *Create*, merupakan akhir dari rangkaian di mana peserta didik akan melahirkan ide dan menciptakan suatu produk yang bermanfaat bagi masyarakat (Davis dkk., 2016).

Setelah selesai melakukan percobaan melalui kegiatan penanaman, hasil dari tumbuhan tersebut dapat digunakan sebagai bahan-bahan dasar pembuatan makanan tradisional lainnya. Seperti yang diketahui, salah satu biodiversitas yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan Lapet yaitu daun pisang (*Musa paradisiaca*), dapat digunakan untuk membungkus makanan lainnya seperti bahan kemasan tempe, pepes, gorengan, nasi rames, dan masih banyak lagi (Astuti, 2009).

## KESIMPULAN

Lapet sudah menjadi bagian dari budaya Batak Toba, utamanya makanan tradisional. Dalam suku Batak Toba, banyak perbedaan Lapet dari segi bahan, cara memasak, atau penggunaan daun pisang sebagai pembungkusnya. Lapet menjadi produk mata pencaharian bagi masyarakat Sumatera Utara. Selain memiliki nilai ekonomi, Lapet juga memiliki filosofi yang hangat bagi masyarakat Batak Toba. Sampai saat ini, Lapet menjadi cemilan wajib dalam tiap acara adat seperti acara kelahiran, pernikahan, sampai menempati rumah baru. Lapet juga dapat dijadikan sebagai salah satu bentuk pendekatan budaya dan kearifan lokal pada pembelajaran biologi melalui kegiatan konservasi biologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, F., Ponto, A. I., & Munthe, T. R. (2020). Potensi Kebudayaan Betawi Sebagai Pendekatan Kearifan Lokal Dan Budaya Dalam Pembelajaran Biologi. *EDUPROXIMA: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 2(2), 55-66.
- Alyanti, A., Patang, P., & Nurmila, N., (2017). Analisis Pembuatan Dodol Berbahan Baku Tepung Melinjo dan Tepung Beras Ketan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3, S40-S51.
- Astuti, N. P., (2009). *Sifat Organoleptik Tempe Kedelai yang Dibungkus Plastik, Daun Pisang dan Daun Jati* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Banawi, A., (2019). Implementasi pendekatan saintifik pada sintaks discovery/inquiry learning, based learning, project based learning. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 8(1), 90-100.
- Davis, K. A., Zorwick, M. L. W., Roland, J., & Wade, M. M., (2016). Using debate in the classroom: Encouraging critical thinking, communication, & collaboration. Routledge
- Fitriani, B. M., Ardiansyah, D., & Reynaldo, K. Ombus-Ombus: Traditional Food From Batak.
- Imanningsih, N. (2012). Profil gelatinisasi beberapa formulasi tepung-tepungan untuk pendugaan sifat pemasakan (Gelatinisation profile of several flour formulations for estimating cooking behaviour). *Nutrition and Food Research*, 35(1), 13-22.
- Kurnianingsih, R., Ghazali, M., & Astuti, S. P. (2018). Karakterisasi morfologi tanaman pisang di daerah Lombok. *Jurnal biologi tropis*, 18(2), 235-240.
- Kusnoto, Y. (2017). Internalisasi nilai-nilai pendidikan karakter pada satuan pendidikan. *Sosial Horizon: Jurnal Pendidikan Sosial*, 4(2), 247-256.
- Muchtadi, T. R., & Ayustaningwarno, F. (2010). Ilmu pengetahuan bahan pangan.
- Napitupulu, R. O., & Laksana, A. T. Pernikahan Masyarakat Batak Toba di Kota Kediri Pada Tahun 1990–2000. *Avatara*, 11(1), 6.
- Rachmawati, I. N. (2007). Pengumpulan data dalam penelitian kualitatif: wawancara. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 11(1), 35-40.

- Sabana, S. (2000). Kemasan sebelum kertas dan plastik: Data, permasalahan dan prospeknya. *Jurnal Seni Rupa dan Desain*, 1(1), 1-4.
- Sirait, M. R. Penentuan Sorpsi Kelapa Parut Kering (Desiccated Coconut) dari Kelapa Khina-1, Khina-2, dan Khina-3.
- Soeryono, B. (2019). Peningkatan Kemampuan Meneliti Dan Menyusun Laporan Penelitian Melalui Project Based Learning (Pjbl) Tanam Pada Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan. *Jurnal Guru Dikmen dan Dikus*, 2(2), 38-53.
- Solikhah, F. S., & Nisa, F. C. (2014). Cookies Beras Pratanak (Kajian Proporsi Tepung Beras Pratanak dengan Tepung Terigu dan Penambahan Shortening)[IN PRESS JULI 2015]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3).
- Tjitrosoepomo, I. G. (2007). Morfologi tumbuhan.
- Tuankotta, A., Kurniaty, N., & Arumsari, A. (2015). Perbandingan kadar protein pada tepung beras putih (*oryza sativa* l.), tepung beras ketan hitam (*oryza sativa* l. glutinosa), dan tepung sagu (*metroxylon sagu* rottb.) dengan menggunakan metode kjeldahl. *Prosiding Farmasi*, 109-114.
- Winarno, F. G. (1984). Kimia pangan dan gizi.

# PENGEMBANGAN ATLAS HISTOLOGI BERBASIS SISTEM SEBAGAI SUPLEMEN PEMBELAJARAN JARINGAN HEWAN DI SMA

FZ Farento, Lisdiana<sup>1\*</sup>, N Setiati<sup>1</sup>, S Ngabekti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: lisdiana@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik, validitas, dan kelayakan Atlas Histologi berbasis Sistem sebagai suplemen pembelajaran materi jaringan hewan. Desain penelitian ini adalah Research and Development (R&D) dengan langkah potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk dan produk untuk pembelajaran. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI SMAN 2 Pati, dengan 16 siswa dan 2 guru. Metode pengumpulan data meliputi wawancara, angket validasi materi dan media, dan angket uji kelayakan (guru dan siswa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan berupa Atlas Histologi berisi gambar histologi organ, berwarna dengan urutan sesuai sistem pada tubuh makhluk hidup, validitas materi dengan kategori sangat valid (90,17%), validasi media dengan kategori sangat valid (97,66%), serta data tanggapan guru sebesar 85% dan siswa 85,20% dengan kategori sangat layak. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Atlas Histologi berbasis Sistem valid dan layak digunakan sebagai suplemen pembelajaran materi jaringan hewan di SMA.

**Kata kunci:** Atlas histologi, suplemen, validitas, kelayakan

## PENDAHULUAN

Guru diharapkan telaten dalam memilih media pembelajaran sebagai pendukung proses pembelajaran, karena salah satu fokus dalam strategi pembelajaran adalah media pembelajaran. Patokan dalam memilih media pembelajaran salah satunya meliputi ketersediaan sumber, yang artinya jika media yang bersangkutan tidak terdapat pada arsip perpustakaan sekolah tersebut, maka harus dikembangkan sendiri. Dikembangkannya suatu media pembelajaran yang inovatif diharapkan dapat memberikan hasil yang positif bagi guru dan siswa dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di SMAN 2 Pati melalui wawancara siswa, bahwa sejauh ini media yang digunakan sudah cukup baik, berupa buku teks dan media lain seperti internet, *PowerPoint*, dan sumber lainnya. Namun, belum ada sumber belajar yang spesifik berkaitan dengan jaringan hewan. Hasil wawancara dengan guru menghasilkan data bahwa sumber belajar yang banyak dan variatif menyebabkan siswa kesulitan memvisualkan di dalam pikirannya mengenai materi jaringan hewan karena materi struktur jaringan adalah materi yang perlu pemahaman lebih awal tentang anatomi makro organ tubuh hewan.

Buku ajar jaringan hewan yang digunakan kelas 11 SMA N 2 Pati berupa buku ajar Biologi dari penerbit Erlangga, dan LKS dari Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP). Buku tersebut berisi gambar jaringan hewan, tetapi gambarnya sedikit dan lebih banyak memuat bacaan. Diperlukan media pembelajaran lain seperti Atlas Histologi sebagai suplemen untuk memudahkan siswa dalam memahami konsep materi jaringan hewan.

Barokahhuda *et al.* (2021) menyatakan bahwa materi jaringan hewan merupakan

materi yang dianggap sulit untuk dipahami oleh siswa. Materi jaringan hewan memuat konsep-konsep yang bersifat abstrak, karena ukuran benda yang diamati sangat kecil. Objek dapat divisualisasikan dengan pengamatan langsung preparat pengawetan jaringan hewan melalui mikroskop, namun tidak semua sekolah dapat melakukannya karena keterbatasan peralatan dan waktu. Kegiatan praktikum belum sepenuhnya menjamin bahwa semua siswa memiliki pemahaman dan persepsi yang benar dan sama terhadap materi tersebut.

Menurut kurikulum 2013, menyatakan bahwa indikator yang harus dicapai dalam pembelajaran materi jaringan hewan sesuai KD 3.4 adalah siswa diharapkan dapat menganalisis keterkaitan antara struktur sel pada jaringan hewan dengan fungsi organ pada hewan. Sedangkan pada KD 4.4 siswa diharapkan dapat menjelaskan dan menyajikan data hasil pengamatan struktur jaringan dan organ pada hewan. Materi struktur dan fungsi jaringan hewan merupakan materi pelajaran yang bersifat mikroskopis, sehingga membutuhkan alat atau media bantu dalam pembelajaran seperti mikroskop dan bahan ajar yang sesuai untuk dapat menyampaikan konsep dari materi tersebut.

Media pembelajaran dapat diartikan sebagai alat perangkat keras atau perangkat lunak yang digunakan dalam penyampaian materi oleh guru kepada siswa dalam proses pembelajaran. Dalam pembelajaran, media diharapkan dapat membuat lebih banyak proses pembelajaran yang efektif dan efisien sesuai dengan tujuan pembelajaran (Puspitarini & Hanif, 2019). Berdasarkan penelitian Mulyati, et al. (2022), diketahui bahwa atlas anatomi tumbuhan yang dikembangkan sangat praktis dalam proses perkuliahan dengan rata-rata 90,83%, dan menurut mahasiswa dikategorikan praktis dengan rata-rata 89,3%. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah atlas anatomi tumbuhan yang dikembangkan dapat membantu dan memudahkan dosen untuk menjelaskan konsep-konsep dalam materi anatomi tumbuhan kepada mahasiswa di perguruan tinggi.

Penelitian yang dilakukan dengan penerapan E-Atlas Avivauna sebagai alat identifikasi burung dapat melatih karakter peduli lingkungan dengan persentase respon karakter peduli lingkungan siswa sebesar 80% dan 84% (Utami & Ambarwati, 2022). Penelitian Nuha & Lisdiana (2019) yang menerapkan Suplemen Bahan Ajar Sistem Pernapasan Sebagai Kesadaran Kesehatan Terhadap Bahaya Rokok Elektrik, menunjukkan hasil yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan juga efektif menumbuhkan sikap peduli siswa terhadap bahaya rokok elektrik bagi kesehatan. Penelitian serupa oleh Sulistyawati, et al. (2019) yang mengembangkan suplemen Katalog Tanaman Berbunga Berbasis Riset terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Berdasarkan permasalahan dan fakta tersebut, maka perlu dikembangkan Atlas Histologi berbasis Sistem sebagai Suplemen Pembelajaran untuk mengatasi keterbatasan guru dan siswa dalam pembelajaran materi struktur jaringan hewan. Pengembangan suplemen dalam penelitian ini menggunakan metode Research and Development. Penelitian ini menghasilkan produk berupa Atlas Histologi berbasis Sistem, yang kemudian diuji validitas dan kelayakannya agar dapat dijadikan sebagai suplemen pembelajaran materi jaringan hewan di SMA.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development dan menggunakan model pengembangan menurut Sugiyono (2013) yang mengacu pada langkah-langkah langkah potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk dan produk untuk pembelajaran.

Tahap potensi dan masalah diukur dari hasil wawancara dengan guru dan siswa. Pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan pemindaian gambar dari literatur terkait jaringan hewan. Tahap desain Atlas, dirancang dengan bantuan perangkat lunak *CorelDraw X7*. Jenis fon utama yang digunakan yaitu *Century Gothic* dengan ukuran kertas cetak A4. Komponen Atlas Histologi yang akan dikembangkan meliputi pendahuluan, prakata, daftar isi, bagian isi, daftar pustaka, glosarium, dan indeks. Materi yang dibahas pada Atlas Histologi meliputi materi jaringan yang dikategorikan berdasarkan sistem organ. Setelah itu produk divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Selanjutnya tahap uji coba yang dilakukan ke 16 siswa kelas XI MIPA 1 SMA N 2 Pati. Setelah pengujian skala kecil, kemudian dilakukan uji kelayakan suplemen bahan ajar dengan menggunakan angket tanggapan guru dan siswa.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Atlas Histologi**

Karakteristik Atlas Histologi berbasis sistem yang dikembangkan dapat dilihat dari beberapa komponen yang terdapat pada atlas, antara lain judul atlas yang terletak pada sampul, kata pengantar, daftar isi, bagian isi, daftar pustaka, glosarium dan indeks. Pada desain sampul, Atlas diberi judul Atlas Struktur Jaringan Hewan berdasarkan Sistem agar siswa tidak merasa asing dengan kata histologi.

Kata pengantar atlas ini disusun seperti kata pengantar dalam karya tulis umum. Kata pengantar disajikan dengan tujuan penulisan atlas ini dan ungkapkan rasa terima kasih. Daftar isi adalah bagian yang memuat kumpulan judul-judul dari bab-bab yang ditulis, sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman, sehingga memudahkan pembaca untuk mencari informasi berdasarkan judul dan nomor halaman yang diharapkan.

Desain bagian isi kaya akan warna, tersusun rapi dan sistematis untuk meningkatkan semangat belajar siswa. Penyajian materi dikategorikan berdasarkan sistem mulai dari sistem integumen, sistem respirasi, sistem kardiovaskuler, sistem digesti, sistem urinaria, sistem reproduksi, sistem limfatik, sistem endokrin, sistem gerak, sistem saraf, sistem indera. Penyajian yang sistematis tersebut dirancang untuk memudahkan siswa dalam mempelajari konsep materi jaringan hewan.

Pada bagian akhir terdapat daftar pustaka, glosarium, dan indeks yang disusun seperti buku pada umumnya. Daftar Pustaka memuat referensi-referensi yang digunakan untuk mengisi materi Atlas. Glosarium berfungsi untuk membantu pembaca memahami istilah-istilah penting yang terdapat pada Atlas. Sedangkan indeks dapat membantu pembaca untuk mencari istilah-istilah penting terdapat di halaman berapa saja. Karakteristik Atlas Histologi Berbasis Sistem disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Karakteristik Atlas Histologi berbasis Sistem**

**Validitas Atlas Histologi**

Validasi dilakukan untuk menilai tingkat validitas produk yang dikembangkan oleh peneliti dengan uji validitas. Uji validitas dilakukan dua tahap, yaitu uji validitas materi dan media oleh ahli materi dan media yang berkompeten dan relevan pada bidangnya. Uji validitas atlas dilakukan dengan menggunakan teknik angket dengan skor evaluasi skala satu sampai empat. Hasil dari skor evaluasi tersebut kemudian dianalisis dan diubah menjadi persentase. Rekapitulasi hasil validasi materi oleh ahli materi dan media tercantum dalam Tabel 1 dengan hasil yang sangat valid.

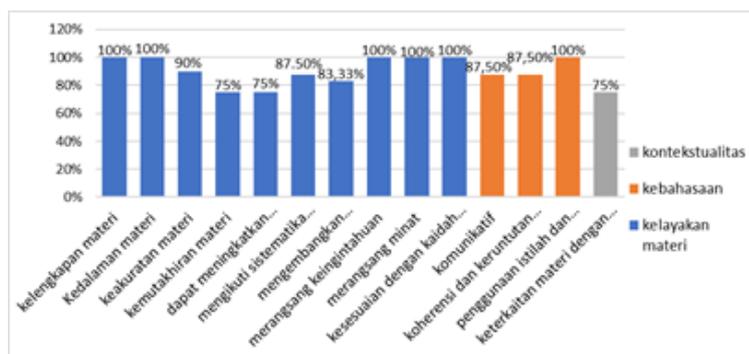
Berikut adalah grafik hasil validasi materi Atlas Struktur Jaringan Hewan berdasarkan indikator yang dievaluasi.

**Tabel 1. Hasil Uji Validitas Atlas Histologi**

Keterangan	Skor maksimal	Skor	Persentase (%)	Kategori
Ahli Materi	112	101	90,17	Sangat valid
Ahli Media	128	125	97,66	Sangat valid

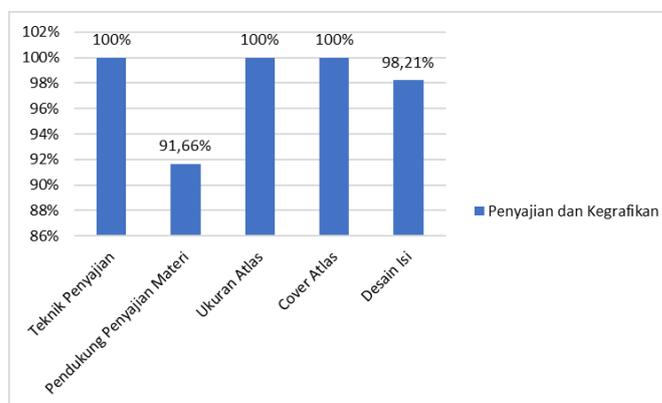
Hasil validasi materi Atlas Struktur Jaringan Hewan mendapatkan skor 101 dari skor maksimal 112 dengan persentase 90,17%, menunjukkan bahwa atlas sangat valid digunakan dengan revisi. Indikator yang dievaluasi oleh ahli materi antara lain: kelengkapan materi, kedalaman materi, keakuratan materi, kemutakhiran materi, materi dapat meningkatkan kompetensi sains siswa, materi mengikuti sistematika keilmuan, materi mengembangkan keterampilan dan kemampuan berpikir, merangsang keingintahuan, merangsang minat, kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, komunikatif, koherensi dan keruntutan alur pikir, penggunaan istilah dan simbol/lambang, dan keterkaitan materi dengan permasalahan di kehidupan siswa sehari-

hari. Pada indikator kelengkapan materi, kedalaman materi, merangsang keingintahuan, merangsang minat, kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, penggunaan istilah dan simbol/lambang mendapatkan persentase sebesar 100%, keakuratan materi sebesar 90%, materi mengikuti sistematika keilmuan, komunikatif, koherensi dan keruntutan alur pikir sebesar 87,50%, mengembangkan keterampilan dan kemampuan berpikir sebesar 83,33%, dan kemutakhiran materi, materi dapat meningkatkan kompetensi sains siswa, keterkaitan materi dengan permasalahan di kehidupan siswa sehari-hari sebesar 75%.



**Gambar 2. Grafik Persentase Evaluasi Validitas Materi Atlas oleh Ahli Materi**

Setelah dilakukan validitas materi, dilanjutkan dengan validitas media. Berikut adalah grafik hasil validasi media Atlas Struktur Jaringan Hewan berdasarkan indikator yang dievaluasi.



**Gambar 2. Grafik Persentase Evaluasi Validitas Media Atlas oleh Ahli Media**

Hasil validasi media Atlas Struktur Jaringan Hewan mendapatkan skor 125 dari skor maksimal 128 dengan persentase 97,66%, menunjukkan bahwa atlas sangat valid digunakan dengan revisi. Indikator yang dievaluasi oleh ahli media antara lain: teknik penyajian, pendukung penyajian materi, ukuran Atlas, cover Atlas, dan desain isi. Pada indikator teknik penyajian, ukuran Atlas, dan cover Atlas mendapatkan presentase sebesar 100%, pendukung penyajian materi sebesar 91,66%, dan desain isi sebesar 98,21%.

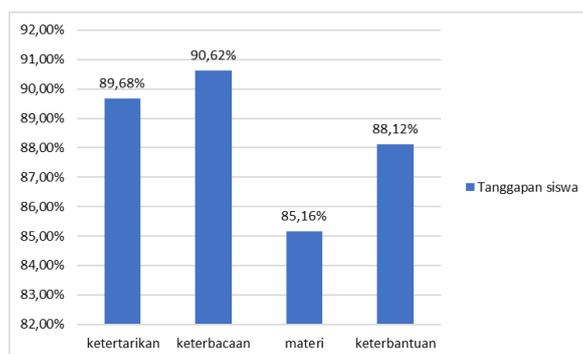
### Kelayakan Atlas Histologi

Penilaian uji kelayakan produk Atlas Histologi diperoleh dari respon siswa terhadap angket tanggapan guru, dan angket tanggapan siswa terhadap Atlas Histologi sebagai

suplemen pembelajaran. Penilaian kelayakan didasarkan pada respon siswa dengan total 16 responden dan guru dengan 2 responden. Rekapitulasi hasil uji kelayakan oleh respon guru dan siswa tercantum dalam Tabel 2 dan Gambar 3 dengan hasil yang sangat layak.

**Tabel 2. Hasil Uji Kelayakan Atlas Histologi**

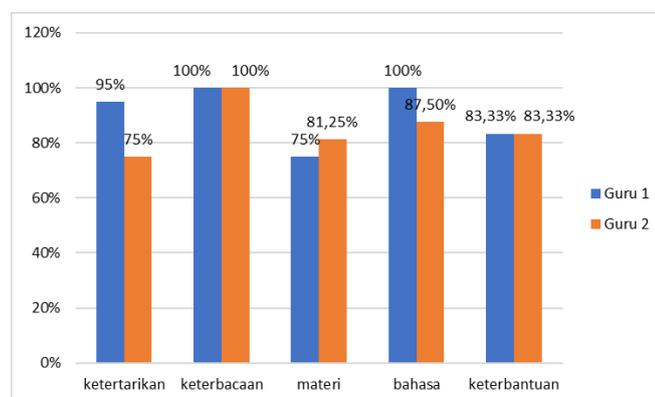
Keterangan	Skor maksimal	Skor	Persentase (%)	Kategori
Guru	120	102	85	Sangat layak
Siswa	960	818	85,20	Sangat layak



**Gambar 3. Grafik Persentase Hasil Tanggapan Siswa mengenai KelayakanAtlas Histologi.**

Tanggapan siswa mengenai Atlas Histologi dengan total 16 responden menghasilkan skor 818 dari 960, dengan persentase 85,20%, dengan kategori sangat layak digunakan. Terdapat beberapa aspek penilaian yaitu: ketertarikan, keterbacaan, materi, dan keterbantuan. Aspek ketertarikan mendapatkan persentase sebesar 89,68%, keterbacaan sebesar 90,62%, materi sebesar 85,16%, dan keterbantuan sebesar 88,12%.

Tanggapan guru mengenai kelayakan Atlas mendapat skor 102 dari 120, dengan persentase 85%, dengan kategori sangat layak digunakan. Terdapat beberapa aspek penilaian yaitu: ketertarikan, keterbacaan, materi, bahasa, dan keterbantuan. Pada aspek ketertarikan persentase guru 1 dan 2 berturut-turut sebesar 95% dan 75%, aspek keterbacaan persentase guru 1 dan 2 sebesar 100%, aspek materi persentase guru 1 dan 2 berturut-turut sebesar 75% dan 81,25%, aspek bahasa persentase guru 1 dan 2 berturut-turut sebesar 100% dan 87,50%, dan aspek keterbantuan sebesar 83,33%. (Gambar 4).



**Gambar 4. Grafik Persentase Hasil Tanggapan Siswa mengenai KelayakanAtlas Histologi.**

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan bahwa karakteristik dari Atlas Histologi yang dikembangkan, yakni: produk yang dikembangkan berupa Atlas Histologi berisi gambar histologi organ, berwarna dengan urutan sesuai sistem pada tubuh makhluk hidup, Atlas Histologi yang dikembangkan valid digunakan sebagai suplemen pembelajaran pada materi jaringan hewan, dan Atlas Histologi yang dikembangkan layak digunakan sebagai suplemen pembelajaran pada materi jaringan hewan di SMA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barokahhuda, U., Sumarmin, R., Helendra, & Yogica, R. (2021). Analisis Kebutuhan untuk Pengembangan Bahan Ajar Berbentuk Komik Manga pada Materi Jaringan Hewan Kelas XI SMA. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 88-103.
- Mulyati, Meriko, L., & Erita, Y. (2022). The Practicality of Atlas Media Based on Constructivist-Oriented in the Subject of Plant Anatomy for Lecture in Collage. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 422, 291-293.
- Nuha, U., & Lisdiana. (2019). The Development of Respiratory System Teaching Material Supplement as a Health Awareness to the Dangers of E-Cigarettes. *Journal of Biology Education*, 8(2), 196-208.
- Puspitarini, Y. D., & Hanif, M. (2019). Using Learning Media to Increase Learning Motivation in Elementary School. *Anatolian Journal of Education*, 4(2), 53-60.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistyawati, A., Indriyanti, D. R., & Yuniastuti, A. (2019). Development of Research-Based Flowering Plants Catalog as a Supplement of Biology Teaching Materials in High School. *Journal of Innovative Science Education*, 8(2), 173-182.
- Utami, A. N., & Ambarwati, R. (2022). The Development of E-Atlas Avifauna of Surabaya as an Identification Tool of Birds and to Train Environmental Care Character for X Grade Students. *Journal of Biology Education*, 11(1), 126-137.

**ANALISIS MOTIVASI DAN AKTIVITAS BELAJAR SISWA PADA  
PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA SECARA DARING DAN LURING  
SF Irwandita, W Isnaeni**

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

Email: salsairw11@students.unnes.ac.id (*Author*)  
wiwiisna@mail.unnes.ac.id (*Corresponding author*)

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis keterlaksanaan proses pembelajaran daring dan luring, menganalisis motivasi dan aktivitas belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring. Jenis penelitian ini yaitu kualitatif dengan metode deskriptif. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA 4, 5, dan 6 SMA Negeri 12 Semarang. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi terkait aktivitas dan proses pembelajaran daring dan luring, angket/kuesioner motivasi belajar siswa, wawancara, serta dokumentasi. Dari hasil penelitian dan hasil analisis data, diperoleh data sebagai berikut yaitu rata-rata keterlaksanaan proses pembelajaran daring dan luring yaitu 80,25% dan 94,44%, data aktivitas belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring yaitu 80% dan 90,74%, dan data tingkat motivasi belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring adalah 78,05% dan 69,35%. Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingkat keterlaksanaan proses pembelajaran daring dan luring termasuk baik dan sangat baik, tingkat keterlaksanaan aktivitas belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring termasuk aktif dan sangat aktif, dan tingkat motivasi belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring termasuk tinggi.

**Kata kunci:** aktivitas belajar, motivasi belajar, pembelajaran daring, pembelajaran luring,

## PENDAHULUAN

Pelaksanaan program belajar secara daring atau jarak jauh merupakan hasil kebijakan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Sebelumnya pembelajaran sempat terhenti selama pandemi Covid-19. Terhentinya pembelajaran mengakibatkan menurunnya motivasi belajar siswa. Jadi pemerintah mengambil tindakan untuk membuat kebijakan dengan segala kegiatan dilaksanakan dari rumah, termasuk pembelajaran. Namun, meskipun dengan adanya kebijakan tersebut tidak sepenuhnya mengembalikan semangat siswa. Menurut Sa'id (2021), menurunnya motivasi dan semangat belajar siswa menurun karena sempat terhentinya pembelajaran. Meskipun pembelajaran berjalan kembali dengan sistem daring, namun hal tersebut tidak sepenuhnya mengembalikan semangat dan motivasi belajar siswa.

Berdasarkan pembelajaran di suatu sekolah, menunjukkan penurunan motivasi dan aktivitas belajar siswa. Adanya siswa yang tidak sungguh-sungguh dalam belajar, minimnya jumlah siswa yang bertanya dan menjawab materi saat pembelajaran berlangsung, kegiatan belajar yang berkurang karena waktu untuk belajar daring singkat, serta kurangnya tanggung jawab siswa terhadap tugas yang diberikan.

Pemberian tugas diluar pembelajaran seringkali membuat siswa lalai dan mengabaikannya. Pasaunya, ada beberapa siswa yang tidak mengumpulkan ketika ditagih

oleh guru, bahkan hal tersebut terjadi sampai siswa naik kelas. Sesuai dengan penuturan guru biologi, ada siswa yang sama sekali tidak mengumpulkan tugas setelah beberapa kali pembelajaran ataupun hingga ujian tengah semester tiba dengan alasan tidak memiliki *handphone*, kuota, serta kualitas sinyal yang buruk.

Berbagai aktivitas belajar siswa seperti penjelasan di atas dapat diamati untuk mengetahui motivasi belajar siswa. Motivasi dan aktivitas belajar siswa memiliki keterkaitan. Seperti pendapat dalam (Masni, 2015) motivasi sangat diperlukan dalam kegiatan belajar sebab seseorang tidak akan mungkin melakukan aktivitas belajar jika tidak mempunyai motivasi.

Selain dari aktivitas belajar yang dilakukan selama pembelajaran, motivasi siswa juga dapat diketahui dari kehadiran siswa. Pada Tabel 1. disajikan data kehadiran siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Bantarkawung pada pembelajaran biologi secara daring.

**Tabel 1. Kehadiran Siswa selama Daring pada Mata Pelajaran Biologi**

No.	Kelas	Jumlah siswa hadir	Jumlah siswa	Persentase kehadiran
1.	XI MIPA 1	10	35	28,57%
2.	XI MIPA 2	12	36	33,33%
3.	XI MIPA 3	23	35	65,71%
4.	XI MIPA 4	17	35	48,57%
<b>Rata-rata kehadiran siswa</b>				<b>44,04%</b>

*Sumber: Data Guru Mata Pelajaran Biologi SMA Negeri 1 Bantarkawung*

Dilihat dari data kehadiran siswa pada Tabel 1, rata-rata persentase kehadiran siswa kelas XI selama pembelajaran daring masih rendah. Keadaan tersebut dapat menjadi indikator bahwa semakin menurunnya motivasi siswa untuk belajar. Ketika siswa memiliki motivasi untuk belajar maka siswa tersebut akan datang atau mengikuti suatu pembelajaran. Sebaliknya, jika siswa tersebut kurang termotivasi dalam belajarnya maka ia akan terlambat mengikuti pembelajaran atau bahkan tidak mengikuti pembelajaran. Meskipun terdapat faktor lain yang mempengaruhi kehadiran siswa, hal tersebut dapat memperburuk kualitas siswa jika terjadi berkelanjutan.

Terlaksananya pembelajaran daring atau pembelajaran jarak jauh (PJJ) dalam situasi dan kondisi pandemi membuat segala kegiatan belajar dialihkan melalui pertemuan virtual dengan berbagai hambatan yang dialami oleh siswa maupun guru. Faktor yang menghambat PJJ menurut Setyaningsih (2020) adalah kurangnya pendampingan dari orang tua ketika belajar, tugas perlu penjelasan lebih lanjut, dan motivasi belajar siswa menurun.

Berbagai kendala yang dihadapi siswa terkait dengan kehadiran terjadi pada pembelajaran daring maupun luring. Pada pembelajaran luring, ada siswa yang tidak hadir dengan alasan sakit atau keperluan keluarga. Ada juga yang biasanya mengaku berangkat

sekolah namun di sekolah tidak ada kehadirannya. Sedangkan ketika pembelajaran daring, ada siswa mengikuti pembelajaran namun ketika diminta berinteraksi tidak menanggapi sama sekali dengan alasan sinyal atau kuota ataupun disambi dengan kegiatan lain di rumah.

Segala proses yang terjadi dalam pembelajaran daring dan luring, serta berbagai faktor yang mempengaruhinya terkait motivasi dan aktivitas belajar siswa apabila dikaji lebih seksama tentunya akan memberikan hasil yang baik untuk evaluasi pihak terkait yaitu siswa, guru, dan sekolah. Maka dari itu, penulis berniat meneliti secara lebih seksama dengan topik: “Analisis Motivasi dan Aktivitas Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi di SMA Secara Daring dan Luring.”

## METODE

Penelitian ini termasuk jenis kualitatif deskriptif. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA sejumlah 3 kelas. Lokasi penelitian yaitu di SMA Negeri 12 Semarang. Teknik pengumpulan data yaitu dengan 1) observasi untuk mengetahui aktivitas belajar dan keterlaksanaan proses pembelajaran daring dan luring, 2) pemberian angket atau kuesioner motivasi belajar kepada siswa menggunakan *Google Form* untuk mengetahui respon siswa terkait motivasi maupun aktivitas belajar, 3) wawancara kepada guru mata pelajaran biologi untuk memperoleh data mengenai proses pembelajaran, aktivitas, maupun motivasi belajar siswa, dan 4) dokumentasi. Teknik analisis data dengan cara Miles dan Huberman. Data ditabulasikan dan dikategorikan untuk menentukan kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pada pembelajaran daring tertinggi di pertemuan ke-3. Pada pertemuan ke-3, rata-rata kegiatan proses pembelajaran daring terlaksana sepenuhnya sehingga dapat diamati. Sedangkan, tingkat keterlaksanaan terendah yaitu pada pertemuan ke-1. Di pertemuan ke-1, terdapat kegiatan yang tidak terlaksana di setiap kelas karena siswa belajar secara mandiri tanpa bimbingan guru. Hal tersebut terjadi karena guru memiliki kegiatan lain yaitu harus mengajar kelas XII yang sedang PTM untuk persiapan Ujian Sekolah. Namun, rata-rata tingkat keterlaksanaan proses pembelajaran daring pada setiap pertemuan tergolong baik.

**Tabel 1. Keterlaksanaan Proses Pembelajaran Daring dan Luring**

No.	Tingkat Keterlaksanaan	Persentase (%)				Kategori
		Pertemuan ke-1	Pertemuan ke-2	Pertemuan ke-3	Rata-rata	
1.	Proses Pembelajaran Daring	75	81,48	83,33	80,25	Baik
2.	Proses Pembelajaran Luring	96,30	94,44	92,59	94,44	Sangat Baik

Proses pembelajaran daring menerapkan sintaks menurut model *discovery learning*. Menurut Sulastri *et al.* (2021), model pembelajaran *discovery learning* merupakan model

yang tepat digunakan karena memiliki peran penting dalam pembelajaran sehingga siswa dapat menggali dan mencari pengetahuan sendiri, bahkan menemukan sendiri konsep-konsep melalui pemikiran sendiri. Sintaks model *discovery learning* dalam penelitian ini diterapkan dalam pembelajaran sinkron dan asinkron. Pembelajaran sinkron adalah interaksi dan pertukaran informasi antara siswa dan guru berlangsung secara online pada waktu yang bersamaan melalui ruang virtual (Narayana, 2016).

Pembelajaran sinkron berlangsung dengan menggunakan *Google Meet* atau *Whatsapp Group* untuk berinteraksi antara siswa dan guru. Interaksi pada saat pembelajaran sinkron menjadikan komunikasi berjalan dua arah sehingga adanya kesempatan antara siswa dan guru untuk saling menanggapi atau merespon berbagai materi yang disampaikan. Pembelajaran asinkron adalah pembelajaran yang terjadi pada waktu yang tidak bersamaan dan tidak terikat waktu, dan siswa bisa memilih untuk berinteraksi, merespon atau menjawab (Hosier, 2013). Pada pembelajaran daring secara asinkron, siswa diminta untuk belajar mandiri lalu mengerjakan tugas berupa LKPD dengan materi dan LKPD yang dikirim guru ke *Whatsapp Group* atau *e-learning SIMPeL12*. Hal ini terjadi karena guru memiliki kepentingan lain sehingga tidak bisa mengajar secara langsung di ruang virtual baik itu di *Google Meet* ataupun *chatting* di *Whatsapp Group*. Sesuai dengan pernyataan dalam Wangi *et al.*, (2022) bahwa pembelajaran asinkron dikenal juga dengan pembelajaran mandiri.

Hambatan utama dalam pembelajaran daring yaitu terkait akses sinyal yang sulit. Keadaan jaringan internet tersebut dapat menghambat penyampaian materi sehingga proses belajar dapat terganggu. Selaras dengan pendapat Handayani (2020), keluhan yang sering diungkapkan mengenai pembelajaran jarak jauh adalah ketidakstabilan jaringan. Hambatan kedua terkait kesulitan siswa dalam memahami materi. Kesulitan memahami materi karena siswa mempelajari materi melalui video, sedangkan penyampaian materi masih memerlukan penjelasan guru secara langsung. Khususnya pada saat pelaksanaan pembelajaran asinkron. Aktivitas memahami video mengharuskan siswa untuk mempelajari dan mencari materi tambahan secara mandiri dari sumber lain. Hasil ini sesuai dengan pendapat Hong *et al.*, (2020) bahwa ketika siswa belajar mandiri secara online, kemungkinan terjadinya interaksi yang kurang spontan dan ada kekhawatiran keefektifan atau pembelajaran mereka. Hambatan ketiga berkaitan dengan kepemilikan paket data atau kuota oleh siswa, serta keterbatasan biaya untuk membeli kuota. Perlu diketahui bahwa terdapat sebagian kecil siswa yang mengalami kesulitan untuk membeli paket data atau kuota. Hal itu membebani siswa dalam proses pembelajaran daring. Menurut Morgan (2020)a, biaya yang mahal untuk membeli paket data/kuota dalam proses pembelajaran daring menjadi beban baru untuk siswa dengan keadaan ekonomi keluarga kelas bawah. Hambatan terakhir yaitu adanya gangguan yang bersumber dari lingkungan rumah. Keadaan lingkungan belajar sangat berpengaruh terhadap kegiatan belajar. Hasil ini selaras dengan hasil penelitian Al-Idrus *et al.* (2021) bahwa lingkungan rumah yang tidak kondusif dan fasilitas yang tersedia menjadi penghambat dalam pembelajaran daring. Lalu pada pelaksanaan proses pembelajaran luring tergolong sangat baik pada setiap pertemuan maupun pada rata-rata keseluruhan pertemuan (lihat Tabel 1.). Hal tersebut terjadi karena tidak adanya kendala-kendala terkait sulitnya

mengakses sinyal, kepemilikan kuota, serta gangguan yang bersumber dari lingkungan rumah. Adanya adaptasi yang dilakukan siswa terhadap proses pembelajaran dari daring ke luring terbatas. Menurut Nursyamsiyah dan Fatah (2022), penyesuaian diri siswa SMA terhadap pembelajaran dimasa adaptasi kebiasaan baru mencerminkan bagaimana siswa beradaptasi dengan kebiasaan baru dalam menjalankan aktivitasnya, termasuk dalam proses pembelajaran tatap muka secara terbatas.

Pelaksanaan pembelajaran luring dilakukan dengan menerapkan model *discovery learning*. Pada prosesnya, siswa melakukan kegiatan berkelompok pada pembelajaran luring. Meskipun luring dengan tatap muka terbatas, namun masih memungkinkan untuk diadakannya proses belajar berkelompok. Ratnadi (2018) menyatakan bahwa diskusi kelompok kecil dinilai efektif dalam proses pembelajaran dan membuat siswa aktif, antusias, dapat memahami materi, dan meningkatkan prestasi belajar siswa.

**Tabel 2. Perbedaan Proses Pembelajaran Daring dan Luring**

Aspek Pembeda	Pembelajaran Daring	Pembelajaran Luring
Hambatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kesulitan mengakses sinyal</li> <li>- Kesulitan siswa dalam memahami materi</li> <li>- Kepemilikan paket data atau kuota oleh siswa</li> <li>- Keterbatasan biaya untuk membeli kuota</li> <li>- Adanya gangguan yang bersumber dari lingkungan rumah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waktu yang terbatas</li> <li>- Kegiatan berkelompok masih terbatas (maks. 2 orang)</li> </ul>
Manfaat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa terlatih untuk mencari sumber belajar tambahan secara mandiri</li> <li>- Waktu belajar lebih fleksibel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan kegiatan berkelompok</li> <li>- Mendapat penjelasan materi secara langsung</li> </ul>

Pelaksanaan pembelajaran tatap muka terbatas dilakukan dengan memperhatikan protokol kesehatan yang ketat. Penerapan protokol kesehatan ketat di SMA Negeri 12 Semarang saat luring terbatas adalah dengan cara memakai masker, penerapan *social distancing*, serta pengadaan tempat cuci tangan di setiap tempat. Upaya tersebut dilakukan pihak sekolah untuk bisa melangsungkan proses pembelajaran sekaligus mengurangi penyebaran virus Covid-19. Menurut Harahap *et al.* (2021), problematika yang dihadapi guru dan orang tua mengenai pembelajaran luring yaitu pengadaan protokol kesehatan, pembagian jadwal/waktu, dan penerapan menjaga jarak. Selain itu, waktu pembelajaran yang terbatas juga menjadi hal yang harus diperhatikan. Menurut Sulha (2020) guru harus mengerti bagaimana caranya untuk memberikan energi dan memacu pembelajaran untuk kemudian dilakukan oleh siswa dalam seminggu mendatang meskipun pertemuan dalam waktu yang singkat.

Proses pelaksanaan pembelajaran daring maupun luring berlangsung dengan beberapa hambatan. Hambatan yang dialami siswa maupun guru lebih sering terjadi saat daring. Hal tersebut karena sebelumnya siswa tidak memiliki pengalaman terkait pembelajaran daring.

Sementara untuk mengikuti luring terbatas, siswa sudah ada pengalaman sebelumnya pada saat tatap muka sebelum adanya pandemi. Berdasarkan informasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa rata-rata tingkat keterlaksanaan proses pembelajaran daring dan luring berada pada kategori sangat baik.

### 3.1 Keterlaksanaan Aktivitas Belajar Siswa pada Pembelajaran Daring dan Luring

Berdasarkan Tabel 2., aktivitas siswa pada saat daring berada pada kondisi sangat aktif di pertemuan ke-2. Sedangkan, kondisi aktivitas belajar siswa paling rendah pada pertemuan ke-1. Hasil ini menunjukkan bahwa pada pertemuan ke-2, setiap aktivitas belajar terlaksana dengan adanya partisipasi guru secara langsung dalam pembelajaran.

**Tabel 3. Tingkat Keterlaksanaan Aktivitas Belajar Siswa pada Pembelajaran Daring dan Luring**

No.	Tingkat Keterlaksanaan Aktivitas Belajar Siswa pada	Persentase (%)			Rata-rata	Kategori
		Pertemuan ke-1	Pertemuan ke-2	Pertemuan ke-3		
1.	Pembelajaran Daring	73,33	86,67	80	80	Aktif
2.	Pembelajaran Luring	98,15	85,19	88,89	90,74	Sangat aktif

edangkan persentase terendah pada pertemuan ke-1. Hal ini terjadi karena tidak ada partisipasi guru secara langsung dalam aktivitas belajar siswa. Akibatnya, setiap aktivitas belajar berlangsung tanpa bimbingan guru. Hasil tersebut menunjukkan betapa pentingnya peran guru dalam terlaksananya aktivitas belajar siswa. Arfandi dan Samsudin (2021) menyimpulkan bahwa guru sebagai fasilitator dengan memberikan berbagai media dan sumber belajar yang relevan. Kemudian, guru sebagai komunikator yang berperan sebagai pembimbing dan pendamping dalam segala aktivitas belajar.

Menurut Siagian *et al.* (2021) kesiapan peserta didik untuk mengikuti pembelajaran dilihat dari segi fisik, psikis, dan materil. Dalam penelitian ini, siswa dinyatakan siap bergabung dalam *Google Meet/Zoom/Whatsapp Group* pada 15-30 menit pertama, menanggapi pesan pembuka dari guru, dan melakukan presensi melalui *e-learning* atau *Whatsapp Group*. Dari segi materiil, siswa dinyatakan siap dalam mengikuti pembelajaran daring karena semua siswa memiliki *laptop* atau *handphone* dengan kuota atau wifi, serta tersedianya LKPD dari guru. Purwanto *et al.* (2020) menyatakan bahwa laptop, komputer, ataupun ponsel penting untuk kelancaran proses pembelajaran daring.

Pada saat daring, siswa dapat diketahui apakah ia memperhatikan penjelasan guru atau tidak dari responnya. Apabila guru memberikan pertanyaan di *Whatsapp Group* dan siswa dapat menjawab dengan benar, maka dapat dikatakan bahwa siswa tersebut memperhatikan materi yang diberikan atau dijelaskan guru. Sesuai dengan pendapat Fadilla *et al.* (2021) bahwa siswa memperhatikan materi saat daring dengan cara menonton video pembelajaran yang sudah diunggah guru melalui media pembelajaran *e-learning* atau *Whatsapp Group*.

Ketika memperhatikan penjelasan dari video, siswa berisiko terganggu. Gangguan dalam penelitian ini terjadi karena siswa melakukan aktivitas lain selama pembelajaran maupun dari aplikasi lain. Menurut Fatma (2022), belajar menggunakan ponsel atau laptop membuat siswa sulit berkonsentrasi dengan baik karena adanya gangguan media sosial. Aktivitas mengerjakan tugas menjadi salah satu gangguan pada pembelajaran daring. Maksud mengerjakan tugas dalam penelitian ini adalah ketika siswa mengerjakan tugas mata pelajaran lain pada saat pembelajaran biologi.

Adapun aktivitas siswa mengerjakan tugas yang diberikan guru yaitu dengan mengerjakan LKPD. Menurut Fatma (2022), LKPD merupakan bentuk inovasi guru yang membantu siswa untuk belajar mandiri dan tidak membebani siswa saat pembelajaran daring. Dalam penelitian ini, LKPD dikerjakan dan dikumpulkan melalui *e-learning*. Kemudian dalam hasil penelitian Fadilla *et al.* (2021) menyatakan bahwa siswa dapat mengunggah file ke dalam media pembelajaran yang dipakai yaitu *e-learning*. Jika terlambat, siswa tidak akan bisa mengumpulkan melalui *e-learning* karena sistem sudah tertutup. Menurut penuturan guru, ada siswa yang tidak mengumpulkan tugas bahkan sampai kenaikan kelas. Khususnya pada saat pembelajaran daring. Meskipun begitu, guru selalu mengingatkan siswa-siswa yang belum mengumpulkan tugas untuk segera menyerahkan tugasnya. Akan tetapi, ada siswa yang mengabaikan panggilan guru sehingga nilai-nilai tugas tidak terpenuhi. Hal ini menandakan menurunnya motivasi belajar siswa.

Diskusi dilaksanakan dengan cara guru memberikan pertanyaan dan siswa menjawab dalam bentuk pesan suara. Dalam pembelajaran daring, diskusi dilaksanakan dengan berinteraksi melalui *Whatsapp Group* untuk membahas mengenai materi. Sesuai dengan hasil penelitian Fadilla *et al.* (2021) bahwa guru dan siswa melakukan *chat* melalui media komunikasi untuk berdiskusi mengenai materi pembelajaran.

Menurut penuturan guru, ketika siswa yang menjawab pertanyaan dengan cepat berarti ia mencatat materi dari video pembelajaran. Ketika siswa mencatat materi dari video, ia tinggal membacanya saat menjawab pertanyaan. Sehingga siswa tersebut tidak perlu mengulang mencermati video. Hal ini tentunya lebih efisien dalam belajar karena siswa tidak perlu membuka video berulang-ulang untuk menjawab satu pertanyaan dari guru. Cara tersebut menjadi termanis berupa bentuk kreativitas siswa dalam memahami materi pada saat daring. Dalam Afghani & Utama (2020) diuraikan bahwa pembelajaran daring dapat menumbuhkan kreativitas baik metode pembelajaran berupa materi maupun cara yang dapat dipahami dengan adanya media online.

Rata-rata jawaban siswa sama karena siswa menjawab dari satu sumber belajar yaitu video yang dibagikan guru. Sebaiknya siswa mempelajari materi dari sumber lain dan sebaiknya guru memberikan beberapa sumber belajar agar siswa dapat menguasai materi lebih baik. Karena menurut Fadilla *et al.* (2021) belajar secara daring membuat penguasaan materi kurang baik.

Aktivitas yang terakhir dalam pembelajaran daring yaitu siswa mengikuti asesmen. Dalam pembelajaran daring, guru melakukan asesmen terhadap LKPD yang dikerjakan siswa serta pada saat sesi diskusi. Asesmen tersebut merupakan bentuk asesmen formatif. Tujuannya adalah untuk mengetahui penguasaan materi siswa setelah mempelajari suatu

pokok bahasan (materi). Menurut Nurul *et al.* (2016), asesmen formatif merupakan cara penyempurnaan proses pembelajaran.

Selain itu, guru memanfaatkan *Google Form* untuk ulangan harian siswa. Menurut (Aryanti, 2021), guru perlu mengukur sejauh mana siswa dapat memahami pembelajaran yang telah diikuti. Media untuk mengukur pemahaman siswa yaitu dengan *Google Form*. *Google Form* merupakan media online yang menyediakan fasilitas evaluasi dalam bentuk pilihan ganda, isian, maupun uraian. Hal ini dapat menghemat waktu bagi guru maupun siswa. Guru tidak perlu mengoreksi hasil tes, jika dalam bentuk pilihan ganda dan siswa dapat mengetahui jawaban mana saja yang salah dan benar.

Lalu hasil aktivitas belajar pada pembelajaran luring menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas belajar yang terlaksana lebih banyak dan dapat diamati. Peran guru dalam pembelajaran luring lebih aktif dibandingkan daring. Guru lebih sering masuk ke kelas dan terjadi interaksi secara langsung ketika pembelajaran. Hasil ini sesuai dengan simpulan Arfandi dan Samsudin (2021) bahwa guru sebagai fasilitator menjadikan pembelajaran yang aktif, inovatif, kreatif, dan menyenangkan. Serta, guru sebagai komunikator menjadikan suasana pembelajaran menyenangkan dan demokratis bagi peserta didik. Akibatnya, iklim komunikatif akan tercipta untuk mencapai tujuan pembelajaran yang efektif dan efisien.

Dalam mengikuti pembelajaran luring terbatas, siswa perlu menyiapkan diri. Kesiapan siswa dari segi fisik tampak saat siswa hadir tepat waktu di kelas dan duduk di tempatnya masing-masing. Sementara dari kesiapan dari segi materiil tampak saat siswa menyiapkan buku dan alat tulisnya. Menurut Siagian *et al.* (2021), kesiapan materiil berarti siswa memiliki kemampuan materiil untuk mengikuti pembelajaran yang meliputi ketersediaan bahan untuk dipelajari atau dikerjakan seperti buku bacaan, catatan, buku paket, LKS, dan lain-lain.

Lalu, kesiapan siswa dari segi psikis dilihat dari antusias dan bersemangat siswa dalam pembelajaran. Siagian *et al.* (2021) bahwa kesiapan psikis siswa menunjukkan bagaimana kesiapan siswa secara mental dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Dalam penelitian ini, adanya pengaruh teman yang aktif di kelas membuat situasi dan kondisi mendukung siswa untuk antusias dan semangat. Hal tersebut sesuai dengan kesimpulan menurut Nasution (2018) adalah interaksi dengan teman sebaya dapat meningkatkan motivasi belajar.

Siswa memperhatikan penjelasan guru dengan cara mendengarkan apa yang disampaikan guru, mencatat materi, dan tidak mengobrol atau melakukan aktivitas lain yang mengganggu belajar. Namun, ada siswa yang melakukan aktivitas lain karena mengobrol dengan teman sebangkunya, ada juga yang menggunakan ponsel saat pelajaran. Penggunaan ponsel diperbolehkan oleh guru untuk mencari materi pelajaran, tapi terkadang siswa menyalahgunakan ponsel untuk bermain game atau bermain sosmed ketika pembelajaran. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Gusti dan Lestari (2017) bahwa perlunya memanfaatkan berbagai aplikasi di ponsel untuk kegiatan belajar. Hal tersebut dimaksudkan agar ponsel tidak hanya dimanfaatkan untuk keperluan pribadi.

Guru memberikan tugas berupa pertanyaan untuk didiskusikan oleh siswa secara berkelompok. Ketika mengerjakan tugas kelompok, diperlukan partisipasi anggota kelompok untuk dapat menyelesaikan tugas dengan lengkap dan tepat waktu. Seperti pendapat Katkar *et al.* (2022) bahwa partisipasi merupakan bentuk usaha penyelesaian tugas secara berkelompok. Jika ada individu yang sulit diajak kerja sama, maka anggota lain harus mengerjakan yang menjadi bagiannya. Hal tersebut menandakan betapa pentingnya partisipasi anggota kelompok dalam mengerjakan tugas kelompok. Dalam penelitian ini, siswa mempresentasikan hasil diskusi dengan kelompoknya. Pemaparan hasil diskusi tanpa menggunakan media elektronik. Jadi siswa membacakan hasil diskusi di depan kelas. Menurut Trimastuti *et al.* (2021), presentasi merupakan kegiatan berbicara di depan orang banyak.

Keterlambatan siswa dalam mengumpulkan tugas lebih jarang jika dibandingkan dengan daring. Pengumpulan tugas tidak bergantung pada koneksi internet dan perangkat sehingga siswa tidak terkendala oleh hal tersebut. Dalam Habiba *et al.* (2020) keterlambatan siswa dalam mengumpulkan tugas yang dipengaruhi berbagai macam faktor dapat dikatakan sebagai kesulitan siswa dalam belajar. Diskusi dalam penelitian ini dilaksanakan dengan menyampaikan hasil temuan kelompok, kemudian kelompok lain menambahkan atau melengkapi jawaban, dan bertanya. Menurut Steviani (2020), diskusi dilakukan agar peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir yang kreatif dan berbeda. Dalam penelitian ini, jawaban dan pendapat siswa mendapatkan respon langsung dari guru. Penjelasan tersebut memberikan dampak lebih baik pada penguasaan materi siswa saat pembelajaran luring.

Bentuk asesmen dalam penelitian ini berupa tes tertulis dan lisan, serta dari partisipasi saat diskusi. Siswa mengerjakan tes pada saat akhir jam pelajaran dengan lancar tanpa gangguan sinyal maupun keadaan lingkungan rumah, serta menyelesaikan tes dengan tepat waktu. Tujuan asesmen tes tertulis adalah untuk menilai pengetahuan siswa. Dalam DIKDAS (2021) tes tertulis dikembangkan dengan langkah-langkah yaitu 1) menganalisis KD dan IPK, 2) menetapkan tujuan penilaian untuk mengetahui capaian pembelajaran atau untuk perbaikan, 3) menyusun kisi-kisi soal, 4) menulis soal, dan 5) menyusun pedoman penskoran.

Selain tes tulis, tes lisan dilakukan untuk memeriksa peserta didik pada saat diskusi di kelas. Pada keadaan tersebut melatih keberanian siswa dalam berpendapat dan berkomunikasi. Seperti dalam DIKDAS (2021) bahwa tes lisan dapat menumbuhkan sikap berani berpendapat, percaya diri, dan kemampuan berkomunikasi secara efektif. Tes lisan juga dapat digunakan untuk melihat ketertarikan peserta didik terhadap materi yang diajarkan dan motivasi peserta didik dalam belajar.

Dari penjelasan uraian dari masing-masing indikator aktivitas belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring dengan rata-rata yaitu 80% dan 90,74%. Jadi, tingkat keterlaksanaan aktivitas belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring termasuk aktif dan sangat aktif.

## Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran Daring dan Luring

Berdasarkan Tabel 3. dapat diketahui bahwa tingkat motivasi belajar siswa pada pembelajaran daring sebesar 78,05% termasuk dalam kategori tinggi. Hasil tersebut juga berlaku pada pembelajaran luring yang mana memperoleh rata-rata respon sebesar 69,35% (lihat Tabel 3. Nomor 2). Jadi tingkat motivasi belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring adalah tinggi.

**Tabel 4. Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran Daring dan Luring**

<b>Rata-rata respon pernyataan</b>	<b>Pembelajaran Daring</b>	<b>Pembelajaran Luring</b>
Pernyataan Positif Jawaban “Ya”	84,7	77,4
Pernyataan Negatif Jawaban “Tidak”	71,4	61,3
<b>Rata-rata (%)</b>	<b>78,05</b>	<b>69,35</b>
<b>Kategori</b>	<b>Tinggi</b>	<b>Tinggi</b>

Motivasi belajar siswa dibahas berdasarkan indikator menurut Hamzah B. Uno. Indikator pertama yaitu adanya hasrat dan keinginan berhasil. Menurut Emda (2017), jika siswa memiliki keinginan untuk belajar maka motivasi belajar dapat muncul. Hal tersebut dilihat dari siswa usaha yang mengumpulkan tugas dengan tuntas dan tepat waktu. Indikator perilaku siswa yang memiliki motivasi dalam (Muawanah & Muhid, 2021) adalah siswa mengerjakan tugas dengan tuntas dan tepat waktu dengan baik. Siswa juga dinilai memiliki kedisiplinan yang baik. Seperti menurut Thahir dan Fauzan (2020) melihat kedisiplinan siswa dari saat mengumpulkan tugas.

Indikator kedua yaitu adanya dorongan dan kebutuhan untuk belajar. Menurut Uruk (2021), siswa yang memiliki dorongan dan kebutuhan untuk belajar akan bersemangat dalam mengikuti pembelajaran baik di rumah ataupun di sekolah. Pada saat pembelajaran luring, adanya antusias dalam merespon pertanyaan guru, bersemangat dalam mengerjakan tugas dengan kelompoknya, berani maju tanpa ditunjuk guru untuk presentasi, aktif terlibat dalam diskusi, mencatat penjelasan guru atau teman. Begitupun dengan daring, siswa aktif terlibat dalam diskusi dan mencatat penjelasan guru atau teman. Sesuai dengan hasil penelitian (Setiyoaji et al., 2021) bahwa aktif berpendapat dalam diskusi dan presentasi, serta mengikutinya dengan baik dan lancar maka dapat disimpulkan bahwa motivasi dalam pembelajaran itu cukup tinggi.

Indikator yang ketiga adalah adanya penghargaan dalam belajar. Pada pembelajaran daring maupun luring, guru selalu memberikan poin tambahan kepada setiap siswa yang berpartisipasi aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran. Jika seorang siswa semakin aktif dalam sesi pembelajaran, maka ia akan mendapatkan poin semakin tinggi. Dengan sistem poin tersebut, jumlah partisipasi siswa meningkat karena siswa merasa terpacu untuk mendapatkan poin sebanyak mungkin. Dari banyaknya siswa yang berpartisipasi dalam pembelajaran dapat dikatakan bahwa tingkat motivasi siswa meningkat dengan adanya poin tambahan dari keaktifan siswa. Menurut Uruk (2021), upaya guru untuk membantu siswa tetap termotivasi belajar pada masa pandemi adalah dengan memberikan pujian terhadap ketekunan belajar, keaktifan diskusi *online*, hasil belajar siswa, serta penyelesaian tugas.

Indikator keempat adalah adanya kegiatan menarik dalam belajar. Kegiatan belajar

yang menarik adalah faktor dari luar diri siswa yang mempengaruhi minat siswa untuk belajar. Minat siswa dapat dirangsang dari kreativitas guru dalam pembelajaran. Didukung oleh hasil penelitian Lukita dan Sudibjo (2021), kreativitas dan inovasi guru dalam menyajikan pembelajaran yang menarik akan mempengaruhi motivasi belajar siswa. Pada saat daring, guru menggunakan media *Whatsapp group* dan video *Youtube* untuk kegiatan belajar. Menurut Febrita and Ulfah (2019), proses pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran menjadi menarik dan mendorong siswa untuk mempelajari sendiri suatu ilmu pengetahuan. Pemanfaatan media dengan baik dapat membantu kesulitan belajar siswa, pembentukan kepribadian, motivasi belajar, dan lainnya. Sementara saat luring, siswa tampak bersemangat dan antusias ketika sesi diskusi dan presentasi karena adanya penjelasan guru. Agar siswa lebih mudah dalam memahami materi, siswa dapat langsung bertanya secara langsung apabila ada materi yang tidak dipahami. Dari kegiatan tersebut, siswa mendapatkan timbal balik secara langsung tanpa perlu menunggu jawaban guru. Selain itu, Faktor yang membuat siswa bersemangat dalam mengikuti PTM terbatas adalah bisa bertemu dan diskusi dengan teman-teman, bisa fokus dalam belajar, mendapatkan uang saku, dan lebih mudah memahami materi.

Indikator yang terakhir yaitu lingkungan belajar yang kondusif. Menurut Fath (2015) kondisi lingkungan belajar yang kondusif mempengaruhi kegiatan belajar siswa. Pada saat PTM terbatas, siswa bersemangat karena bertemu dengan teman-teman dan mendapatkan uang saku membuat siswa termotivasi untuk berangkat ke sekolah. Pada pelaksanaan pembelajaran daring, siswa tidak bisa bercengkrama secara langsung dengan teman-teman maupun guru karena pelaksanaannya di rumah masing-masing. Sementara menurut (Djarwo, 2020) semangat belajar seorang siswa dipengaruhi oleh para guru, teman-teman sekolah, rasio guru dan murid di kelas, serta gedung sekolah. Selain itu, peran orang tua sangat penting dalam pembelajaran daring. Dalam Juliya dan Herlambang (2021), orang tua sangat berperan penting untuk mendampingi siswa belajar ketika pembelajaran daring. Namun, tidak semua orang tua bisa mendampingi siswa ketika belajar karena kesibukan dalam pekerjaan.

Orang tua perlu memberikan perhatian lebih kepada siswa untuk tetap menjaga motivasi belajarnya karena guru tidak bisa sepenuhnya memantau kegiatan dan aktivitas belajar siswa. Bentuk perhatian orang tua terhadap anak yang dikemukakan oleh Nida dan Kuntari (2021) yaitu dengan bertanya mengenai bagaimana kegiatan belajar hari ini, tidak membuat suara bising yang dapat mengganggu fokus anak ketika belajar, serta tidak meminta tolong kepada anak untuk melakukan kegiatan lain disaat pembelajaran berlangsung.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat keterlaksanaan proses pembelajaran daring dan luring berada pada kategori baik dan sangat baik, tingkat keterlaksanaan aktivitas belajar siswa pada pembelajaran daring dan luring berada pada kategori aktif dan sangat aktif, dan tingkat motivasi belajar siswa pada pembelajaran daring maupun luring yaitu tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afghani, D. R., & Utama, S. (2020). Kreativitas Pembelajaran Daring Untuk Pelajar Sekolah Menengah Dalam Pandemi Covid-19. *Journal of Informatics and Vocational Education*, 3(2), 70–75. <https://doi.org/10.20961/joive.v3i3.43057>
- Al-Idrus, S. W., Muti'ah, M., & Rahmawati, R. (2021). Analisis Proses Pembelajaran Daring Selama Pandemi Covid-19 pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP UNRAM. *Pensa*, 3(1), 139–148. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pensa/article/view/1246>
- Arfandi, A., & Samsudin, M. A. (2021). Peran Guru Profesional Sebagai Fasilitator Dan Komunikator Dalam Kegiatan Belajar Mengajar. *Edupedia : Jurnal Studi Pendidikan Dan Pedagogi Islam*, 5(2), 37–45. <https://doi.org/10.35316/edupedia.v5i2.1200>
- Aryanti, N. N. S. (2021). Efektifitas Google Form Sebagai Media Evaluasi Di Masa Pandemi. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 329–342.
- DIKDAS, T. G. (2021). *Modul Belajar Mandiri Calon Guru Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Djarwo, C. F. (2020). Analisis Faktor Internal Dan Eksternal Terhadap Motivasi Belajar. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 7(1), 2355–6358.
- Emda, A. (2017). Kedudukan motivasi dalam pembelajaran. *Lantanida Journal*, 5(2), 93–196.
- Fadilla, A. N., Relawati, A. S., & Ratnaningsih, N. (2021). Problematika Pembelajaran Matematika Daring di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 01(02), 48–60. <https://www.ejournal.jendelaedukasi.id/index.php/JJP/article/view/6>
- Fath, A. M. Al. (2015). Pengaruh Motivasi, Lingkungan Dan Disiplin Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Kelas V SDN 19 Banda Aceh. *Visipena Journal*, 6(1), 1–11.
- Fatma, A. (2022). Analisis Kecemasan Matematis Siswa SMA / MA Sederajat Selama Pembelajaran Daring. *Juring (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 5(1), 29–36.
- Febrita, Y., & Ulfah, M. (2019). Peranan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Prosiding DPNPM Unindra 2019*, 0812(2019), 181–188.
- Gusti, Y., & Lestari, I. (2017). Pemanfaatan Handphone Di Kalangan Mahasiswa. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 31(1), 55–59. <https://doi.org/10.21009/pip.311.7>
- Habiba, B. M., Mulyani, S., Nia, N. I., & Nugroho, P. (2020). Konsep Layanan Responsif bagi Siswa yang Mengalami Kesulitan Belajar secara Daring Dimasa Pandemi Covid-19. *KONSELING EDUKASI "Journal of Guidance and Counseling"*, 4(2), 305–322. <https://doi.org/10.21043/konseling.v4i2.7583>
- Handayani, L. (2020). Keuntungan, Kendala, dan Solusi Pembelajaran Online Selama Pandemi Covid-19: Studi Eksploratif di SMPN 3 Bae Kudus. *Sunu Utama*, 1(2), 16.
- Harahap, S. A., Dimiyati, D., & Purwanta, E. (2021). Problematika Pembelajaran Daring dan Luring Anak Usia Dini bagi Guru dan Orang tua di Masa Pandemi Covid 19. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 1825–1836. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i2.1013>
- Hong, J. C., Lee, Y. F., & Ye, J. H. (2021). Procrastination Predicts Online Self-regulated Learning and Online Learning Ineffectiveness During The Coronavirus Lockdown. *Personality and Individual Differences*, 174, 110673. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.110673>
- Hosier, A. (2013). Using team-based learning in an online, asynchronous information literacy course. *Journal of Library Innovation*, 4(2), 82–101. <https://doi.org/10.15760/comminfolit.2012.5.2.105>
- Juliya, M., & Herlambang, Y. T. (2021). Analisis Problematika Pembelajaran Daring dan Pengaruhnya Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Genta Mulia*, XII(1), 281–294.
- Katkar, K., Pratiwi, P. E., Purwaningtyastuti, P., & Savitri, A. D. (2022). Peningkatan Pemahaman Pentingnya Motivasi Diri Sebagai Upaya Mencegah Kemalasan Sosial pada Siswa SMA. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 413–419. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/kumawula.v5i2.37603>
- Lukita, D., & Sudibjo, N. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Motivasi. *Jurnal*

- Teknologi Pendidikan*, 10(1), 145–161.
- Masni, H. (2015). Strategi meningkatkan motivasi belajar mahasiswa. *Dikdaya*, 5(1), 34–45.
- Morgan, H. (2020). Best Practices for Implementing Remote Learning during a Pandemic. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 93(3), 135–141. <https://doi.org/10.1080/00098655.2020.1751480>
- Muawanah, E. I., & Muhid, A. (2021). Strategi Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Selama Pandemi Covid – 19 : Literature Review. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 12(1), 90–98. <https://doi.org/10.23887/XXXXXX-XX-0000-00>
- Narayana, I. W. G. (2016). Analisis terhadap hasil penggunaan metode pembelajaran synchronous dan asynchronous. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 4(1), 139–144. <https://ojs.amikom.ac.id/index.php/semnasteknomedia/article/view/1255>
- Nasution, N. C. (2018). Dukungan Teman Sebaya Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar. *Al-Hikmah*, 12(2), 159–174. <https://doi.org/10.24260/al-hikmah.v12i2.1135>
- Nida, A. A., & Kuntari, S. (2021). Peran Orang Tua Dalam Memotivasi Anak Belajar Daring Selama Pandemi Covid-19. *EDISI : Jurnal Edukasi Dan Sains*, 3(1), 93–105.
- Nursyamsiyah, N., & Fatah, V. F. (2022). Penyesuaian Diri Siswa SMA Terhadap Pembelajaran Di Masa Adaptasi Kebiasaan Baru. *Jurnal Keperawatan*, 14(2), 565–572.
- Nurul, K., Kusairi, S., & Zubaidah, S. (2016). Pengembangan asesmen formatif dan remediasi berbasis komputer pada pokok bahasan suhu dan kalor smp kelas vii 1, 2, 3. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika "Lensa,"* 4(2), 66–76.
- Purwanto, H., Hamka, D., Ramadhani, W., Mulya, D., Suri, F., & Novaliza, M. (2020). Problematics study of natural sciences (IPA) online at junior high school in the time of the pandemic Covid-19. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 21(2), 188–195.
- Ratnadi, N. K. S. (2018). Metode diskusi kelompok kecil untuk meningkatkan prestasi belajar IPA siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 8(1), 156–164. [http://ejournal-pasca.undiksha.ac.id/index.php/jurnal\\_ipa/index%0AMETODE](http://ejournal-pasca.undiksha.ac.id/index.php/jurnal_ipa/index%0AMETODE)
- Sa'id, M. S. (2021). Kurangnya Motivasi Belajar Matematika Selama Pembelajaran Daring di MAN 2 Kebumen. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik (JI-MR)*, 2(2), 7–11.
- Setiyoaji, W. T., Amin, R. M., Sodakain, M. C., Purwaningsih, E., & Parno, P. (2021). Hubungan Keaktifan Dan Motivasi Terhadap Pembelajaran Online Pada Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 7(2), 66–70. <https://doi.org/10.29303/jpft.v7i2.2396>
- Setyaningsih, K. D. (2020). Analisis Pelaksanaan Pembelajaran Jarak Jauh Di Sd Negeri Karangrena 03. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar (JRPD)*, 1(2), 19–27. <https://doi.org/10.30595/v1i2.9012>
- Siagian, H. S., Ritonga, T., & Lubis, R. (2021). Analisis Kesiapan Belajar Daring Siswa Kelas Vii Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Desa Simpang Tiga Laebingke Kecamatan Sirandorung. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 4(2), 194–201. <https://doi.org/10.37081/mathedu.v4i2.2530>
- Steviani, D. S. (2020). Presentasi Interaktif Dalam Pembelajaran Daring. *Ekasakti Jurnal Penelitian & Pengabdian*, 1(1), 153–162. <https://doi.org/10.31933/ejpp.v1i1.211>
- Sulastris, S., Sopyan, T., & Sutresna, Y. (2021). Analisis Sikap Siswa Terhadap Model Pembelajaran Discovery Learning Pada Pembelajaran Biologi Secara Daring. *Bioed : Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 25. <https://doi.org/10.25157/jpb.v9i2.6384>
- Sulha, S. (2020). Penerapan Montessori Dalam Pembelajaran Matematika Melalui Luring Sebagai Alternatif Masa Pandemi. *Prismatika: Jurnal Pendidikan Dan Riset Matematika*, 3(1), 22–30.
- Thahir, A., & Fauzan, A. (2020). Manajemen Program Penguatan Pendidikan Karakter Melalui Pembelajaran Daring dan Luring di Masa Pandemi Covid 19-New Normal. *El-Idare: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 6(2), 97–116.
- Trimastuti, W., Christinawati, S., Ratna, Y., Setiatin, S., & Puspita, V. A. (2021). Public Speaking dan Teknik Presentasi dalam Menciptakan Pengajaran yang Menarik.

*Jurnal Padma*, 1(2), 1–14. <http://journal.piksi.ac.id/index.php/Padma>

Uruk, F. H. (2021). Menguak Kondisi Motivasi Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1(10), 2227–2234.

Wangi, W., Inayah, A., & Hasibin, N. (2022). Analisis Penggunaan Metode Pembelajaran Sinkron dan Asinkron Oleh Dosen Pengajar Mata Kuliah Dasar Umum (MKDU) Bahasa Inggris. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Sosial Humaniora*, 1(3), 399–416.

**PEMANFAATAN RUMAH YUYU (*Gecarcinucoidea*) OLEH MASYARAKAT  
DESA DIMORO DENGAN KAJIAN KEARIFAN LOKAL DAN BUDAYA  
A Septiani<sup>1\*</sup>, N Nadilla<sup>2</sup>, LS Simanullang<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kristen Indonesia

Jl. Mayjen Sutoyo No 2 Cawang, Jakarta Timur

\*Email: septianiaulia94@gmail.com

**ABSTRAK**

Melestarikan kearifan lokal dan buaya dalam pembentukan karakter bangsa dapat dilakukan melalui pendidikan. Kearifan lokal mengandung banyak nilai pendidikan, terutama pendidikan tentang lingkungan hidup. Masyarakat Desa Dimoro memanfaatkan tanah rumah Yuyu untuk mengurangi rasa pahit daun pepaya. Penelitian ini dilakukan di Desa Dimoro, Kecamatan Toroh, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Metode penelitian adalah kualitatif dengan pengumpulan data melalui wawancara, studi literatur, dan dokumentasi. Rumah Yuyu juga termasuk tanah liat yang jika direbus bersamaan dengan daun pepaya akan membentuk sifat koloidal. Tanah rumah Yuyu memiliki fraksi negatif. Muatan listrik positif akan tertarik oleh listrik yang bermuatan negatif. Berkurangnya kandungan alkaloid karpain dalam daun pepaya disebabkan oleh peristiwa absorpsi ini. Oleh karena itu, rasa pahit pada daun pepaya dapat berkurang.

**Kata kunci: Daun pepaya, desa Dimoro, kearifan lokal dan budaya, rumah Yuyu**

**PENDAHULUAN**

Bahan ajar merupakan hal dasar dalam tiap satuan pendidikan (Nursana & Desiningrum, 2020). Menurut Pannen, 1995 dalam (Magdalena et al., 2020) secara sistematis yang digunakan guru dan siswa dalam proses pembelajaran adalah bahan ajar. Bahan ajar pembentukan karakter manusia dapat berasal dari nilai dalam setiap kearifan lokal khususnya budaya lokal. Nilai-nilai sosial selalu ada dalam budaya lokal bangsa Indonesia. Nilai-nilai budaya ini harus dilestarikan dan dikembangkan untuk generasi muda dapat hidup dengan penuh rasa moral yang tinggi. Generasi muda diharapkan dalam arus modernisasi yang terus menggeliat, mampu mempertahankan relasi-relasi sosial antar sesama manusia (Devinna Riskiana Aritonang, 2020).

Kearifan lokal terbentuk dari budaya masyarakat setempat yang diunggulkan serta menekankan pada tempat dan lokalitas (Njatrijani, 2018). Menurut (Adinugraha & Ratnapuri, 2020), kearifan lokal dan budaya merupakan warisan nenek moyang yang mulai luntur yang menyebabkan tergerusnya karakter bangsa Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah globalisasi.

Globalisasi memiliki pengaruh pada mahasiswa terhadap sikap dalam bidang sosial, tanggung jawab, gotong royong, toleransi antar sesama, kedisiplinan, dan lain sebagainya. Tak hanya itu, globalisasi juga berpengaruh negatif karena memudahkan tersebarnya paham radikalisme yang dapat melunturkan budaya daerah (Adinugraha, 2019). Sehingga, kearifan lokal dari daerah masing-masing mahasiswa jarang ada yang mengetahuinya. Padahal, kearifan lokal mengandung banyak nilai pendidikan, yaitu pendidikan tentang lingkungan hidup. Melestarikan dan menjadikan budaya yang memiliki kriteria dalam pembentukan karakter bangsa harus dipertahankan. Salah satunya adalah kearifan lokal masyarakat Desa Dimoro yang memanfaatkan tanah rumah Yuyu untuk mengurangi rasa

pahit daun pepaya.

Umumnya masyarakat Desa Dimoro sudah sangat mengenal tentang daun pepaya sebagai salah satu bahan makanan tradisional yaitu kluban. Kluban merupakan makanan tradisional yang terbuat dari berbagai sayuran yang direbus salah satu sayuran tersebut adalah daun pepaya. Kandungan gizi pada makanan tradisional ini sangatlah banyak. Kluban tidak sama dengan urap, yang membedakan dua makanan tradisional ini adalah kluban menggunakan parutan kelapa yang tidak dimasak sedangkan urap parutan kelapanya dimasak dahulu.

Dikutip dari artikel (Ledoh & Irianto, 2016), menurut, Sastromidjojo, 2001, senyawa alkaloid karpain yang menyebabkan rasa daun pepaya menjadi pahit. Harborne, 1987 menjelaskan dalam artikel yang sama bahwa biasanya alkaloid terdapat dalam tanaman sebagai garam asam organik yang bersifat racun. Aktivitas yang ada dalam senyawa tersebut menunjukkan fisiologis yang luas, bersifat basa dan umumnya dalam cincin heterosiklik mengandung nitrogen.

## **METODE**

Penelitian ini dilakukan di Desa Dimoro, Kecamatan Toroh, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode tragulasi, yaitu: obeservasi, wawancara, dan dokumentasi (Dr. H. Zuchri Abdussamad, S.I.K., 2021). Wawancara dilakukan dengan enam narasumber, terdiri dari: Har, Mbah Mi, Purtini, Purwati, Siti Kuswatun, dan Sri Wati.



**Gambar 1. Persawahan Desa Dimoro**  
**Sumber: Aulia Septiani, 2022**

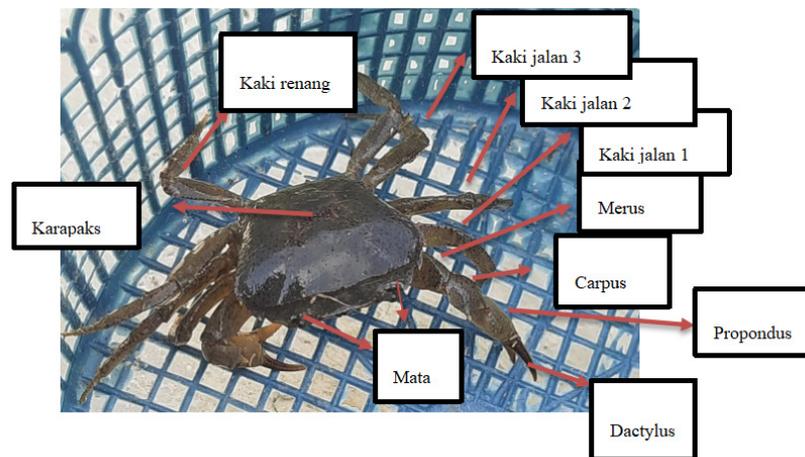
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kepiting adalah hewan yang berhabitat serta tersebar di air tawar, payau, dan laut (Rusmadi et al., 2014). Beragam jenis kepiting diseluruh Indonesia termasuk kepiting air tawar (*Gecarcinucoidea*) atau Yuyu. Yuyu merupakan jenis kepiting yang sangat mudah ditemukan di Desa Dimoro. Pada saat pengambilan data, penulis juga dapat menemukan

Yuyu di saluran irigasi dan selokan disekitar lingkungan rumah warga.(Hermawan, 2017). Yuyu selalu bereproduksi di air tawar atau darat dan tidak pernah memasuki perairan payau atau laut (Tsang et al., 2014). Yuyu termasuk dalam fauna invertebrata dari Ordo *Decapoda* dengan Subordo *Brachyura* (Tri Rima Setyawati, 2018) . Yuyu memiliki ekor yang sangat pendek dengan sepuluh kaki dan dalam Bahasa Yunani *brachy* = pendek dan *ura* = ekor (Riady et al., 2014). Yuyu memiliki sepasang capit yang umumnya memiliki *exoskeleton* (kerangka luar) menutupi tubuh.. Yuyu dapat dijadikan bioindikator polusi karena hanya ditemukan di perairan bersih, selain itu yuyu memiliki peranan penting sebagai omnivore dan detritivor dalam jejaring makanan di perairan air tawar (CUMBERLIDGE & NG, 2009).

Dikutip dari artikel (Hermawan, 2017), menurut Nugroho,dkk, 2015,Perbedaan kepiting air tawar dengan kepiting air laut adalah dalam segi ukuran dan morfologi bentuknya. Umumnya, ukuran kepiting air tawar lebih kecil dibandingkan dengan kepiting air laut. Dalam segi morfologi bentuk, bagian tengah kepiting air tawar dapat ditekuk sedangkan kepiting air laut tidak bisa. Warna kepiting air tawar di Indonesia biasanya berwarna coklat atau kehitaman dan memiliki bentuk kaki yang runcing.

Pada umumnya kepiting yang berada di wilayah sub tropic berdasarkan tingkat kedewasaannya cenderung lebih besar dibandingkan kepiting yang ada di wilayah tropik (Andruidani, 2017). Dikutip dari (Andruidani, 2017), berikut adalah morfologi Yuyu.



**Gambar 2. Yuyu (Gecarcinucoidea)**  
**Sumber: Aulia Septiani, 2022**

Dalam membuat rumah, Yuyu biasanya akan menggali lubang di pinggir aliran air yang tenang atau dipinggir pematang sawah. Namun, dalam pengambilan data penulis juga menemukan Yuyu yang membangun rumahnya di jalan menuju ke area perwasahan. Tanah yang digali oleh Yuyu akan terlihat menumpuk didepan lubang rumah Yuyu. Tanah inilah yang biasanya dipakai oleh masyarakat Desa Dimoro untuk mengurangi rasa pahit dalam daun pepaya.

Mineral-mineral tanah liat dapat terbentuk karena terendahnya suatu areal lahan

tanah dalam jangka yang cukup lama. Air memiliki peranan dalam transformasi mineral-mineral dan batuan-batuan dalam tanah yang mengandung silika, silikat, dan aluminosilikat. Contoh tanah liat yang terbentuk karena terendam air sangat lama adalah tanah-tanah liat di lahan sawah, rawa, pinggir sungai, danau, dan pantai (Suhendar et al., 2020)

Tanah rumah Yuyu mengandung banyak mineral karena area yang pilih telah terendam air dalam jangka waktu yang cukup lama. Dalam tanah yang mengandung silika dipengaruhi oleh peranan air dalam transformasi mineral-mineral dari batu-batuan. Tanah seperti ini disebut juga dengan tanah liat yang dapat ditemukan di lahan sawah, rawa, pinggir sungai, danau, dan pantai (Suhendar et al., 2020)

Dikutip dari Makalah Ilmiah (Qodri, 2014), Firoozi, 2016, menjelaskan tentang ciri-ciri tanah liat adalah sebagai berikut: ukuran partikel  $<0,002\text{mm}$ , dalam keadaan lembab atau basah memiliki sifat plastis (liat), bermuatan negatif, dan jika kering akan mengeras. Ciri tanah rumah Yuyu mirip dengan tanah liat. Kolloidal akan terbentuk saat tanah ini dilarutkan ke dalam air. Partikel-partikel memiliki muatan listrik menjadi sifat penting bagi kolloidal. Tanah rumah Yuyu memiliki fraksi negatif. Muatan listrik positif akan tertarik oleh listrik yang bermuatan negatif. (Qodri, 2014) menyebutkan berkurangnya kandungan alkaloid karpain dalam daun pepaya disebabkan oleh peristiwa absorbs ini.



**Gambar 3. Rumah Yuyu (Gecarcinucoidea)**  
**Sumber: Aulia Septiani, 2022**

Cara pengolahan tanah rumah Yuyu untuk mengurangi rasa pahit daun pepaya menurut Sri Wati: Pertama, tanah rumah Yuyu direndam dan larutkan didalam air. Jika, tanahnya keras rendam lebih lama sampai empuk. Kedua, saring air yang sudah bercampur dengan tanah dan masukan ke dalam panci lalu dididihkan. Ketiga, setelah air mendidih masukan daun pepaya dan rebus sampai daunnya empuk. Keempat, daun pepaya yang sudah direbus, dicuci dengan air biasa. Terakhir tiriskan daun pepaya. Setelah pengolahan

tadi daun pepaya sudah tidak pahit lagi.

Umumnya, masyarakat di Desa Dimoro mengetahui teknik ini sudah dari turun-temurun. Mereka mempelajarinya dari orang tua kemudian diwariskannya teknik ini kepada anak dan cucu. Sehingga, kearifan lokal mengurangi rasa pahit daun pepaya dengan menggunakan tanah rumah Yuyu tidak hilang di Desa Dimoro karena dilestarikan dari satu generasi ke generasi berikutnya.

Selain menggunakan tanah liat dari rumah Yuyu untuk mengurangi rasa pahit daun pepaya. Masyarakat Desa Dimoro juga memiliki alternatif lain yaitu dengan menggunakan tanah disekitar rumah. "Pakai tanah jogan juga bisa. Tapi, dilihat-lihat dulu tanahnya. Ada kotoran unggas atau tidak." Purtini.

Pendapat tersebut mengarah pada kebiasaan masyarakat Desa Dimoro yang senang memelihara unggas terutama ayam disekitar rumah. Ayam-ayam yang dibebaskan liarkan menyebabkan kotoran mereka juga akan terpecah dimana-mana. Sehingga, kebersihan tanah yang akan digunakan untuk memasak harus diperhatikan dengan baik. Alasan ini pun juga mengacu pada kenapa masyarakat Desa Dimoro memilih rumah Yuyu untuk mengurangi rasa pahit daun pepaya. Seperti yang dituturkan oleh seorang penduduk setempat, "Karena rumah Yuyu itu bersih. Disawah jarang ada ayam, paling hanya ular. Jadi, aman dari kotoran ayam."

## KESIMPULAN

Masyarakat Desa Dimoro memanfaatkan tanah rumah Yuyu untuk mengurangi rasa pahit dari daun pepaya karena bahan tersebut dianggap bersih sebagai bahan tambahan masakan. Tanah rumah Yuyu juga termasuk tanah liat yang jika direbus bersamaan dengan daun pepaya akan membentuk sifat koloidal. Tanah rumah Yuyu memiliki fraksi negatif. Muatan listrik positif akan tertarik oleh listrik yang bermuatan negatif. Berkurangnya kandungan alkaloid karpain dalam daun pepaya disebabkan oleh peristiwa absorpsi ini. Sehingga, rasa pahit pada daun pepaya dapat berkurang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, F. (2019). Pendekatan Kearifan Lokal dan BUDaya (KALBU) dalam Pembelajaran Biologi di Purworejo. *Jurnal Pendidikan*, 20, 1–7.
- Adinugraha, F., & Ratnapuri, A. (2020). Modul Keanekaragaman Hayati dengan Pendekatan Kearifan Lokal dan Budaya di Kabupaten Purworejo. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 5(1), 26–33. <https://doi.org/10.30998/sap.v5i1.6534>
- Andruxani, R. (2017). Studi Kelimpahan Kepiting (*Scylla* sp.) di Hutan Bakau Teluk Bogam Kecamatan Kumai Kabupaten Kotawaringin Barat. In *Intitut Agama Islam Negeri (IAIN) Palangkaraya*. [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil\\_wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625)
- CUMBERLIDGE, N., & NG, P. (2009). *Systematics, Evolution, and Biogeography of Freshwater Crabs*. July, 491–508. <https://doi.org/10.1201/9781420092592-c25>
- Devinna Riskiana Aritonang, L. H. P. (2020). Nilai Kearifan Lokal Dan Upaya Pemertahanan Budaya "Marsalap Ari" Dalam Menjalinkan Solidaritas Antar Sesama Di Desa Paringgonan Sebagai Bahan Ajar Pembentukan Karakter Mahasiswa. *Jurnal*

*Penelitian Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 5(1), 25–28. <https://doi.org/10.32696/ojs.v5i1.398>

- Dr. H. Zuchri Abdussamad, S.I.K., M. S. (2021). Metode Penelitian Kualitatif. In (Vol. 1999, Issue December). Syakir Media Press.
- Hermawan, R. T. (2017). Keanekaragaman Kepiting Air Tawar Di Alran Syngai Resort Wonoasri dan Sanenrejo Taman Nasional Meru Betiri Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer. *Digital Repository Universitas Jember*, September 2019, 2019–2022.
- Ledoh, S. M., & Irianto, F. (2016). Perbandingan Total Alkaloid Pada Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*) Akibat Perebusan Bersama Dengan Atau Tanpa Kulit Buah Jambu Mente (*Anacardium Occidentale L.*). *Jurnal MIPA FST UNDANA*, 20(1), 89–95.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, & Amalia, D. A. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Nusantara : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326.
- Njatrijani, R. (2018). Kearifan Lokal Dalam Perspektif Budaya Kota Semarang Gema Keadilan Edisi Jurnal Gema Keadilan Edisi Jurnal. *Gema Keadilan Edisi Jurnal 17*, 5(September), 16–31.
- Nursana, E., & Desiningrum, N. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Strategi Belajar Mengajar untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(4), 967–974.
- Qodri, S. R. (2014). *Pemanfaatan Tanah Liat Merah untuk Menghilangkan Rasa Pahit Pada Daun Pepaya*. 18.
- Riady, R., Mahatma, R., & Windarti. (2014). Inventarisasi kepiting air tawar di Kecamatan Kampar Utara Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jom Fmipa*, 1(2), 471–479.
- Rusmadi, Irawan, H., & Yandri, F. (2014). Studi biologi kepiting di perairan teluk dalam Desa Malangrapat Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau. *Repository UMRAH*, January.
- Suhendar, D., Supriadin, A., Giftia, G., Delilah, A., & Sudiarti, T. (2020). Potensi Mineral Tanah Liat – Surfaktan untuk Aplikasi Bahan Sanitasi dalam Pencegahan COVID-19 : Pembelajaran dari Taharah yang Menggunakan Tanah. *Fakultas Sains Dan Teknologi Bandung*, 2010.
- Tri Rima Setyawati, I. I. J. (2018). Inventarisasi Kepiting Air Tawar (*Brachyura*) di Cabang Panti Taman Nasional Gunung Palung Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 7(3), 135–142. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v7i3.29941>
- Tsang, L. M., Schubart, C. D., Ahyong, S. T., Lai, J. C. Y., Au, E. Y. C., Chan, T. Y., Ng, P. K. L., & Chu, K. H. (2014). Evolutionary history of true crabs (crustacea: Decapoda: brachyura) and the origin of freshwater crabs. *Molecular Biology and Evolution*, 31(5), 1173–1187. <https://doi.org/10.1093/molbev/msu068>

# PENERAPAN MODEL *GUIDED DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN *ARGUMENT MAPPING* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA PADA MATERI SISTEM EKSKRESI

Herawati<sup>1\*</sup>, Y Maryuningsih<sup>1</sup>, A Juanda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Tadris Biologi, Iain Syekh Nurjati Cirebon  
Jl. Perjuangan By Pass Sunyaragi Cirebon, Jawa Barat  
E-mail : heraawati08@gmail.com

## ABSTRAK

Tantangan pembelajaran abad ke-21 yang harus dihadapi oleh siswa untuk mampu bersaing dimasa yang akan mendatang menjadi latarbelakang penelitian ini. Keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu keterampilan yang harus dimiliki oleh siswa pada pembelajaran abad 21. Model pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif yaitu model *guided discovery learning* berbantuan *argument mapping*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian ini menggunakan *One-Group Pretest-Posttest Design*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa dengan rata-rata N-gain kelas eksperimen dan kontrol sebesar 63.26 dan 20.57 Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kreatif yang signifikan antara siswa yang menggunakan model *guided discovery learning* berbantuan *argument mapping* dengan siswa yang tidak menggunakan pada pembelajaran materi sistem ekskresi.

**Kata kunci** ; Argument mapping, guided discovery learning, keterampilan berpikir kreatif

## PENDAHULUAN

Salah satu faktor dari kemajuan suatu negara bergantung pada kualitas pendidikan. Melalui pendidikan, diketahui dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dengan adanya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin berkembang pesat, manusia diharapkan dapat menguasai berbagai keterampilan Adapun keterampilan-keterampilan yang harus dimiliki tenaga kerja pada abad 21 meliputi (*Critical Thinking, Communiacion, Collaborative, Creativity*) (Redhana, 2019).

Berpikir kreatif merupakan suatu keterampilan seseorang untuk menggunakan akal dalam menciptakan inovasi baik berupa ide, keterangan, konsep, pengalaman, dan pengetahuan (Ismara et al., 2017). Hal ini juga didukung oleh (Santrock, 2011:336) mengatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif ini berhubungan tentang sesuatu dengan cara baru yang tidak biasa dalam menghasilkan solusi dari suatu masalah. Menurut Purnamaningrum et al., (2012) keterampilan berpikir kreatif penting dalam pembelajaran biologi hal ini karena keterampilan berpikir kreatif bersifat divergen. Sedangkan pembelajaran biologi ini sangat membutuhkan keterampilan siswa berpikir yang berifat divergen, khususnya untuk memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berubungan dengan konsep pembelajaran biologi.

Berdasarkan hasil observasi awal di SMAN 8 Cirebon diketahui bahwa kegiatan belajar mengajar pada mata pelajaran biologi masih belum melatih keterampilan utama yang harus dimiliki siswa pada pembelajaran abad 21. Terlihat siswa cenderung

hanya menerima ilmu pengetahuan tanpa melatih keterampilan berpikir kreatif dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang diberikan. Selain itu, hasil dari observasi juga ditemukan siswa masih belum berhasil untuk berkolaborasi dengan baik dalam kelompok ketika proses pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa belum terlihat secara optimal. Dengan demikian, diperlukan model pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi kelompok. Salah satu desain pembelajaran yang dapat digunakan yaitu melalui model *guided discovery learning argument mapping*.

Model *guided discovery learning* atau dikenal dengan model penemuan terbimbing merupakan model pembelajaran yang melibatkan siswa untuk belajar secara aktif dan mandiri untuk menemukan suatu konsep atau pemecahan suatu masalah dengan bimbingan dari guru dengan cara memvisualisasikan premis-premis yang menjadi dasar penarikan kesimpulan secara logika (Kunsch *et al.*, 2014). Peran guru dalam model pembelajaran ini sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran, yaitu dengan membantu siswa agar dapat menggunakan konsep dan keterampilan yang telah dipelajari sebelumnya untuk mendapatkan pengetahuan baru melalui pertanyaan-pertanyaan yang diajukan (Melani *et al.*, 2012).

Menurut Redhana dalam Agnah *et al.*, (2018) *argument mapping* (peta argumen) merupakan teknik yang memacu pada pembuatan argumen sehingga siswa akan memperoleh pengalaman dengan menganalisis dan mengevaluasi kriteria penyusunan argumen. Peta argumen membuat struktur logika dalam bentuk kotak maupun panah, yang mana pernyataan tersebut didukung oleh alasan yang berada di tempat yang terpisah. Dalam pemetaan tersebut akan terlihat jelas unsur-unsur dari argumen yang akan dibangun. Ketika seseorang menggambarkan secara detail di dalam peta argumen ini akan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif (Sbarski *et al.*, 2008). Kelebihan peta argumen menurut Rider dan Thomason, (2008:113) yaitu belajar memahami struktur argumen yang lebih baik dan membantu mengembangkan pemikirannya sendiri.

Konsep-konsep yang telah diperoleh siswa melalui pembelajaran secara kolaboratif berkelompok dengan membuat peta argumen menjadikan siswa menjadi lebih aktif dalam pembelajaran karena adanya pembuatan peta argumen pada akhir pembelajaran (Mega *et al.*, 2018). Hal ini didukung dengan pendapat lain dari Jamhari (2020) bahwa peta argumen lebih menarik dan merangsang daripada teknik mencatat tradisional. Kegiatan ini membuat informasi yang telah diperoleh melalui kegiatan berkolaborasi menjadi lebih terstruktur dan terorganisir sehingga daya ingat siswa terhadap materi pelajaran cenderung lebih lama.

Konsep sistem ekskresi ini dipilih karena konsep ini erat hubungannya dengan kehidupan sehari-hari. Pada konsep ekskresi banyak mekanisme-mekanisme kerja antar sistem organ pernapasan yang tidak mudah untuk dipahami oleh siswa. Setelah mempelajari tentang konsep sistem ekskresi ini siswa dituntut untuk menemukan solusi untuk menjaga kesehatan organ-organ ekskresi. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, mengenai keterampilan berpikir kreatif dan kolaborasi kelompok siswa yang belum optimal dimana keterampilan ini penting untuk dimiliki siswa agar dapat menyelesaikan dengan baik dan mampu berkolaborasi untuk menghadapi permasalahan sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan.

## METODOLOGI

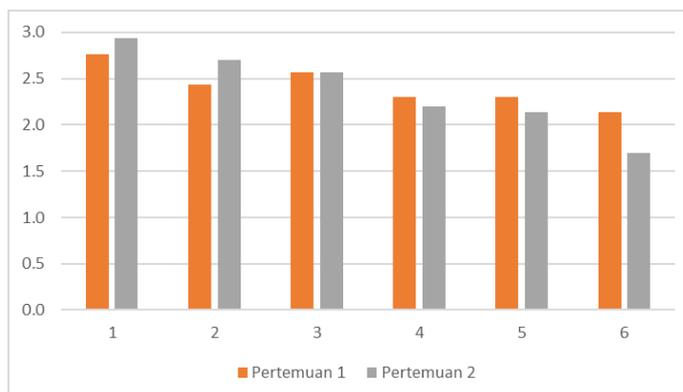
Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 8 Cirebon, yang beralamat di Jl. Pronggol no 73 Kec. Lemahwungkuk, Cirebon. Sampel dalam penelitian ini yaitu kelas XI IPA 1 sebagai kelas kontrol dan kelas XI IPA 5 sebagai kelas eksperimen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian ini menggunakan *One-Group Pretest-Posttest Design*. Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari lembar observasi aktivitas belajar siswa, lembar penilaian produk *argument mapping* dan tes uraian untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil analisis dan pembahasan yang akan dipaparkan sesuai dengan urutan penjelasan berikut.

### Hasil Analisis Penilaian Lembar Observasi Siswa

Aktivitas belajar siswa saat kegiatan pembelajaran dengan menerapkan model *guided discovery learning* berbantuan *argument mapping* ini diukur menggunakan lembar observasi. Tahapan kegiatan pada model *guided discovery learning* meliputi *stimulation*, *problem statetment*, *data collection*, *verification*, dan *generalitation*. Pada penelitian ini, kegiatan pembelajaran dilaksanakan selama 2 kali pertemuan. Adapun lembar observasi ini hanya digunakan untuk kelas yang menerapkan model *guided discovery learning*. Berikut ini grafik hasil penilaian rata-rata aktivitas belajar siswa pada setiap tahap *guided discovery learning* dapat kita lihat pada Gambar 3.1



**Gambar 4. 1 Gra ik Skor Rata-rata Aktivitas Belajar Siswa oada Tahapan Model Guided Discovery Learning**

Keterangan :

1 = Stimulation ; 2 = Problem Statement; 3 = Data Collection  
4 = Data Processing ; 5 = Verification; 6 = Generalitation

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa hasil perhitungan rata-rata aktivitas belajar siswa saat proses pembelajaran menggunakan model *guided discovery learning* pertemuan 1 menunjukkan hasil nilai rata-rata tertinggi yaitu terletak pada tahap *stimulation* sebesar 2,8. Selain itu, aktivitas belajar siswa pada pertemuan 2 juga menunjukan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada tahap *stimulation* dengan nilai rata-rata sebesar 2,9. Hal Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata aktivitas belajar siswa pada setiap pertemuan. Meskipun, perbedaan tersebut tidak terlalu menunjukkan hasil yang signifikan.

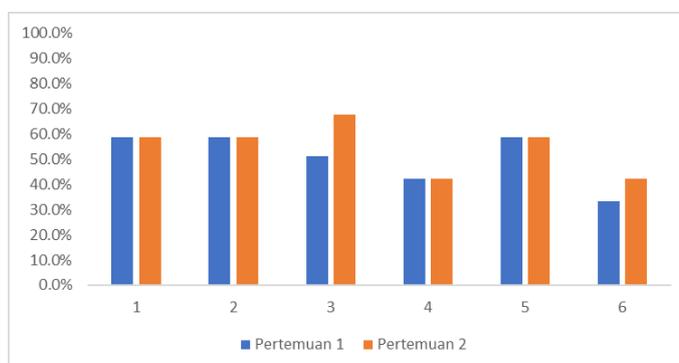
Berdasarkan hasil penyajian mengenai nilai rata-rata untuk setiap tahapan model *guided discovery learning* (GDL) yang diberikan kelas eksperimen diketahui siswa memiliki perbedaan aktivitas belajar siswa pada setiap tahapannya. Perbedaan aktivitas belajar siswa ini dapat terjadi karena siswa memiliki kemampuan yang berbeda setiap individunya dalam melaksanakan setiap tahap model pembelajaran GDL yang diterapkan oleh peneliti. Hal ini juga didukung oleh Sudjiono (2008) yang mengungkapkan setiap individu siswa memiliki keaktifan belajar yang sangat bervariasi. Peran guru ini menjamin setiap siswa untuk memperoleh konsep belajar yang sedemikian rupa dengan berhasil. Guru berperan penting untuk memberikan kesempatan bagi siswa bersikap aktif mencari, memperoleh, dan mengolah konsep pembelajaran yang diperolehnya.

Berdasarkan hasil analisis aktivitas belajar siswa pada setiap tahapan model *guided discovery learning* siswa kelas eksperimen secara umum diketahui bahwa terdapat perbedaan pada setiap pertemuan. Akan tetapi hasil aktivitas siswa yang memiliki nilai rata-rata tertinggi baik pada pertemuan pertama dan kedua yaitu terdapat pada tahap *stimulation*. Artinya siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki aktivitas yang sangat baik pada tahap *stimulation* dibandingkan tahap-tahap lainnya dari model pembelajaran *guided discovery learning*. Menurut Sinambela (2013) Tahap *stimulation* (pemberian rangsangan) ini ditandai dengan memberikan permasalahan di awal kepada siswa untuk menimbulkan keinginan menyelidiki hal tersebut lebih dalam terkait permasalahan yang diberikan. Pada tahap ini guru sebagai fasilitator dengan memberikan pertanyaan, arahan membaca teks, dan pemberian bentuk rangsangan lainnya untuk melanjutkan kegiatan tahap model pembelajaran *guided discovery* selanjutnya.

### **Hasil Analisis Produk *Argument Mapping***

Pembuatan *argument mapping* digunakan untuk menilai keterampilan berpikir kreatif siswa yang sesuai dengan aspek berpikir kreatif menurut Donovan et al., (2014). Aspek - aspek tersebut meliputi : teknik penciptaan ide, menciptakan ide-ide baru yang memiliki makna, menguraikan ide, menyempurnakan ide, menganalisis ide dan mengevaluasi ide. Pembuatan *argument mapping* hanya diterapkan kepada kelas yang menggunakan model

*guided discovery learning argument mapping* berbantuan sosial media. Adapun pembuatan *argument mapping* pada pertemuan pertama mengenai organ-organ ekskresi sedangkan pada pertemuan kedua mengenai beberapa kerusakan pada organ-organ ekskresi dan upaya pencegahannya. Berikut gambar grafik persentase nilai *argument mapping* per indikator KBK pada kelas eksperimen dapat kita lihat pada gambar 3.2.



**Gambar 4. 2 Grafik Persentase Per Indikator KBK pada Produk Argument Mapping**

Keterangan : 1 = Teknik Penciptaan Ide  
 2 = Menciptakan Ide-ide Baru yang Bermakna  
 3 = Menguraikan Ide  
 4 = Menyempurnakan Ide  
 5 – Menganalisis Ide  
 6 = Mengevaluasi Ide

Berdasarkan gambar 4.3 diatas terlihat bahwa hasil persentase per indikator KBK pada *argument mapping* yang dibuat oleh siswa memperoleh nilai yang bervariasi. Secara keseluruhan, hasil persentase nilai *argument mapping* siswa pada pertemuan kedua memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pertemuan pertama pada masing-masing aspek indikator KBK yang diamati. Pada pertemuan pertama dan kedua nilai persentase dari indikator teknik penciptaan ide dan menciptakan ide-ide baru yang relevan memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 58,9%, angka tersebut jika diinterpretasikan menunjukkan kategori kreatif. Pada indikator menguraikan ide pada pertemuan pertama dan kedua yaitu sebesar 51,1% dan 67,8% yang termasuk kategori kreatif. Pada indikator menyempurnakan ide juga memiliki nilai yang sama dari pertemuan pertama dan kedua yaitu sebesar 42,2 %, menunjukan kategori cukup kreatif. Selanjutnya hasil persentase dari indikator menganalisis ide pada pertemuan pertama dan kedua yaitu sebesar 58,9 %, menunjukan kategori kreatif. Dan indikator mengevaluasi ide pada pertemuan pertama yaitu sebesar 33,3%, menunjukan ketagori kurang kreatif. Sedangkan pada pertemuan kedua dari inidikator mengevaluasi ide yaitu sebesar 42,2% termasuk kedalam kategori cukup kreatif. Penggunaan *argument mapping* ini merupakan media pembelajaran yang memudahkan siswa dalam memetakan argumentasi hasil dari pembelajaran penemuan konsep pembelajaran secara mandiri untuk mengasah keterampilan berpikir kreatif yang dimilikinya.

Berdasarkan hasil persentase *argument mapping* yang dibuat oleh siswa kelas eksperimen pada pertemuan pertama terutama pada indikator mengevaluasi ide ini termasuk kedalam ketgori kurang kreatif sedangkan pada pertemuan kedua yaitu termasuk kedalam cukup kreatif. Hal ini diketahui karena siswa sulit melakukan pemeriksaan ulang terhadap ide yang telah dibuat, dimana siswa juga belum pernah membuat *argument mapping* sebelumnya sehingga *argument mapping* yang dibuat siswa pada pertemuan pertama masih dikatakan kurang kreatif.pada inidkator evaluasi ide. Selain itu, perbedaan hasil persentase kategori nilai *argument mapping* yang dibuat oleh siswa pada pertemuan pertama dan kedua diketahui karena adanya kendala yang dirasakan oleh siswa pada saat proses pembuatan *argument mapping* pada pertemuan pertama. Dimana siswa merasa kurang percaya diri akan kemampuan berpikir kreatifnya untuk membaut *argument mapping* pertama kali. Sedangkan pada pertemuan kedua, siswa lebih percaya diri dalam menuangkan dna menjelaskan ide-ide karena merasa sudah pernah membuat contoh *argument mapping* pada pertemuan sebelumnya. Hal ini diperkuat oleh Filsaime (2008) yang menyatakan bahwa penghalang seseorang untuk berkreatif yaitu memiliki rasa takut dan kurang percaya diri atas kemampuan yang dimilikinya.

#### Hasil Analisis Data *Normalized Gain* (N-Gain)

Penelitian ini menggunakan Uji N-gain untuk mengetahui adanya peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa pada kedua kelas sampel penelitian. Kategori N-Gain yang digunakan pada penelitian ini yakni kategori yang dibuat oleh Sundayana (2014). Berikut hasil perhitungan N-Gain pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rekapitulasi N-Gain Data *Pretest* dan *Posttest*

<b>Kategori N-Gain</b>	<b>Eksperimen (%)</b>	<b>Kontrol (%)</b>
Tinggi	89,69	70,18
Rendah	23,61	29,23
<b>Rata-Rata</b>	<b>63,26</b>	<b>20,57</b>

Berdasarkan tabel 3.1 diatas menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-gain pada kelas kontrol dan kelas eksperimen terlihat perbedaan yang sangat signifikan. Hal ini dapat kita lihat nilai N-gain kelas kontrol yaitu 20,6 %. Angka tersebut jika diinterpretasikan sesuai kategori menurut Sundayana (2014) ini menunjukkan pada kategori N-gain yang rendah. Sedangkan nilai rata-rata N-gain pada kelas eksperimen memperoleh nilai yang cukup tinggi yaitu 63,3% yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perebedaan peningkatan nilai keterampilan berpikir kreatif siswa pada kelas eksperimen setelah pemberian model *guided discovery learning* berbantuan sosial media *argument mapping*.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan model

*guided discovery learning* berbantuan *argument mapping* maka dapat disimpulkan bahwa penerapan model *guided discovery learning* berbantuan *argument mapping* ini dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa pada pembelajaran materi sistem ekskres dan terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa yang menggunakan model *guided discovery learning* berbantuan *argument mapping* dengan siswa yang tidak menggunakan model *guided discovery learning* berbantuan *argument mapping*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Davies, M., (2011), *Concept Mapping, Mind Mapping and Argument Mapping: What Are The Differences and Do They Matter?.* *Journal High Education*, 62(3), 279–301. <https://doi.org/10.1007/1073401093786>.
- Donovan, L., Green, T. D., & Mason, C., (2014), *Examining The 21st Century Classroom: Developing an Innovation Configuration Ma..* *Journal of Educational Computing Research*, 50(2), 161–178. <https://doi.org/10.2190/EC.50.2.a>
- Filsaime, D., (2008), *Menguak Rahasia Berpikir Kritis dan Kreatif*, Jakarta : Prestasi Pustakarya.
- Ismara, L., Halini, dan Suratman, D., (2017), Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Open Ended Di SMP, *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Untan*, 6(9), 1–8.
- Jamhari, M., (2020), *Improving Students' Critical Thinking Skills Through Argument Mapping-Based Guided Inquiry on Human Excretory System.* *EduTeach : Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 1(2), 65–78. <https://doi.org/10.37859/eduteach.v1i2.1972>.
- Kunsch, D. W., Schnarr, K., dan van Tyle, R., (2014), *The Use of Argument Mapping to Enhance Critical Thinking Skills in Business Education*, *Journal of Education for Business*, 89(8), 403–410. <https://doi.org/10.1080/08832323.2014.925416>.
- Mega Sari, K. W., Margunayasa, I. G., dan Kusmaryatni, N. N., (2018), Pengaruh Model Pembelajaran Kolaboratif Berbantuan Peta Pikiran Terhadap Hasil Belajar IPA. *International Journal of Elementary Education*, 2(3), 246. <https://doi.org/10.23887/ijee.v2i3.15964>
- Melani, R., Harlita, dan Sugiharto, B., (2012), Pengaruh Metode *Guided Discovery Learning* Biologi Siswa Sma Negeri 7 Surakarta the Influence of *Guided Discovery Learning* Methode. *Pendidikan Biologi*, 4(1), 97–105.
- Purnamaningrum, A., Dwiastuti, S., Maya Probosari, R., dan Noviawati., (2012), Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Melalui Problem Based Learning (PBL) pada Pembelajaran Biologi Siswa Kelas X-10 SMA Negeri 3 Surakarta Tahun Pelajaran 2011/2012 Increasing of Student'S Creative Thinking Through Implementation of Problem Based Learn. *Pendidikan Biologi*, 4(3), 39–51.
- Redhana, I. W., (2010), Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Peta Argumen Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Laju Reaksi, *Jurnal Pendidikan Dan*

*Pengajaran*, 43(17), 141–148.

- Rider, Y., dan Thomason, N., (2008), *Cognitive and Pedagogical Benefits of Argument Mapping: LAMP Guides The Way to Better Thinking*. Washington : Knowledge Cartography.
- Santrock, J. W., (2011). *Psikologi Pendidikan Edisi Kedua*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.
- Sbarski, P., Van Gelder, T., Marriott, K., Prager, D., & Bulka, A., (2008). Visualizing Argument Structure. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 1(1), 129–138. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-89639-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-540-89639-5_13).
- Sinambela, P. N., (2013). Kurikulum 2013, Guru, Siswa, Afektif, Psikomotorik, Kognitif. *Jurnal Generasi Kampus*, 6(2), 17–29.
- Sudjiono, A., (2008), *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Sundayana, R., (2014), *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Trianto., (2011), *Model Pembelajaran Terpadu Konsep Strategi Dan Implementasinya Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Turkmen, H., (2015), *Creative Thinking Skills Analyzes Of Vocational High School Students*. *Journal Of Educational And Instructional Studes In The World*, 5(1), 74–84.

# PENGEMBANGAN E-LKS SISTEM PERNAPASAN MANUSIA BERBASIS MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK SISWA SMA

DM Ramadani<sup>1\*</sup>, S Alimah<sup>2</sup>

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\* Email: [dentikaramadani97@gmail.com](mailto:dentikaramadani97@gmail.com)\*

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis model Problem Based Learning (E-LKS SPM-PBL) untuk siswa SMA. Metode penelitian yang digunakan yaitu Research and Development. Uji coba skala kecil dilakukan di SMA N 1 Bringin pada kelas XI MIPA 4 tahun ajaran 2021/2022 yang berjumlah berjumlah 15 orang siswa yang dipilih sebagai sampel. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu random sampling. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi, wawancara dan angket. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu kelayakan E-LKS SPM-PBL oleh ahli materi sebesar 88,09% (sangat layak), kelayakan E-LKS SPM-PBL oleh ahli media sebesar 90,00 (sangat layak), tanggapan guru terhadap E-LKS SPM-PBL sebesar 95,83% (sangat baik), dan hasil tanggapan siswa terhadap E-LKS SPM-PBL sebesar 81,11% (baik). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model Problem Based Learning layak digunakan dan berpotensi meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dan dapat dilakukan uji coba secara empirik pada skala yang lebih besar.

**Kata kunci:** E-LKS, Problem Based Learning, pemecahan masalah

## PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi di SMA meliputi berbagai macam materi salah satunya sistem pernapasan manusia. Materi ini memiliki kompetensi dasar yang mengharuskan siswa dapat menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ dengan mekanisme dan gangguan yang dapat terjadi pada sistem pernapasan manusia. Siswa dapat menganalisis jika memiliki keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Menurut Rahman (2019), berpikir kritis dan pemecahan masalah terkait satu sama lain, sehingga dengan mengembangkan pemecahan masalah maka akan diikuti dengan berkembangnya kemampuan berpikir kritis. Selain itu kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah merupakan salah satu keterampilan pembelajaran abad 21 yang perlu dilatihkan kepada siswa selain kemampuan kognitifnya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi di SMA N 1 Bringin diperoleh hasil bahwa model pembelajaran yang digunakan sudah sesuai anjuran kurikulum 2013 namun kenyataannya metode pembelajaran yang sering digunakan adalah metode ceramah. Penerapan metode konvensional seperti ceramah membuat siswa terbiasa menerima dan pasif saat pembelajaran. Siswa yang biasa menerima konsep akan memiliki kebiasaan untuk menghafalkan konsep yang didapat tetapi tidak memahami konsep sehingga hal ini berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Media pembelajaran yang digunakan masih berupa buku paket yang dipinjamkan dari sekolah dan beberapa siswa belum memiliki buku paket tersebut. Buku paket yang ada menurut guru hanya memfasilitasi kemampuan kognitifnya saja, belum memfasilitasi keterampilan abad 21

yang perlu dilatihkan pada siswa salah satunya yaitu pemecahan masalah.

Model pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih kemampuan pemecahan masalah siswa yaitu model *Problem Based Learning*. Penerapan model *Problem Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa (Saputri dan Febriani, 2017) kemudian diberi pretest untuk mengetahui keadaan awal adakah perbedaan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jumlah populasi peserta didik X MIA adalah 129 peserta didik, yang kemudian 2 kelas merupakan sampel yaitu kelas X MIA 1 berjumlah 32 peserta didik sebagai kelas eksperimen dan X MIA 2 berjumlah 33 peserta didik sebagai kelas kontrol. Berdasarkan hasil analisis data penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pretest pada kelas eksperimen adalah 42,09, sedangkan rata-rata posttestnya adalah 74,68. Pada kelas kontrol nilai rata-rata pretest 44,18 dan nilai posttest dengan rata-rata 63,24. Hasil uji t menunjukkan  $t_{hitung} > t_{tabel}$  ( $2,42 > 1,98$ ). Penggunaan media pembelajaran yang tepat juga merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk melatih kemampuan pemecahan masalah siswa. Menurut Tivani dan Paidi (2016), penggunaan LKS berbasis masalah menjadikan pembelajaran lebih efektif dan optimal serta mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. LKS yang bersifat interaktif juga membantu pemahaman siswa akan suatu konsep karena media pembelajaran interaktif menggabungkan teks, gambar, audio, animasi atau video yang mendukung materi pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengembangan E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis model *Problem Based Learning* untuk siswa SMA.

## METODE

Desain penelitian yang digunakan yaitu *Research and Development* dengan menggunakan langkah- langkah sebagai berikut: (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain, (4) kelayakan (ahli materi & ahli media), (5) revisi, (6) Uji Coba Skala Kecil, (7) E-LKS SPM-PBL. Uji coba skala kecil dilakukan di SMA N 1 Bringin kelas XI tahun ajaran 2021/2022. Pengambilan sampel menggunakan teknik *random sampling* berjumlah 15 siswa XI MIPA 4.

Analisis data pada penelitian ini meliputi aspek kelayakan E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model *Problem Based Learning* (E-LKS SPM- PBL) dan tanggapan pengguna (guru dan siswa). Analisis kelayakan produk diperoleh dari data hasil validasi produk oleh ahli materi dan ahli media. Kelayakan E-LKS SPM-PBL didasarkan pada penilaian yang diperoleh dari validasi ahli materi dan ahli media dengan kriteria kelayakan yakni: (1) Sangat layak, (2) Layak, (3) Cukup layak, (4) Kurang layak, (5) Tidak layak.

Analisis data kelayakan oleh ahli materi dan media akan dihitung persentasenya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Jumlah skor diperoleh}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100\%$$

Analisis data selanjutnya yaitu tanggapan pengguna (guru dan siswa). Analisis tanggapan pengguna diperoleh dari data tanggapan guru dan siswa melalui angket. Tanggapan pengguna didasarkan pada penilaian yang diperoleh dari guru dan siswa dengan kategori penilaian sebagai berikut: (1) Sangat baik,(2) Baik,(3) Cukup baik,(4) Kurang baik,(5) Tidak baik.

Analisis data kelayakan oleh ahli materi dan media akan dihitung persentasenya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tanggapan (\%)} = \frac{\text{Jumlah skor diperoleh}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100\%$$

Analisis data menggunakan *Ms. Excel* menggunakan rumus yang telah ditentukan. Saran dari ahli materi dan ahli media digunakan sebagai masukan untuk perbaikan E-LKS SPM-PBL.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

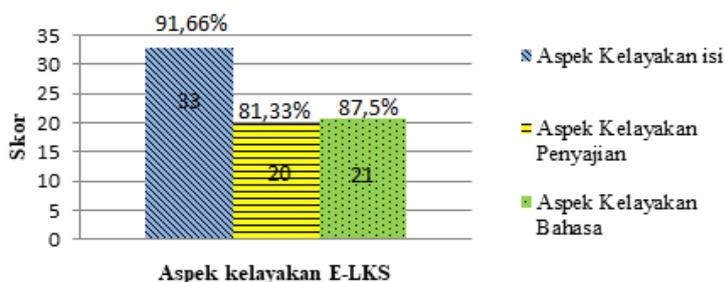
Produk dalam penelitian ini berupa E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model *Problem Based Learning* (E-LKS SPM-PBL) yang dibuat dengan menggunakan aplikasi *Kvisoft Flipbook Maker Pro 2015*. Pengembangan produk E-LKS SPM-PBL dilakukan dengan tujuan agar memudahkan siswa untuk mengaksesnya kapan saja dan dimana saja dengan ponsel maupun laptop karena LKS berbentuk elektronik . Hal ini sesuai dengan pernyataan Safriandono dan Charis (2014), bahwa media pembelajaran elektronik memberikan kemudahan akses, efisiensi prasarana, pengurangan waktu dan lebih fleksibel untuk digunakan.

Produk yang dikembangkan juga bersifat interaktif karena didalamnya terdapat gambar, video dan forum diskusi online yang dapat diakses secara langsung oleh siswa untuk mendukung pemahaman siswa terkait materi sistem pernapasan manusia. Tampilan gambar, video dan forum diskusi online menjadikan siswa aktif dalam pembelajaran, seperti aktif memperhatikan gambar dan video. Hal ini sejalan dengan pernyataan Yanto (2019) yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif membantu siswa aktif saat proses pembelajaran dikarenakan siswa terlibat langsung dengan media pembelajaran.

Produk yang telah dikembangkan sebelum digunakan dalam tahap uji coba skala besar akan melewati tahap uji kelayakan oleh ahli materi dan ahli media, serta tahap uji coba skala kecil. Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis kelayakan dan tanggapan

pengguna (Guru dan Siswa) terhadap E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model *Problem Based Learning* (E-LKS SPM -PBL). Kelayakan E-LKS SPM-PBL diukur menggunakan uji kelayakan oleh ahli materi dan ahli media dengan instrumen berupa angket. E-LKS SPM-PBL dikatakan layak apabila memperoleh hasil  $\geq 71\%$ . Tanggapan pengguna (guru dan siswa) memiliki hasil yang baik dan dapat digunakan dalam uji coba skala besar jika memiliki hasil  $\geq 71\%$ .

### Kelayakan E-LKS SPM-PBL oleh Ahli Materi



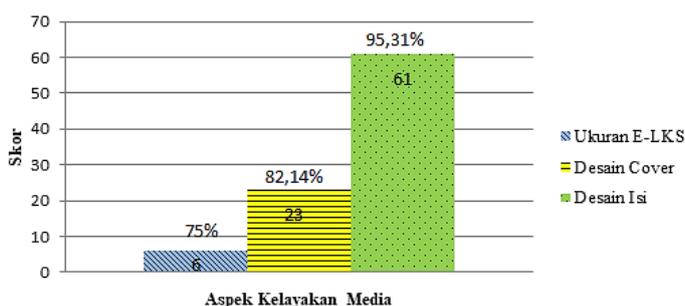
**Gambar 1. Hasil Kelayakan E-LKS SPM-PBL oleh Ahli Materi**

Berdasarkan Gambar 1 penilaian oleh ahli materi memiliki 3 aspek kelayakan. Keseluruhan aspek memiliki persentase sebesar 88,09% yang termasuk dalam kategori sangat layak. Penilaian oleh ahli materi pada semua aspek sangat baik. Hal ini dikarenakan pemilihan gambar dan video dalam E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model *Problem Based Learning* disesuaikan dengan kompetensi dasar (KD) Sistem Pernapasan manusia yang terdapat dalam kurikulum 2013, selain itu kasus dan permasalahan yang disajikan berdasarkan permasalahan dalam kehidupan nyata atau sehari-hari. Contoh kasus dan permasalahan yang disajikan berdasarkan kehidupan sehari-hari termasuk implementasi model *Problem Based Learning*, sehingga fitur-fitur tersebut berpotensi untuk melatih dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Pernyataan ini didukung oleh Pistanty dkk (2015), yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis model *Problem Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

E-LKS SPM-PBL memfasilitasi siswa untuk melatih kemampuan pemecahan masalah pada menu “kegiatan 1 dan kegiatan 2”. Menu ini menyajikan permasalahan nyata lewat video dan disajikan pertanyaan-pertanyaan berbasis pemecahan masalah. Dengan menyajikan masalah ini siswa berpotensi aktif dalam pembelajaran, siswa juga dapat melatih kemampuan pemecahan masalah dengan menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan pada “kegiatan 1” dan menu “kegiatan 2”. Hal ini sejalan dengan pendapat Cahyani dan Setyawati (2016), yang menyatakan bahwa penggunaan masalah pada dunia nyata dapat dijadikan sumber belajar bagi siswa untuk belajar aktif, berpikir kritis dan keterampilan intelektual dalam pemecahan masalah.

### Kelayakan E-LKS SPM-PBL oleh Ahli Media

Berdasarkan Gambar 2 penilaian oleh ahli media memiliki 3 aspek kelayakan. Keseluruhan aspek memiliki persentase sebesar 90,00% yang termasuk dalam kategori sangat layak. Penilaian oleh ahli media pada semua aspek sangat baik. Hal ini dikarenakan E- LKS yang disusun bersifat interaktif, didalamnya terdapat video dan *link* untuk diskusi online. Karena itu hal ini berpotensi menjadikan siswa aktif dan meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Yusup (2009) yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan keterampilan proses, motivasi dan hasil belajar siswa.

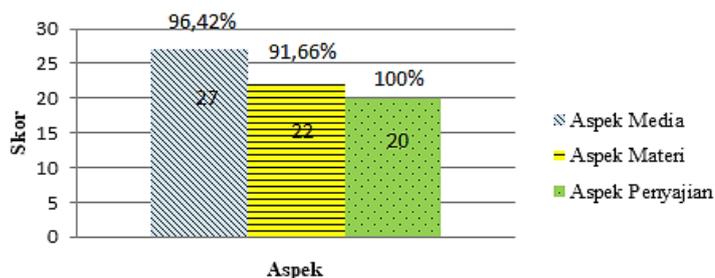


Gambar 2. Hasil Kelayakan E-LKS SPM-PBL oleh Ahli Media

Namun hal ini perlu pembuktian secara empirik di kelas dalam skala besar untuk membuktikan bahwa dengan menggunakan E-LKS SPM-PBL berpotensi untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

### Tanggapan Pengguna Terhadap E-LKS SPM-PBL

#### Tanggapan Guru Terhadap E-LKS SPM-PBL



Gambar 3. Tanggapan Guru Terhadap E-LKS SPM-PBL

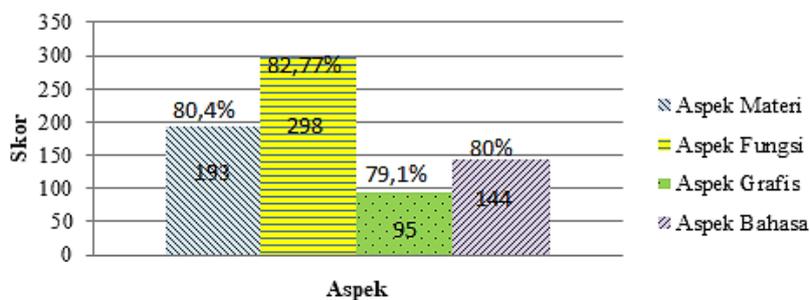
Tanggapan guru sebagai pengguna E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis *Problem Based Learning* termasuk kedalam kategori sangat baik, berdasarkan Gambar 3, penilaian dengan skor sangat baik terdapat pada semua aspek yaitu aspek media, aspek materi dan aspek penyajian. Pada aspek media mendapatkan skor sangat baik karena E-LKS ini memiliki tampilan *cover*, grafis *background* yang menarik dan memiliki kemudahan

penggunaan.

Tampilan cover dan desain isi mendapatkan skor sangat baik. Hal ini karena adanya konsistensi tata letak, desain tata letak sederhana tidak terlalu banyak menggunakan jenis huruf. Jenis huruf yang digunakan dalam penulisan E-LKS yaitu *Calibri* dan *Times New Roman*. Pada aspek materi mendapatkan skor sangat baik karena materi sudah disusun berdasarkan KD serta permasalahan yang disajikan sudah berdasarkan pada kehidupan sehari-hari atau riil. Contoh kasus dan permasalahan yang disajikan berdasarkan kehidupan sehari-hari termasuk implementasi model *Problem Based Learning*, sehingga fitur-fitur tersebut berpotensi untuk melatih dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Byun (2020), yang menyatakan bahwa penerapan *Problem Based Learning* dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Selain itu E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model *Problem Based Learning* memiliki kemudahan penggunaan, hanya dengan menggunakan *link* yang dapat dibagikan di berbagai macam platform seperti *whatsapp*, *e-mail*, dll. Penggunaan LKS yang bersifat elektronik tidak terbatas oleh jumlah LKS karena dengan memiliki *link* seluruh siswa dapat mengakses E-LKS.

Pada aspek penyajian memiliki konsistensi penulisan, keruntutan konsep terdapat daftar pustaka dan latihan soal pada setiap akhir kegiatan. Latihan soal yang terdapat dalam E-LKS pada beberapa soal disajikan permasalahan pada kehidupan nyata, sehingga berbasis masalah. Dengan adanya soal berbasis masalah siswa akan berpotensi meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dan hasil belajar. Pernyataan ini didukung oleh Kharisma dan Asman (2018) yang menyatakan bahwa soal pemecahan masalah dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dan hasil belajar siswa.

#### Tanggapan Siswa Terhadap E-LKS SPM-PBL



Gambar 4. Hasil Tanggapan Siswa Terhadap E-LKS SPM-PBL

Berdasarkan Gambar 4 diperoleh hasil bahwa tanggapan pengguna (siswa) terhadap E-LKS SPM-PBL baik sehingga layak digunakan. Skor dengan persentase tertinggi terdapat pernyataan bahwa E-LKS yang dibuat mudah diakses kapan saja dan mudah untuk digunakan serta lebih awet. Hal ini sesuai pendapat Isfathony dan Wibawa (2020) bahwa LKS berbasis elektronik lebih fleksibel pemakaiannya, lebih awet (tidak mudah rusak) dalam pemakaiannya serta lebih menarik. Skor dengan persentase terendah terdapat pada pernyataan nomor 3 yang menyatakan bahwa isi (materi) E-LKS SPM-PBL sangat

lengkap dan membantu saya untuk menemukan jawaban pertanyaan pada menu kegiatan diskusi yang terdapat pada E-LKS SPM-PBL. Hal ini terjadi karena pertanyaan pada menu kegiatan diskusi dibuat berbasis pada masalah serta memerlukan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah untuk dapat menjawab pertanyaan yang ada, selain itu hal ini juga melatih siswa untuk aktif menemukan sendiri jawaban/ konsep baru tanpa terpaku pada satu sumber belajar saja sehingga mampu melatih kemampuan pemahaman siswa. Hal ini sesuai dengan pendapat Mawaddah dan Maryanti (2016) bahwa dengan menemukan konsep sendiri maka akan melatih siswa untuk aktif dalam pembelajaran dan mengasah kemampuan pemahaman konsep siswa. Pada tahapan uji coba skala kecil mendapatkan hasil yang sangat baik sehingga produk (E-LKS SPM-PBL) dapat digunakan untuk uji coba pada skala besar pada materi dan jenjang yang sama.

**Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Kelayakan dan Tanggapan Pengguna Terhadap E-LKS SPM-PBL**

No	Jenis Data	Sumber Data	Nilai	Kategori
1	Kelayakan Ahli Materi	Ahli Materi	88,09%	Sangat Layak
2	Kelayakan Ahli Media	Ahli Media	90,00%	Sangat Layak
3	Tanggapan Guru	Guru Biologi	95,83%	Sangat Baik
4	Tanggapan Siswa	Siswa	81,11%	Baik

## KESIMPULAN

E-LKS Sistem Pernapasan Manusia berbasis Model *Problem Based Learning* sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran materi sistem pernapasan manusia dan berpotensi meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Byun, H. (2020) 'Efficacy Verification of Team Learning Satisfaction , Problem Solving Ability , and Communication Ability of Problem Solving Process Classes Applying Action Learning , Problem-Based Learning , and Mentoring'. *Jurnal PBL*, pp. 63-73.
- Cahyani, H. and Setyawati, R.W. (2016) 'Pentingnya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Melalui PBL untuk Mempersiapkan Generasi Unggul Menghadapi MEA', *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, pp. 151-160.
- Isfathony, G.. and Wibawa, S.. (2020) 'Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Android Di SMK', *Journal IT-EDU*, 05(1), pp. 344-354.
- Kharisma, J.Y. and Asman, A. (2018) 'Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Masalah Berorientasi pada Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Prestasi Belajar Matematika', *Indonesian Journal of Mathematics Education*, 1(1), p. 34-47.
- Mawaddah, S. and Maryanti, R. (2016) 'Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP dalam Pembelajaran Menggunakan Model Penemuan Terbimbing (Discovery Learning)', *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), pp. 76-85.
- Pistanty, M.A., Sunarno, W. and Maridi (2015) 'Pengembangan Modul IPA Berbasis Problem Based Learning', 4(2), pp. 68-75.
- Rahman, M.M. (2019) '21st Century Skill "Problem Solving": Defining the Concept',

*Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1), pp. 71–81.

- Safriandono, A.N. and Charis, M. (2014) ‘Rancang Bangun E-Lembar Kerja Siswa Sebagai Media Pembelajaran Yang Praktis, Fleksibel Dan Edukatif Berbasis Web’, *Teknik - Unisfat*, 10(1), pp. 25–35.
- Saputri, D.A. and Febriani, S. (2017) ‘Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Pencemaran Lingkungan Kelas X MIA Sma N 6 Bandar Lampung’, *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 8(1), pp. 40–52.
- Tivani, I. and Paidi, P. (2016) ‘Pengembangan LKS biologi berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan karakter peduli lingkungan’, *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(1), p. 35.
- Yanto, D.T.P. (2019) ‘Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif pada Proses Pembelajaran Rangkaian Listrik’, *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 19(1), pp. 75–82.
- Yusup, M. (2009) ‘Peningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Melalui Lembar Kerja Siswa ( LKS) Interaktif Berbasis Komputer Di SMA Muhammadiyah 1’, *Jurnal Matematika*, 4(2), pp. 34-44.

## PENGEMBANGAN *E-BOOK* SISTEM PERNAPASAN MANUSIA BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* UNTUK SISWA SMA

PA Rohmayanti<sup>1</sup>\* Nugrahaningsih W.H<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: [putrialifa211@gmail.com](mailto:putrialifa211@gmail.com)

### ABSTRAK

Suplemen bahan ajar yang dikembangkan menjadi ebook berbasis discovery learning dapat dijadikan sebagai pelengkap bahan ajar salah satunya pada materi sistem pernapasan manusia untuk kelas XI SMA. Suplemen bahan ajar Ebook Discovery Learning (EDL) yang berkaitan dengan sistem pernapasan manusia. EDL diolah menggunakan software fliphtml5 dengan hasil pengembangan berupa link website yang dapat diakses dan digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil pengembangan yang telah dikembangkan memperoleh kriteria yang sangat sesuai untuk digunakan sebagai pelengkap bahan ajar sistem pernapasan manusia. Hasil rata-rata persentase kelayakan 91% dari ahli materi (A1); 97% ahli media (A2); dan validator guru biologi (A3) mendapat persentase rata-rata 95%. Secara keseluruhan penilaian baik oleh validator maupun guru biologi mendapatkan persentase rata-rata 94,3% dilanjutkan dengan tes keterbacaan yang memperoleh persentase rata-rata 92% sehingga EDL memperoleh kriteria sangat layak untuk digunakan sebagai pelengkap bahan ajar.

**Kata kunci:** Discovery learning, sistem pernapasan manusia, suplemen bahan ajar

### PENDAHULUAN

E-book merupakan salah satu bahan ajar berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi yang memiliki beberapa kelebihan yaitu bersifat interaktif dan dapat menampilkan gambar, audio, video dan animasi serta dilengkapi dengan tes atau kuis formatif yang memungkinkan umpan balik otomatis dengan segera (Suarsana dan Mahayukti, 2013). Desain tampilan digital yang kini banyak digunakan dan diminati masyarakat adalah buku digital dengan teknologi flipbook, halaman bisa dibuka dan dibalik (flip) seperti membaca buku di layar monitor (Riyanto, 2012). Pengembangan suplemen bahan ajar dengan inovasi flipbook, menggunakan aplikasi atau software fliphtml5 dan kolaborasi dengan link video animasi edukatif tentang mekanisme pernapasan dari platform youtube yaitu [www.desaigmate.com-Eureka.in](http://www.desaigmate.com-Eureka.in).

Karakteristik ebook berbasis discovery learning yang digunakan itu terdapat tahapan pembelajaran yang terdiri dari stimulasi, problem statement, data collection, data processing, verification dan generalization. Pembelajaran bahan ajar dan modul yang dikembangkan melalui pemanfaatan hasil-hasil penelitian secara efektif dapat mengubah miskonsepsi menuju konsep ilmiah yang benar (Parmin, 2012).

Ebook discovery learning memuat materi sistem pernapasan manusia sesuai kompetensi dasar 3.8 dan 4.8 berdasarkan kurikulum 2013. Kompetensi dasar 3.8 yang dicapai yaitu peserta didik diharapkan dapat menganalisis hubungan struktur jaringan penyusun organ pada sistem pernapasan dan mengaitkan dengan bioprosesnya sehingga dapat menjelaskan proses pernapasan serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada

sistem pernapasan manusia melalui studi literatur dan pengamatan. Sedangkan, kompetensi dasar 4.8 berisi tentang penyajian hasil analisis tentang kelainan dan gangguan pada struktur dan fungsi jaringan organ pernapasan manusia.

Pengembangan suplemen bahan ajar ebook discovery learning menggunakan sintaks dari tahapan pembelajaran discovery learning yang terdiri dari beberapa tahap yaitu; 1) stimulasi; 2) problem statement; 3) data collection; 4) data processing; 5) verification; 6) generalization (Kemendikbud, 2016).

Suplemen bahan ajar ebook discovery learning dikembangkan menggunakan aplikasi flipbook maker ink. Flipbook maker ink memiliki kelebihan dapat diakses secara offline dengan syarat melakukan pemasangan software terlebih dahulu sehingga dapat diakses secara offline dan tidak harus mengeluarkan banyak biaya (Susanti, 2015). *Discovery learning* mampu membuat peserta didik berinteraksi dengan baik kepada semua sehingga peserta didik mampu meningkatkan kemampuan berpikir logis yang meliputi aspek keterampilan berpikir, komunikasi dan menerapkan dalam pembelajaran Biologi (Swestyani, 2015). Suplemen bahan ajar Ebook Discovery Learning (EDL) memiliki kelebihan, yaitu; 1) suplemen penunjang dan pendukung buku teks sekolah untuk belajar mandiri maupun kelompok; 2) suplemen bahan ajar EDL dilengkapi dengan gambar dan link website video mekanisme pernapasan manusia; 3) peserta didik tidak hanya disajikan tulisan, namun juga permasalahan fenomenal berdasarkan kehidupan sehari-hari untuk mengatkan konsep pemahaman sesuai pembelajaran discovery learning; 4) suplemen bahan ajar EDL dapat dibuka secara online melalui website atau secara offline melalui aplikasi fliphtml5 yang sudah terpasang di Personal Computer (PC) berbasis windows; 5) suplemen bahan ajar EDL dilengkapi teka-teki silang dan peta konsep sederhana. Kelebihan tersebut sesuai dengan kriteria bahan ajar audiovisual yang mengkombinasikan audio dan visual (gambar) (Prastowo, 2012).

Berdasarkan latar belakang di atas, perlu diteliti apakah pengembangan *ebook discovery learning* dapat menjadi suplemen bahan ajar yang efektif untuk peserta didik kelas XI MIPA MAN 1 Kab. Semarang materi sistem pernapasan manusia.

## **METODE**

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan peneliti merupakan modifikasi metode Research and Development (RnD) dari Sugiyono (2015). Pengembangan dilakukan sampai tahap revisi desain dan penelitian dilakukan sampai tahap uji coba produk pada skala kecil di MAN 1 Kab. Semarang dengan subyek penelitian merupakan peserta didik kelas XI. Peserta didik dipilih dengan cara purposive sampling. Penelitian menggunakan metode pre eksperimental yaitu one group pre test post test desain. Pengembangan dimulai dengan membuat story board dan mendesain Ebook Discovery Learning (EDL). Metode pengambilan data dimulai dengan cara; 1) mengidentifikasi potensi dan masalah; 2) validasi suplemen bahan ajar EDL; 3) uji keterbacaan suplemen bahan ajar EDL; 4) uji coba skala suplemen bahan ajar EDL pada pembelajaran. Metode analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang terdiri dari deskriptif presentase skala likert untuk data validitas EDL oleh para ahli, uji keterbacaan dan n-gain untuk melihat hasil tes kognitif peserta didik.

Hasil wawancara dengan deskripsi kualitatif. Sampel merupakan peserta didik sejumlah 34 orang. Jenis data, metode, dan instrumen penelitian disajikan pada pada Tabel 1.

**Tabel 1. Jenis metode dan instrumen penelitian**

Metode	Instrumen	Subyek	Waktu
Non Tes	Pedoman Wawancara	Guru biologi dan peserta didik	Sebelum proses pengembangan
Non Tes	Lembar Validitas	Ahli materi, media dan guru biologi	Setelah pengembangan- sebelum penggunaan
Non Tes	Lembar uji keterbacaan	Peserta didik	Sebelum penggunaan
Tes	Soal Pilihan Ganda 5 options	Peserta didik	Sebelum dan sesudah proses penggunaan

Hasil perhitungan rumus menentukan kriteria kelayakan suplemen bahan ajar EDL pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kriteria Kelayakan EDL**

Interval Presentase (%)	Kriteria	
	Validitas Ahli	Uji Keterbacaan
76 s.d 100	Sangat Layak	Sangat Layak
51 s.d 75	Layak	Layak
26 s.d 50	Cukup Layak	Cukup Layak
0 s.d 25	Kurang Layak	Kurang Layak

Hasil perhitungan N-gain menentukan kriteria keefektifan suplemen bahan ajar EDL sebelum dan sesudah berdasarkan besarnya faktor g disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Kriteria Interval N-Gain**

Interval gain	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian dan pengembangan suplemen bahan ajar Ebook Discovery Learning (EDL) adalah mengetahui kelayakan EDL sebagai suplemen bahan ajar untuk peserta didik pada materi sistem pernapasan manusia. Penelitian menghasilkan suplemen bahan ajar EDL sistem pernapasan manusia yang sesuai dengan kompetensi dasar 3.8 dan

4.8 dengan sintaks discovery learning yang dapat diakses secara offline melalui software fliphtml5 yang sudah terpasang di Personal Computer (PC) maupun dapat diakses secara online melalui link yang diberikan peneliti.

Suplemen bahan ajar EDL diuji kelayakannya dengan validasi dari ahli materi, ahli media dan guru biologi serta uji keterbacaan dari peserta didik dengan presentase  $\geq 51\%$  (kriteria layak hingga sangat layak) dan rerata nilai kelayakan dari uji keterbacaan peserta didik  $\geq 51\%$  (kriteria layak hingga sangat layak). EDL dinyatakan efektif dari hasil N-gain soal pre test post test peserta didik, indikator kelayakan jika minimal 70% nilai peserta didik mengalami peningkatan kognitif,  $N-gain \geq 0,30$  (kriteria sedang hingga tinggi), dan minimal hasil perhitungan menunjukkan peningkatan antara sebelum pre test dan post test yang cukup atau signifikan. Instrument kelayakan disusun dari adaptasi dari penilaian buku teks pelajaran Biologi SMA/MA (BNSP, 2014) . Hasil analisis data diuraikan secara rinci sebagai berikut.

### Rekapitulasi Validitas Ahli Materi, Ahli Media dan Guru Biologi

Rekapitulasi hasil validitas ahli materi yang dilakukan oleh dosen biologi yang berkaitan dengan materi sistem pernapasan manusia pada suplemen bahan ajar EDL disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Rekapitulasi Validitas EDL oleh Ahli Materi (A1)**

No	Aspek yang dinilai	Jumlah Skor	Persentase Aspek (%)
1.	Komponen Kelayakan Cover	6	75
2.	Komponen Kelayakan Isi	34	94
3.	Penyajian Bahan Ajar	10	83
4.	Kebahasaan Bahan Ajar	23	96
Jumlah Skor			73
Rata-rata Persentase (%)			91
Kategori			Sangat Layak
Keputusan Uji			Tidak Perlu Revisi

Rekapitulasi validitas EDL oleh ahli materi dari Dosen Jurusan Biologi mendapatkan skor 73 dengan rata-rata presentase 91% dengan kategori sangat layak dan keputusan uji tidak perlu revisi. Rincian perolehan skor berdasarkan masing-masing aspek yang dinilai dimulai dari komponen kelayakan cover mendapatkan skor 6 dengan presentase aspek 75%, komponen kelayakan isi mendapatkan skor 34 dengan presentase aspek 94%, penyajian bahan ajar mendapatkan skor 10 dengan presentase 83% dan kebahasaan bahan ajar mendapatkan skor 23 dengan presentase 96%.

Rekapitulasi hasil validitas ahli media yang dilakukan oleh dosen biologi terkait inovasi media yang berkaitan dengan pengembangan suplemen bahan ajar EDL disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Rekapitulasi Validitas EDL oleh Ahli Media (A2)**

No	Aspek yang dinilai	Jumlah Skor	Persentase Aspek (%)
1.	Desain sampul <i>EDL</i>	20	100
2.	Desain dan isi <i>EDL</i>	18	90
3.	Penyajian dan penggunaan <i>EDL</i>	20	100
Jumlah Skor			58
Rata-rata Persentase (%)			97
Kategori			Sangat Layak
Keputusan Uji			Tidak Perlu Revisi

Rekapitulasi validitas EDL ahli media dari Dosen Jurusan Biologi mendapatkan jumlah skor 58 dengan 97% rata-rata presentase. Hal ini menyatakan bahwa suplemen bahan ajar termasuk kategori sangat layak dengan keputusan uji tidak perlu revisi untuk diterapkan dalam pembelajaran materi sistem pernapasan manusia. Setiap aspek yang dinilai mendapatkan skor dan presentase yang diuraikan mulai, desain sampul EDL mendapatkan skor 20 dengan presentase aspek 100%, desain dan isi EDL mendapatkan skor 18 dengan 90% presentase aspek dan penyajian dan penggunaan EDL mendapatkan skor 20 dengan presentase 100%.

Rekapitulasi validitas oleh guru biologi MAN 1 Kab. Semarang terkait penggunaan untuk pembelajaran kepada peserta didik kelas XI MAN 1 Kab. Semarang disajikan pada Tabel 6.

Rekapitulasi validitas EDL oleh Guru Biologi MAN 1 Kab. Semarang diperoleh jumlah skor 76 dengan rata-rata presentase 95% termasuk kategori sangat layak dan tidak perlu revisi. Uraian hasil validitas setiap aspek yaitu komponen kelayakan tampilan dan penyajian EDL diperoleh jumlah skor 20 dengan presentase aspek 100%, komponen kelayakan materi diperoleh jumlah skor 35 dengan presentase aspek 97% dan komponen kebahasaan diperoleh skor 21 dengan presentase aspek 88%.

**Tabel 6. Rekapitulasi Validitas EDL oleh Guru Biologi (A3)**

No	Aspek yang dinilai	Jumlah Skor	Persentase Aspek (%)
1.	Komponen kelayakan tampilan dan penyajian <i>EDL</i>	20	100
2.	Komponen kelayakan materi	35	97
3.	Komponen kebahasaan	21	88
Jumlah Skor			76
Rata-rata Persentase (%)			95
Kategori			Sangat Layak
Keputusan Uji			Tidak Perlu Revisi

Berdasarkan data pada Tabel 6, diagram dan pembahasan rekapitulasi validitas ahli materi, media dan guru biologi, secara garis besar suplemen bahan ajar EDL dinyatakan sudah layak dan dapat digunakan peserta didik dalam pembelajaran materi sistem

pernapasan manusia.

### Rekapitulasi Uji Keterbacaan Peserta Didik

Rekapitulasi uji keterbacaan peserta didik dilakukan sebelum penggunaan EDL pada proses pembelajaran dan hanya melibatkan 18 peserta didik yang dipilih langsung oleh guru dan peneliti. Hasil uji keterbacaan peserta didik disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Rekapitulasi Uji Keterbacaan EDL oleh Peserta Didik**

No	Aspek yang dinilai	Jumlah Skor	Persentase Aspek
1.	Komponen tampilan EDL	74	93%
2.	Komponen materi	73	91%
3.	Komponen kebahasaan	72	90%
4.	Komponen penggunaan	77	96%
Jumlah Skor			74
Rata-rata Persentase			92%
Kategori			Sangat Layak

Uji keterbacaan EDL dilakukan oleh 18 peserta didik dari tiga kategori yaitu kemampuan di atas rata-rata, kemampuan rata-rata dan kemampuan di bawah rata-rata dengan pembagian jumlah yang seimbang. Uraian perolehan skor dan presentase aspek pada uji keterbacaan antara lain; 1) komponen tampilan EDL memperoleh skor 74 dengan presentase aspek 93%; 2) komponen materi memperoleh jumlah skor 73 dengan presentase aspek 91%; 3) komponen kebahasaan memperoleh jumlah skor 72 dengan presentase aspek 90%; dan 4) komponen penggunaan memperoleh jumlah skor 77 dengan presentase aspek 96%. Secara keseluruhan uji keterbacaan memperoleh jumlah skor 74 dengan rata-rata presentase 92% sehingga dinyatakan sangat layak dan diterima oleh peserta didik untuk digunakan dalam pembelajaran materi sistem pernapasan manusia. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Rahayu dan Parmin (2015) yang menentukan kelayakan media pembelajaran dari perolehan hasil validitas para ahli dan hasil tanggapan peserta didik pada uji keterbacaan.

### Rekapitulasi N-gain Keterampilan Analisis dan Komunikasi Interpersonal Peserta Didik

Data N-gain diperoleh dari peserta didik berjumlah 34 orang dalam satu kelas. Peserta didik dipilih langsung oleh guru biologi dengan metode purposive sampling. Peneliti menggunakan prosedur penelitian pre-eksperimental yaitu one group pre test post test design dengan menerapkan suplemen bahan ajar EDL yang dapat diakses secara online melalui link website fliphtml5 dan memberikan lembar kerja siswa untuk melatih keterampilan analisis dan komunikasi interpersonal peserta didik dengan cara diskusi kelompok dengan hasil diskusi berupa peta konsep materi sistem pernapasan manusia. Soal kognitif untuk mengukur selisih kemampuan pemahaman peserta didik dengan dua tahap, yaitu sebelum suplemen bahan ajar EDL diterapkan dalam pembelajaran (pre test) dan setelah suplemen bahan ajar EDL diterapkan dan digunakan dalam pembelajaran (post test). N-gain diperoleh dari selisih data hasil pre test dan post test soal kognitif dengan

kategori level kognitif 3 (HOTS). Soal High Order Thinking Skills (HOTS) bertujuan untuk melatih kemampuan peserta didik dalam menjawab soal. Meskipun, faktor dari luar peserta didik berupa pendekatan pengajaran yang dilakukan, media dan bahan ajar yang digunakan oleh guru belum sempurna dan jumlah peserta didik yang terlalu banyak di kelas sehingga pemerataan pembelajaran tidak optimal (Saraswati dan Gusti, 2020). Peneliti melakukan rekapitulasi data menggunakan pedoman dari (Melzer dalam Syahfitri, 2008) yang menyatakan bahwa, perolehan N-gain score di bagi menjadi tiga kategori, sebagai berikut; 1) tinggi dengan skor nilai  $g > 0,7$ ; 2) sedang dengan skor nilai  $0,3 \leq g \leq 0,7$ ; dan 3) rendah dengan skor  $g < 0,3$ . Pedoman kategori tafsiran efektivitas N-gain, peneliti menggunakan pedoman dari (Hake, 1999) yang menyatakan bahwa kategori tafsiran efektivitas N-gain dibagi menjadi empat antara lain; 1) presentase  $< 40$  dinyatakan tidak efektif; 2) presentase 40 s.d 55 dinyatakan kurang efektif; 3) presentase 56 s.d 75 dinyatakan cukup efektif; dan 4) presentase  $> 76$  dinyatakan efektif. Hasil perhitungan N-gain menyatakan, kemampuan kognitif peserta didik memiliki rata-rata pre test sebesar 63,2 dan skor post test sebesar 88,2 dari skor ideal 100. N-gain score yang diperoleh sebesar 0,68 dengan presentase N-gain 68% dengan kategori cukup efektif. Hal ini menyatakan bahwa, suplemen bahan ajar EDL cukup layak meningkatkan kemampuan peserta didik dengan melihat peningkatan skor rata-rata pre test ke post test. Berdasarkan hasil dari semua data maka EDL dinyatakan layak untuk digunakan peserta didik kelas XI SMA/MA pada pembelajaran sistem pernapasan manusia.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil dan pembahasan penelitian dan pengembangan disimpulkan bahwa; 1) hasil penilaian validator yaitu validator materi, media dan guru biologi mendapatkan presentase rata-rata 94,3 % yang menyatakan bahwa EDL layak diterapkan dalam pembelajaran sistem pernapasan manusia dan digunakan oleh peserta didik; 2) Rekapitulasi data uji keterbacaan peserta didik, mendapatkan rata-rata presentase 92% yang menyatakan bahwa suplemen bahan ajar EDL menarik dan mudah digunakan peserta didik sehingga layak digunakan dalam pembelajaran sistem pernapasan manusia; 3) Rekapitulasi hasil pre test dan post test dari soal kognitif untuk mengukur selisih kemampuan peserta didik didapatkan selisih N-gain sebesar 0,68 dengan presentase 68% dan menyatakan bahwa suplemen bahan ajar EDL peserta didik dengan kategori sedang dan cukup efektif digunakan dalam pembelajaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariesta, R. Supartono. (2011). Pengembangan Perangkat Perkuliahan Kegiatan Laboratorium Fisika Dasar II Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Kerja Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 7 Hlm. 62-68 ISSN: 1693-1246
- BNSP. (2014). Prosedur Operasi Standar Penyelenggaraan Buku teks Pelajaran dan Buku Panduan Guru Pola "Inisiatif Masyarakat". Jakarta: Peraturan Badan Standar Nasional Pendidikan Nomor: 0041/P/BNSP/VIII/2014.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Score. American Educational Association's Division D, Measurement and Research Methodology.

- Kemendikbud. (2016). Silabus Mata Pelajaran Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA). Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Nurdyansyah, Fahyuni, EF (2017). *Learning Model Innovation*. Sidoarjo: Nizamia Learning Center.
- Meltzer .(2002) The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: a possible, hidden variable. In diagnostic pretest scores, Department of physics and Astronomy, Iowa State University, Annes, Iowa 50011, *Jurnal Am.J.Physic*.
- Parmin & Peniati, E. (2012). Pengembangan Modul Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar IPA Berbasis Hasil Penelitian Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 1 (1) : 8-15.
- Prastowo, A. (2012). *Creative Guide to Making Innovative Teaching Materials*. Jogjakarta: Diva press.
- Rahayu, W.E & Sudarmin. (2015). Pengembangan Modul Ipa Terpadu Berbasis Etnosains Tema Energi dalam Kehidupan untuk Menanamkan Jiwa Konservasi Peserta Didik. *Unnes Science Education Journal*. Vol. 4 (2): 919-926.
- Riyanto, Lukman & Subagyo. (2012). Pengembangan digital library local content pekalongan dalam format buku 3 dimensi. *Jurnal LIPI* 1(1):1-13.
- Suarsana, I M. dan Mahayukti, G.A. (2013). Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Ganesha*.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung:Alfabeta.

# PENERAPAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH, KETERAMPILAN KOMUNIKASI DAN KEMAMPUAN KOGNITIF PESERTA DIDIK MATERI SISTEM EKSKRESI

S Khomsatun<sup>1\*</sup>, E Rudyatmi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: khomsatun.moo@gmail.com

## ABSTRAK

Keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik kelas XI MA Al Asror belum optimal. Model pembelajaran yang tepat diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Tujuan penelitian mengetahui pengaruh penerapan Problem Based Learning terhadap keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik kelas XI MA Al Asror materi sistem ekskresi. Penelitian ini adalah Pre-Experimental Designs dengan rancangan One-Shot Case Study. Populasi adalah seluruh peserta didik kelas XI IPA MA Al Asror. Sampel ditentukan secara sampling purposive. Sampel merupakan 37 peserta didik yang tinggal di pesantren. Keterampilan pemecahan masalah ditentukan berdasarkan metode non tes menggunakan instrumen lembar kerja peserta didik. Keterampilan komunikasi ditentukan berdasarkan metode non tes menggunakan instrumen lembar pengamatan presentasi. Kemampuan kognitif ditentukan berdasarkan metode tes menggunakan instrumen soal pilihan ganda 5 options. Data dianalisis menggunakan uji t satu sampel. Hasil  $t_{hitung}$  keterampilan pemecahan masalah  $> t_{tabel}$  (12,46 > 1,69), 97,29% peserta didik terampil memecahkan masalah. Hasil  $t_{hitung}$  keterampilan komunikasi  $> t_{tabel}$  (14,65 > 1,69), 100% peserta didik terampil berkomunikasi. Hasil  $t_{hitung}$  kemampuan kognitif  $> t_{tabel}$  (11,70 > 1,69), 97,29% peserta didik mampu memahami materi sistem ekskresi. Artinya penerapan model Problem Based Learning berpengaruh positif terhadap keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik kelas XI MA Al Asror materi sistem ekskresi.

**Kata kunci:** komunikasi, pemecahan masalah, Problem Based Learning.

## PENDAHULUAN

Kegiatan pembelajaran tidak hanya bertujuan untuk memahami dan menguasai tentang apa dan bagaimana sesuatu terjadi. Pembelajaran disertai tujuan pemahaman dan penguasaan tentang “mengapa hal itu terjadi”. Menurut Indahsari dkk., (2019) pembelajaran yang baik bukan sekadar pembelajaran tentang mengingat melainkan lebih luas, yaitu memahami arti yang diajarkan dan mampu memecahkan sebuah permasalahan.

Berdasarkan wawancara dengan Pendidik Biologi di MA Al Asror diketahui bahwa model pembelajaran yang diterapkan adalah model ceramah. Pada materi sistem ekskresi kompetensi dasar 3.9 menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem ekskresi dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem ekskresi manusia dan kompetensi dasar 4.9 menyajikan hasil analisis pengaruh pola hidup terhadap kelainan pada struktur dan fungsi organ yang menyebabkan gangguan pada sistem ekskresi serta kaitannya dengan teknologi. Merujuk pada kompetensi dasar tersebut seharusnya selain menyoroti kemampuan kognitif, peserta didik harus dilatih untuk menganalisis kemudian menyajikan hasil analisis pengaruh pola

hidup terhadap kelainan pada struktur dan fungsi organ ekskresi manusia. Akan tetapi, pembelajaran yang pernah dilakukan oleh Pendidik Biologi di MA Al Asror menggunakan model ceramah, hal ini menyebabkan keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik kelas XI IPA MA Al Asror belum optimal.

Pembelajaran biologi menggunakan model *Problem Based Learning* menekankan pada berpikir tingkat tinggi. Peserta didik harus berusaha belajar mandiri dalam memecahkan masalah dengan mengembangkan kemampuan menganalisis dan mengelola informasi. Menurut Supiandi dan Julung (2016) menyatakan bahwa peserta didik yang mendapatkan pembelajaran model *Problem Based Learning* memiliki kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang mendapat pembelajaran model ceramah.

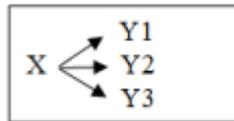
*Problem Based Learning* merupakan inovasi dalam pembelajaran. Dalam model pembelajaran ini, kemampuan berfikir peserta didik dioptimalisasikan melalui proses kerja yang sistematis. Sehingga peserta didik dapat memberdayakan, mengasah, menguji, dan mengembangkan kemampuan berfikir secara berkesinambungan (Saputri dan Febriani, 2017). *Problem Based Learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang inovatif yang dapat memberikan kondisi belajar aktif kepada peserta didik (Hamdayama, 2014). Dalam penelitian Wulandari dkk., (2012); Sariadi dkk., (2014); dan Wati dkk., (2019) menunjukkan bahwa proses pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik. Selain itu, Jaya dkk., (2019) menyatakan bahwa model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan keterampilan komunikasi peserta didik.

Keterampilan komunikasi dapat berperan untuk menyampaikan gagasan, ide, pendapat, proses kegiatan, hasil, dan kesimpulan. Kemampuan komunikasi penting dalam pembelajaran biologi agar peserta didik memiliki keterampilan untuk memberikan informasi yang padat, singkat, dan akurat. Keterampilan komunikasi peserta didik akan memberikan suasana yang mendukung pembelajaran aktif. Sesuai dengan pernyataan (Oktaviani dan Hidayat, 2013) bahwa keterampilan mengkomunikasikan apa yang ditemukan adalah salah satu keterampilan mendasar yang dituntut dalam melakukan proses sains, atas dasar itulah peserta didik perlu dilatih dalam keterampilan ini.

Berdasarkan latar belakang di atas, perlu diteliti apakah penerapan model *Problem Based Learning* untuk menumbuhkan keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik kelas XI IPA MA Al Asror materi sistem ekskresi.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Desain penelitian menggunakan *Pre-Experimental Designs* dengan rancangan *One-Shot Case Study*. Gambar desain penelitian disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Desain Penelitian**

Keterangan :

X = perlakuan yang diberikan (penerapan model *Problem Based Learning*)

Y1 = keterampilan pemecahan masalah peserta didik

Y2 = keterampilan komunikasi peserta didik

Y3 = kemampuan kognitif peserta didik

Model pembelajaran yang diterapkan adalah *Problem Based Learning* pada materi sistem ekskresi. Populasi meliputi seluruh peserta didik kelas XI IPA semester genap 2020/2021. Sampel ditentukan secara *sampling purposive*. Sampel merupakan peserta didik yang tinggal di pesantren sejumlah 37 orang. Jenis data, metode, dan instrumen penelitian disajikan pada pada Tabel 1.

**Tabel 1. Jenis data, metode, dan instrumen penelitian**

Jenis	Metode	Instrumen	Subyek	Waktu
Keterampilan pemecahan masalah	Non Tes	Lembar Kerja Peserta Didik	Peserta didik	Saat proses pembelajaran
Keterampilan komunikasi	Non Tes	Lembar Pengamatan Presentasi	Peserta didik	Setelah pembelajaran
Kemampuan kognitif	Tes	Soal Pilihan Ganda 5 options	Peserta didik	Setelah proses pembelajaran

Data keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor yang didapatkan}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Selanjutnya data keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif dianalisis dengan uji t satu sampel. Sebelum analisis uji t, diperlukan distribusi data yang normal. Normalitas data dianalisis dengan uji normalitas Chi Kuadrat berbantuan *Microsoft Excel*. Pada taraf signifikansi  $\alpha=5\%$  dengan  $dk=k-1$ . Jika  $\chi^2$  hitung  $< \chi^2$  tabel maka data berdistribusi normal dan sebaliknya jika  $\chi^2$  hitung  $\geq \chi^2$  tabel maka data tidak berdistribusi normal. Uji t menggunakan uji hipotesis pihak kiri dengan nilai yang dihipotesiskan yaitu 70 (KKM). Uji t menggunakan rumus berikut :

Kriteria pengujian hipotesis:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$\geq 70$  (*Problem Based Learning* berpengaruh positif terhadap keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik)

$< 70$  (*Problem Based Learning* tidak berpengaruh positif terhadap keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik diketahui bahwa 90% peserta didik sudah tuntas. Seperti disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Nilai keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif**

Komponen	Keterampilan Pemecahan Masalah	Keterampilan Komunikasi	Kemampuan Kognitif
Nilai Tertinggi	96	92	96
Nilai Terendah	68	72	68
Rata-Rata	82,54	81,41	82,81
Tuntas (%)	97,29	100	97,29
Belum Tuntas (%)	2,71	0	2,71

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa pada keterampilan pemecahan masalah, 97,29% peserta didik tuntas. Hal ini terjadi karena dalam penelitian ini menerapkan model *Problem Based Learning* dengan menggunakan lembar kerja peserta didik (LKPD). LKPD ini berisi beberapa permasalahan mengenai pola hidup dan upaya pencegahan penyakit pada organ sistem ekskresi. Peserta didik mengerjakan LKPD secara individu, sehingga peserta didik lebih memahami permasalahan dan mencari solusi pemecahan masalah yang disediakan. Hal ini sesuai dengan penelitian Supiandi dan Julung (2016) bahwa model *Problem Based Learning* secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kemampuan kognitif peserta didik; Jayadiningrat (2018) menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik; Rahmadani (2019) menyatakan bahwa penggunaan model *Problem Based Learning* meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik pada setiap siklus. Pada keterampilan komunikasi, 100% peserta didik tuntas. Hal ini terjadi karena dalam penelitian ini, keterampilan komunikasi peserta didik dinilai secara individu. Keterampilan komunikasi yang dinilai adalah presentasi peserta didik tentang hasil jawaban LKPD. Peserta didik mampu mengkomunikasikan hasil analisis pengaruh pola hidup terhadap kelainan pada struktur dan fungsi organ yang

meyebabkan gangguan pada sistem ekskresi. Hal ini sesuai dengan penelitian Nurmala dan Priantari (2017) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan komunikasi peserta didik dengan menggunakan pembelajaran *Problem Based Learning* dari pertemuan pertama ke pertemuan kedua; Jaya dkk., (2019) menyatakan bahwa pembelajaran *Problem Based Learning* dapat meningkatkan keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik; Wati dkk., (2019) menyatakan bahwa keterampilan komunikasi peserta didik yang menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* menunjukkan peningkatan dari pertemuan pertama ke pertemuan kedua. Pada kemampuan kognitif, 97,29% peserta didik tuntas. Hal ini terjadi karena dalam penelitian ini, peserta didik mengerjakan soal tes kognitif secara individu. Soal tes dibuat dengan mengacu pada indikator kompetensi dasar yaitu peserta didik mampu membedakan pengertian ekskresi, sekresi, dan defekasi; mengidentifikasi nama organ yang menyusun sistem ekskresi; menganalisis hubungan struktur jaringan penyusun ginjal, kulit, paru-paru dan hati pada sistem ekskresi dengan bioproses; mendeskripsikan gangguan fungsi pada ginjal, kulit, paru-paru dan hati sebagai alat ekskresi manusia. Hal ini sesuai dengan penelitian Supiandi dan Julung (2016) bahwa model *Problem Based Learning* secara signifikan meningkatkan kemampuan kognitif dan keterampilan pemecahan masalah peserta didik; Rahmad dkk., (2016) menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berpengaruh positif terhadap kemampuan kognitif; Jaya dkk., (2019) menyatakan bahwa pembelajaran *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan keterampilan komunikasi peserta didik. Berdasarkan hasil analisis keterampilan pemecahan masalah pada setiap aspek diketahui bahwa >83% peserta didik terampil memecahkan masalah. Tingginya presentase keterampilan pemecahan masalah diakibatkan oleh tingginya presentase peserta didik yang mampu mempertimbangkan upaya pencegahan penyakit, pola hidup, dan solusi untuk gangguan penyakit sistem ekskresi (Tabel 3).

**Tabel 3. Presentase keterampilan pemecahan masalah setiap aspek**

No	Aspek keterampilan pemecahan masalah	Presentase (%)
1	Peserta didik mampu memutuskan pola hidup tidak sehat yang dapat menyebabkan terjadinya gagal ginjal	91,89
2	Peserta didik mampu mempertimbangkan pola hidup tidak sehat sehingga menyebabkan munculnya jerawat	94,59
3	Peserta didik mampu menemukan solusi yang dapat dilakukan pada gangguan kulit	94,60
4	Peserta didik mampu merencanakan upaya pencegahan yang dapat dilakukan agar terhindar dari penyakit pada hati	86,48
5	Peserta didik mampu mempertimbangkan upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah batu ginjal	83,78

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa 91,89% peserta didik mampu memutuskan pola hidup tidak sehat yang dapat menyebabkan terjadinya gagal ginjal; 94,60% peserta didik mampu menemukan solusi yang dapat dilakukan pada gangguan kulit; dan 86,48% peserta didik mampu merencanakan upaya pencegahan yang dapat dilakukan agar terhindar dari penyakit pada hati.

Berdasarkan hasil analisis keterampilan komunikasi pada setiap aspek diketahui bahwa >89% peserta didik terampil berkomunikasi. Tingginya presentase keterampilan komunikasi diakibatkan oleh tingginya presentase peserta didik yang mampu memaparkan dan berpendapat tentang gangguan sistem ekskresi dalam waktu yang disediakan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Presentase keterampilan komunikasi setiap aspek**

No	Aspek keterampilan komunikasi	Presentase (%)
1	Ketepatan waktu (kurang lebih 5 menit)	94,60
2	Keterampilan memaparkan materi	97,30
3	Keterampilan berpendapat	91,89
4	Keterampilan dalam menyelesaikan permasalahan	91,89
5	Kelengkapan materi yang disampaikan	89,19

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa 94,60% peserta didik mampu mengkomunikasikan upaya pencegahan penyakit, pola hidup, dan solusi untuk gangguan penyakit sistem ekskresi selama kurang lebih 5 menit; 91,89% peserta didik terampil berpendapat; dan 89,19% peserta didik mampu menyampaikan upaya pencegahan penyakit, pola hidup, dan solusi untuk gangguan penyakit sistem ekskresi dengan lengkap.

Berdasarkan hasil analisis kemampuan kognitif pada setiap indikator diketahui bahwa >78% peserta didik mampu memahami materi sistem ekskresi. Tingginya presentase kemampuan kognitif diakibatkan oleh tingginya presentase peserta didik yang mampu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ sistem ekskresi dengan bioproses dan gangguan penyakit sistem ekskresi (Tabel 5).

**Tabel 5. Presentase kemampuan kognitif setiap indikator**

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Presentase (%)
1	Peserta didik mampu mengidentifikasi pengertian ekskresi	89,19
2	Peserta didik mampu memutuskan nama organ yang menyusun sistem ekskresi	86,49
3	Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun ginjal pada sistem ekskresi dengan bioproses	81,57
4	Peserta didik mampu mendeskripsikan gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada ginjal sebagai alat ekskresi manusia	78,92
5	Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun paru-paru pada sistem ekskresi dengan bioproses	84,68
6	Peserta didik mampu mendeskripsikan gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada paru-paru sebagai alat ekskresi manusia	86,49
7	Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun kulit pada sistem ekskresi dengan bioproses	85,14
8	Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun hati pada sistem ekskresi dengan bioproses	89,19

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* dapat menumbuhkan keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi dan kemampuan kognitif peserta didik materi sistem ekskresi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hamdayama, J., (2014), *Model dan Metode Pembelajaran Kreatif dan Berkarakter*, Bogor: Ghalia Indonesia.
- Indahsari, I. N., Situmorang, J. C., dan Amelia, R., (2019), Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan *Self Efficacy* Peserta didik MAN, *Journal on Education*, vol. 2, no. 1, hh. 256-264.
- Jaya, A., Waluyo, S.B., dan Pesento, B., (2019), Implementasi Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Percaya Diri Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 4 Semarang, *Seminar Nasional Matematika*, vol. 2, no. 1, hh. 410-415.
- Jayadiningrat, M. G., (2018), Peningkatan Keterampilan Memecahkan Masalah Melalui Model Pembelajaran *Problem Based Learning* pada Mata Pelajaran Kimia, *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 2(1), 1-10.
- Nurmala, R.S., dan Priantari, I., (2017), Meningkatkan Keterampilan Komunikasi dan Hasil Belajar Kognitif Melalui Penerapan Model *Problem Based Learning*, *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 2(1) 1-10.
- Oktaviani, F., dan Hidayat, T., (2013), Profil Keterampilan Berkomunikasi Peserta didik SMA Menggunakan Metode Fenetik Dalam Pembelajaran Klasifikasi Arthropoda, *Jurnal Pengajaran IPA*, 15(1), 13-24.
- Rahmadani, (2019), Metode Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning*, *Lantanida Journal*, 7(1)1-10.
- Saputri, D.P., dan Febriani, S., (2017), Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta didik Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Pencemaran Lingkungan Kelas X MIA 1 SMA N 6 Bandar Lampung, *Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, 8(1), 40-52.
- Sariadi, N. K., Ketut, P., dan Syahrudin, (2014). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA kelas V SD, *Jurnal: PGSD Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja*, 2(1), 1,1-12.
- Supiandi, M.I. dan Julung, H., (2016), Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah dan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Biologi SMA, *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(2), 60-64.
- Wati, N.I., Sri, U., dan Fani, F., (2019), Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta didik di Kelas V SD Negeri Pasuruhan Pati, *Jurnal: PGSD-FKIP-Universitas Muria Kudus*, 1(1), 1-7.
- Wulandari, E., Setyo, B., dan Kartika, C. S., (2012), Penerapan Model *Problem Based Learning* pada Pembelajaran IPA Peserta didik Kelas V SD, *Jurnal: FKIP-Universitas Sebelas Maret*, vol. 1(1), 1-5.



# **MIKROBIOLOGI**

# TA CLONING UNTUK PERBANYAKAN PLASMID REKOMBINAN PENYANDI GEN SPIKE HEXAPRO FOLDON

DF Agustiyanti<sup>1\*</sup>, Hariyatun<sup>1</sup>, LA Syakuran<sup>2</sup>, A Yuniati<sup>2</sup>, W Kusharyoto<sup>1</sup>,  
A Wardiana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Riset Rekayasa Genetika, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Jl Raya Bogor km 46, Cibinong Science Center, Bogor 16911

<sup>2</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jendral Soedirman  
Jl. DR. Soeparno No.63, Purwokerto 53122

\*Email: dian023@brin.go.id /dian.fitria07@gmail.com

## ABSTRAK

Protein spike dari virus SARS-CoV merupakan kandidat antigen yang potensial sebagai vaksin, dimana pada protein ini terdapat receptor binding domain (RBD) yang dapat berikatan dengan reseptor ACE2 manusia. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa protein spike membentuk konformasi trimer ketika berikatan dengan reseptor ACE2. Untuk itu, beberapa penelitian memfokuskan untuk membuat struktur trimer dari protein spike (stabilisasi prefusi) sebagai desain vaksin berbasis protein rekombinan. Sebagai upaya mendukung ketersediaan vaksin nasional, dikembangkan produksi protein rekombinan Spike pada inang *Pichia pastoris*, yang memiliki kemampuan memproduksi protein yang tinggi, dan memiliki nilai ekonomis yang memadai. Penelitian ini merupakan langkah awal untuk mendapatkan protein rekombinan melalui fusi gen Hexapro dengan fragmen foldon. Dengan menggunakan metode TA kloning, gen HexaPro Foldon Spike SARS-CoV-2 disisipkan ke vektor kloning pGEM-T dan pTA2. Dari hasil penelitian didapatkan plasmid rekombinan berukuran 3729 bp, yang terkonfirmasi dengan analisa sequencing DNA.

**Kata kunci:** HexaPro, SARS-CoV-2, Spike, Subkloning, Vaksin

## PENDAHULUAN

Virus SARS CoV 2 diselubungi dengan glikoprotein spike (S) yang mengikat reseptor sel inang dan memediasi masuknya virus melalui fusi membrane keduanya (Li, 2016). Protein S merupakan protein fusi trimerik yang diekspresikan sebagai polipeptida tunggal yang kemudian dipecah menjadi subunit S1 dan S2 oleh protease seluler (Millet dan Whittaker, 2014). Subunit S1 berisi *receptor-binding domain* (RBD), yang mengenali reseptor *angiotensin-converting enzyme 2* (ACE2) pada permukaan sel inang. Sub unit 2 berfungsi sebagai fusi membran yang memiliki beberapa situs pemotongan protease. Pengikatan RBD terhadap reseptor ACE2 memicu terpisahnya protein S1, mendorong perubahan bentuk protein S2 dari bentuk prefusi menjadi bentuk postfusi yang sangat stabil. Pada proses inilah fusi protein dapat memasuki sel inang (Hoffman *et al.*, 2020). Dengan fungsi utama protein S yang sangat penting dalam penempelan dan sebagai jalan masuk untuk siklus hidupnya, membuat protein S menjadi target utama pembuatan antigen untuk vaksin terhadap virus SARS CoV 2.

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa protein spike membentuk konformasi trimer ketika berikatan dengan reseptor ACE2. Untuk itu, beberapa penelitian memfokuskan untuk membuat struktur trimer dari protein spike (stabilisasi prefusi) untuk dijadikan sebagai kandidat antigen yang akan memiliki efek lebih baik dibandingkan protein spike biasa. Salah satunya dengan fusi foldon ditambah dengan menggunakan mutein, atau mutasi beberapa posisi asam amino. Dalam hal ini, posisi beberapa asam amino pada subunit

Spike 2 diganti dengan asam amino prolin. Spike HexaPro Foldon merupakan desain protein S yang telah distabilisasi menggunakan enam substitusi prolin (F817P, A892P, A899P, A942P, K986P, V987P), mutasi *furin cleaving site* (682-GSAS-685), dan penambahan domain trimerisasi pada C-terminus sehingga memiliki konformasi trimer *prefusion* dengan kestabilan dan tingkat ekspresi rekombinan yang lebih baik dibandingkan protein S asli (Hsieh *et al.*, 2020; Seephetdee *et al.*, 2021) "ISSN": "2076393X", "abstract": "Updated and revised versions of COVID-19 vaccines are vital due to genetic variations of the SARS-CoV-2 spike antigen. Furthermore, vaccines that are safe, cost-effective, and logistic-friendly are critically needed for global equity, especially for middle-to low-income countries. Recombinant protein-based subunit vaccines against SARS-CoV-2 have been reported using the receptor-binding domain (RBD).

Penggunaan sistem ekspresi *Pichia pastoris* diharapkan mampu membantu pemenuhan kebutuhan vaksin, dikarenakan proses produksi yang cepat, relatif sederhana, dan ekonomis sehingga sangat memungkinkan untuk dikembangkan di Indonesia

## METODE

### Isolasi Gen Spike HexaPro Foldon Spike dengan Teknik PCR

Isolasi gen dilakukan dengan mengamplifikasi Plasmid rekombinan pαH-SARS-CoV-2 S HexaPro yang membawa gen target Spike HexaPro Foldon (HPF) berukuran 3624 bp diperoleh dari Addgene (Plasmid #154754). Amplifikasi dilakukan dengan PCR menggunakan primer HPF-forward dan primer HPF-reverse. Tahapan reaksi PCR terdiri atas predenaturasi pada suhu 95°C selama 15 menit, diikuti dengan 35 siklus yang terdiri dari denaturasi pada suhu 94°C selama 30 detik, annealing selama 30 detik dengan gradient suhu 55°C, 57,5°C, 59,9°C, 62,9°C, 65,4°C dan 67°C, lalu ekstensi pada suhu 72°C selama 4 menit. PCR diakhiri dengan tahapan ekstensi akhir pada suhu 72°C selama 10 menit. Hasil PCR kemudian divisualisasi menggunakan teknik elektroforesis gel agarosa dan hasil PCR terbaik digunakan untuk menentukan temperatur annealing optimum. Elektroforesis dilakukan menggunakan gel agarosa 1% selama 45 menit pada voltase 80 V. Analisis hasil elektroforesis dilakukan menggunakan ImageJ Software. Gen HPF Foldon target kemudian diamplifikasi kembali pada temperatur annealing optimum. Hasil amplifikasi gen HPF dipurifikasi menggunakan MinElute PCR, dan diujikan kuantitas dan kualitas nya menggunakan nanophotometer pada panjang gelombang A260 dan A280.

### TA-cloning Gen HPF ke Vektor Kloning pGEM-T Easy dan pTA2

Reaksi ligasi antara vektor pGEM-T Easy atau pTA2 dan *insert* Spike HPF dibuat dalam volume total sebanyak 20 µl yang terdiri atas 2 µl *nuclease-free water*, 5 µl 2x rapid ligation buffer, 1 µl vektor pGEM-T Easy (50 ng/ µl) atau 1 µl vektor pTA2 (50ng/ µl), 1 µl produk PCR Spike HPF (669,2 ng/ µl), dan 1 µl T4 DNA ligase (3 Weiss U/ µl). Campuran reaksi diinkubasi pada suhu 4°C selama *overnight*. Plasmid rekombinan hasil ligasi kemudian dinamakan pGEM-T Easy-HPF dan pTA2-HPF.

Hasil ligasi kemudian digunakan untuk transformasi sel kompeten CaCl<sub>2</sub> *E. coli* Top10F' menggunakan teknik *heat shock*. Sel *E. coli* Top10F' hasil transformasi kemudian

ditumbuhkan pada media seleksi LB agar yang mengandung 100 µg/mL ampicillin, 20 µl 100 mM IPTG, dan 20 µl 4% X-Gal. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama *overnight*. Koloni yang tumbuh kemudian ditumbuhkan kembali sebagai *master plate* pada media seleksi LB agar yang mengandung 100 µg/mL ampicillin selama *overnight* pada suhu 37°C. Verifikasi terhadap koloni yang tumbuh kemudian dilakukan menggunakan teknik PCR koloni menggunakan primer spesifik HPF-*forward* dan primer HPF-*reverse*. Hasil PCR koloni kemudian divisualisasikan menggunakan teknik elektroforesis gel agarosa menggunakan gel agarosa 1% selama 45 menit pada voltase 80 V.

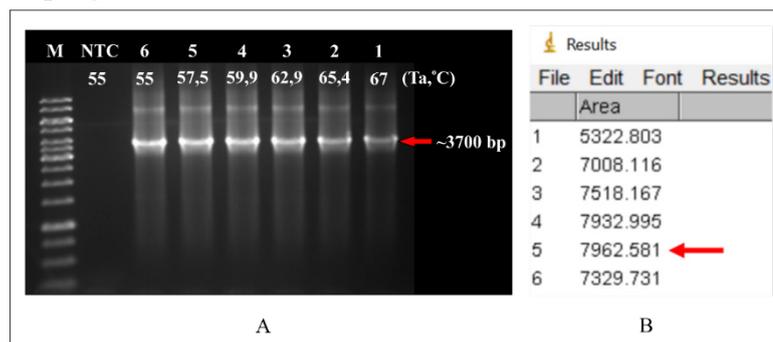
### Perbanyak *Insert Gen HPF*

Perbanyak *insert* dilakukan dengan membuat kultur *E. coli* Top10F' pembawa plasmid rekombinan pTA2-HPF atau pGEM-T Easy-HPF. Sejumlah koloni *E. coli* Top10F' pembawa plasmid rekombinan pGEM-T Easy-HPF atau pTA2-HPF disubkultur dari *master plate* ke media LB cair yang mengandung ampicillin dengan konsentrasi akhir 100 µg/ml lalu diinkubasi *overnight* pada suhu 37°C dengan kecepatan 200 rpm. Isolasi plasmid rekombinan pGEM-T Easy-HPF dan pTA2-HPF kemudian dilakukan menggunakan QIAprep Spin Miniprep Kit (Qiagen). Plasmid yang sudah diisolasi kemudian didigesti menggunakan enzim restriksi untuk menentukan plasmid terbaik untuk digunakan lebih lanjut. Digesti dilakukan menggunakan enzim restriksi XhoI (NEB) dan NotI (NEB) dengan volume reaksi total 50 µl yang terdiri dari 5 µl 10X NEBuffer r3.1, 1 µl XhoI (20 U/ µl), 1 µl NotI (10 U/ µl), 1 µg DNA plasmid, dan *nuclease-free water* hingga 50 µl.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Amplifikasi Gen HPF

Hasil optimasi reaksi PCR untuk amplifikasi gen HPF menunjukkan temperature *annealing* optimum pada suhu 57,5°C (Gambar 1.). Hasil ini ditunjukkan oleh analisis intensitas pita DNA yang menggunakan software ImageJ. Pewarnaan DNA oleh Ethidium Bromide (EtBr) dipengaruhi oleh konsentrasi DNA.



**Gambar 1. Hasil optimasi temperatur *annealing* pada reaksi PCR gen HPF (M) marker 1 kb, (NTC), nontemplate control (Ta), *annealing temperature***

Keberhasilan amplifikasi sekuens DNA target sangat dipengaruhi oleh pemilihan primer dan temperatur *annealing* yang digunakan. Temperatur *annealing* umumnya 5°C dibawah temperatur *melting* dari primer dan dapat dipengaruhi oleh

kandungan basa guanisin dan sitosin (*GC-content*) dari template yang digunakan. Template dengan kandungan basa GC yang tinggi memerlukan temperatur *annealing* yang lebih tinggi (Obradovic *et al.*, 2013) especially when difficult templates need to be amplified. The aim of the present study was to optimize the PCR conditions for amplification of the epidermal growth factor receptor (EGFR).

Amplifikasi gen target kemudian kembali dilakukan pada temperatur *annealing* optimum. Visualisasi dengan teknik elektroforesis gel agarosa menunjukkan adanya ukuran pita DNA dengan ukuran sekitar 3700 bp (Gambar 1). Pita DNA tersebut merupakan fragmen DNA gen HPF yang berukuran 3624 bp dan terdapat penambahan *flanking sequence* yang memiliki situs pemotongan enzim restriksi NotI dan XhoI yang diintroduksi melalui primer HPF-reverse dan HPF-forward yang digunakan untuk amplifikasi gen.

Hasil uji kuantitas dan kualitas produk PCR gen HPF yang sudah dipurifikasi ditunjukkan pada Tabel 4.1. Rasio absorbansi  $A_{260}/A_{280}$  sampel 1 diukur sebesar 1,860 dan untuk sampel 2 sebesar 1,850. Kemurnian sampel DNA dengan rasio absorbansi  $A_{260}/A_{280}$  sebesar 1,8-2,0 dianggap cukup baik (Murtiyaningsih, 2017). Sumber lain menyatakan rasio absorbansi  $A_{260}/A_{280}$  sebesar 1,7-2,0 dianggap masih cukup baik. Rasio absorbansi dibawah 1,7 menunjukkan adanya kontaminasi oleh protein (Piskata *et al.*, 2019; Lucena-Aguilar *et al.*, 2016) eight DNA extraction procedures were compared—DNeasy Blood and Tissue Kit, DNeasy mericon Food Kit, chemagic DNA Tissue 10 Kit, Food DNA Isolation Kit, UltraPrep Genomic DNA Food Mini Prep Kit, High Pure PCR Template Preparation Kit, phenol—chloroform extraction, and NucleoSpin Food—Using self-prepared samples from both raw and heat-processed and/or mechanically treated muscles and different types of meat products and pet food (pork, beef, and chicken).

**Tabel 1. Hasil uji kuantitas dan kualitas produk PCR gen HPF.**

Sampel	Konsentrasi (ng/ $\mu$ L)	Kemurnian ( $A_{260}/A_{280}$ )
1	669,2	1,860
2	706,3	1,850

### Sub Kloning Gen HPF

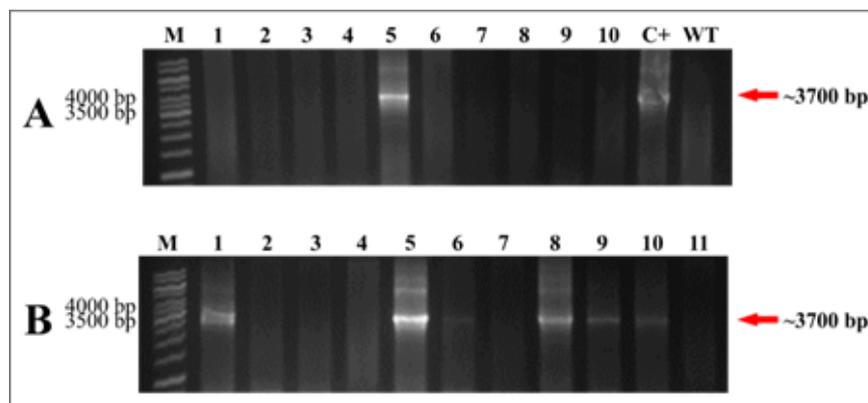
Kloning gen HPF kedalam plasmid pGEM-T easy dan pTA2 menggunakan metode TA-kloning. Sebanyak 21 koloni *E. coli* yang terdiri dari 10 klon *E. coli* Top10F' pGEM-T Easy-HPF dan 11 klon *E. coli* Top10F' pTA2-HPF berhasil diperoleh dari hasil seleksi transforman (Tabel 2.). Dengan menggunakan teknologi TA cloning, proses ligasi menjadi sangat sederhana, cukup dari produk PCR, tidak memerlukan penambahan enzim restriksi. TA cloning menggunakan basa komplementer adenin (A) dan timin (T) pada ujung fragmen DNA yang berbeda untuk berhibridisasi bersama. Produk PCR diamplifikasi menggunakan Taq DNA polymerase, yang akan menambahkan satu deoxyadenosin ke ujung 3' dari produk PCR. Sedangkan vektor linier yang disediakan dalam kit TA kloning memiliki residu 3 deoxythymidine (T) yang memungkinkan sisipan untuk mengikat ke dalam vektor secara efisien.

**Tabel 2. Hasil transformasi *E. coli* Top10F' dengan plasmid pTA2-HPF dan pGEM-T Easy-HPF.**

Transformasi	Jumlah Transforman	Transforman Positif Membawa <i>Insert</i>	Persentase
<i>E. coli</i> Top10F' pGEM-T HPF	11	1	10,00%
<i>E. coli</i> Top10F' pTA2-HPF	12	5	45,45%

Efisiensi transformasi tergolong sedikit rendah, antara lain disebabkan ukuran gen hexapro spike foldon yang cukup besar. Ukuran DNA insert yang cukup besar seringkali menjadi tantangan dalam tahapan ligase, DNA sulit melakukan *circulization* dan memerlukan lebih banyak enzim ligase. Peningkatan efisiensi transformasi dapat dilakukan dengan melakukan elektroporasi saat transformasi, karena elektroforasi jauh lebih efektif dibandingkan dengan transformasi dengan menggunakan metoda heat shock.

Verifikasi terhadap koloni transforman dilakukan menggunakan teknik PCR koloni. PCR koloni merupakan teknik PCR yang mengamplifikasi sekuens target tanpa melalui isolasi DNA terlebih dahulu karena sel yang membawa DNA target mengalami lisis akibat temperatur tinggi pada tahap denaturasi PCR (Azevedo *et al.*, 2017). Hasil PCR koloni dengan primer spesifik HPF-*reverse* dan HPF-*forward* menunjukkan terdapat 6 koloni *E. coli* Top10F' yang membawa *insert* HPF. Koloni tersebut antara lain yaitu ECTOP10F' pGEM-T Easy-HPF 5, ECTOP10F' pTA2-HPF 1, ECTOP10F' pTA2-HPF 5, ECTOP10F' pTA2-HPF 8, ECTOP10F' pTA2-HPF 9, dan ECTOP10F' pTA2-HPF 10 (Gambar 2)

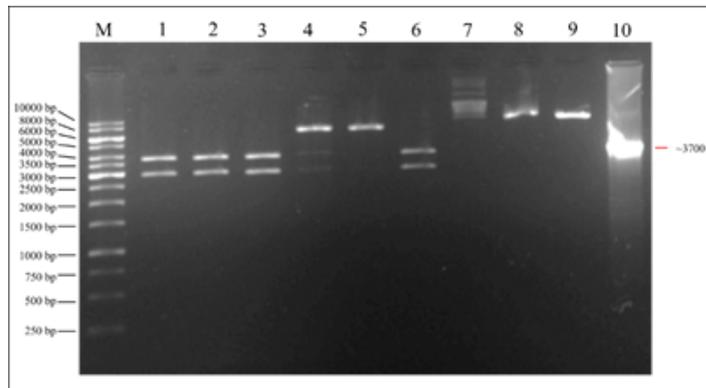


**Gambar 2. Hasil purifikasi produk PCR gen HPF dari pGEM-T Easy-HPF (A) dan pTA2-HPF (B). (M) marker 1 kb, (C+) kontrol positif, (WT) Wild type untransforman**

#### Analisa Orientasi Arah Penempelan Insert

Sebanyak 6 koloni *E. coli* Top10F' terdiri dari koloni ECTOP10F' pGEM-T-HPF5, ECTOP10F' pTA2-HPF 1, ECTOP10F' pTA2-HPF 5, ECTOP10F' pTA2-HPF 8, ECTOP10F' pTA2-HPF 9, ECTOP10F' pTA2-HPF 10 ditumbuhkan dalam media LB cair yang mengandung ampisillin 100 µg/ml selama 16 jam pada suhu 37°C.

Sebanyak tiga koloni berhasil tumbuh yaitu koloni ECTOP10F' pTA2-HPF 5, ECTOP10F' pTA2-HPF 8, dan ECTOP10F' pTA2-HPF 9. Plasmid rekombinan dari ketiga kultur kemudian diisolasi dan didigesti menggunakan enzim restriksi NotI dan XhoI. Digesti menggunakan salah satu enzim XhoI atau NotI saja digunakan sebagai kontrol. Hasil digesti enzim restriksi kemudian dianalisis menggunakan elektroforesis gel agarosa.



**Gambar 3. Visualisasi elektroforesis gel agarosa hasil digesti enzim restriksi**  
 (M)Marker 1 kb, (1) pTA2-HPF 5 NotI, (2) pTA2-HPF 5 XhoI, (3) pTA2-HPF 5 NotI +XhoI, (4) pTA2-HPF 8 NotI, (5) pTA2-HPF 8 XhoI, (6) pTA2-HPF 8 NotI+XhoI, (7) pTA2-HPF 9 NotI, (8) pTA2-HPF 9 XhoI, (9) pTA2-HPF 9 NotI+XhoI, (10) kontrol positif HPF

Dari Gambar 3 terlihat pada lajur 1 dan 2 (koloni pTA-HPF 5) yang merupakan digesti tunggal, didapatkan 2 pita DNA, secara teori seharusnya hanya menghasilkan 1 pita tunggal. Hal ini menunjukkan adanya kesalahan pada situs restriksi yang diakibatkan karena orientasi gen menempel dengan terbalik. Hal lain yang terjadi pada lajur 9 (koloni pTA-HPF 9) yang merupakan digesti ganda dengan enzim NotI dan XhoI, seharusnya terdapat 2 pita DNA, tetapi hanya dihasilkan 1 pita DNA saja, sehingga diperkirakan ada kesalahan pada situs restriksi pada plasmid rekombinan tersebut. Analisa Digesti yang benar didapatkan pada lajur 4, 5, dan 6 (koloni pTA-HPF 8), hasil digesti tunggal menghasilkan 1 pita DNA dan hasil digesti ganda menghasilkan 2 pita DNA. Oleh karena itu koloni pTA-HPF 8 dilakukan Analisa lanjutan sengan sequencing DNA, untuk konformasi untaian DNA yang seharusnya.

Hasil sekuensing DNA menunjukkan fragmen pTA2-HPF 8 memiliki ukuran 3729 bp. Hasil analisis BLAST sekuens fragmen DNA pTA2-HPF 8 juga menunjukkan kemiripan dengan sekuens vaksin mRNA-1273 (Gambar 4). Vaksin mRNA-1273 merupakan vaksin COVID-19 berbasis mRNA yang dikembangkan oleh Moderna. Vaksin ini menyandikan antigen S-2P yang terdiri dari protein Spike SARS-CoV-2 dengan modifikasi berupa substitusi prolin pada posisi asam amino 986 dan 987 (Jackson *et al.*, 2020). Hasil analisis *multiple-sequence alignment* menunjukkan adanya kemiripan antara sekuens fragmen pTA2-HPF 8 dan sekuens SARS-CoV-2 S HexaPro (Addgene 154754). Adanya kemiripan ini menunjukkan fragmen pTA2-HPF 8 merupakan fragmen yang menyandikan gen HexaPro Foldon Spike yang juga berbasis protein Spike SARS-CoV-2 sehingga dipilih untuk digunakan lebih lanjut.

Query ID	lcl Query_13283	Percent Identity		E value		Query Coverage	
Description	None	to	to	to	to	to	to
Molecule type	dna						
Query Length	3729						
Other reports	<a href="#">Distance tree of results</a> <a href="#">MSA viewer</a>					<a href="#">Filter</a>	<a href="#">Reset</a>

<b>Descriptions</b>	Graphic Summary	Alignments	Taxonomy
---------------------	-----------------	------------	----------

Sequences producing significant alignments		Download	Select columns	Show	100			
<input checked="" type="checkbox"/> select all	34 sequences selected	GenBank	Graphics	Distance tree of results	MSA Viewer			
Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per Ident	Acc. Len	Accession
<input checked="" type="checkbox"/> Synthetic construct HCoV1146 Moderna (mRNA-1273) SARS-CoV-2 vaccine sequence	synthetic_construct	3849	3849	96%	0.0	86.04%	3828	OK120841.1
<input checked="" type="checkbox"/> Mutant Measles morbillivirus strain MeVvac-2 SARS2-S(H) complete genome	Measles morbilli...	3718	3718	96%	0.0	85.36%	19600	MW090971.1
<input checked="" type="checkbox"/> Synthetic construct SARS_CoV_2_ectocSPPP gene complete cds	synthetic_construct	3668	3668	96%	0.0	85.16%	3771	MT380725.1
<input checked="" type="checkbox"/> Synthetic construct clone rCoV2-S surface glycoprotein gene complete cds	synthetic_construct	3642	3642	96%	0.0	84.99%	3759	MZ771336.1
<input checked="" type="checkbox"/> Synthetic construct clone E484K_Spike_del21aa spike gene complete cds	synthetic_construct	3637	3637	96%	0.0	84.97%	3759	MW816500.1
<input checked="" type="checkbox"/> Synthetic construct chimeric spike vaccine construct sequence	synthetic_construct	3443	3443	96%	0.0	84.08%	4257	MZ393689.1
<input checked="" type="checkbox"/> Synthetic construct chimeric spike vaccine construct sequence	synthetic_construct	3421	3421	96%	0.0	83.98%	4257	MZ393689.1
<input checked="" type="checkbox"/> Recombinant vector AACOV19-1 complete sequence	Recombinant ve...	3288	3288	96%	0.0	83.26%	7488	MW408785.1
<input checked="" type="checkbox"/> Cloning vector pCDNA3.1.2S complete sequence	Cloning vector p...	3284	3284	96%	0.0	83.19%	9209	MT613044.1

Gambar 4. Hasil analisis BLAST fragmen DNA pTA2-HPF 8.

## KESIMPULAN

Penelitian sub cloning gen penyandi Hexapro Foldon Spike dengan metoda TA cloning, sudah berhasil mendapatkan plasmid rekombinan pTA-HPF 8. Dari Analisa sequencing DNA didapatkan fragmen DNA dengan ukuran sebesar 3729 bp yang dengan Analisa *BLAST* terkonfirmasi sebagai surface protein dari virus SARS CoV 2.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azevedo, F., Pereira, H., Johansson, B., (2017), Colony PCR. *Methods Mol Biol.*, 1620:129-139.
- Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., Schroeder, S., Krüger, N., Herrler, T., Erichsen, S., S., (2020), SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *cell*, 181(2), 271-280.
- Hsieh, C. L., Goldsmith, J. A., Schaub, J. M., DiVenere, A. M., Kuo, H. C., Javanmardi, K., Le, K. C., Wrapp, D., Lee, A. G., Liu, Y., Chou, C. W., Byrne, P. O., Hjorth, C. K., Johnson, N. V., Ludes-Meyers, J., Nguyen, A. W., Park, J., Wang, N., Amengor, D., Lavinder, J. J., ... McLellan, J. S., (2020), Structure-based design of prefusion-stabilized SARS-CoV-2 spikes. *Science (New York, N.Y.)*, 369(6510), 1501–1505.
- Jackson, L. A., Anderson, E. J., Roupheal, N. G., Roberts, P. C., Makhene, M., Coler, R. N., McCullough, M. P., Chappell, J. D., Denison, M. R., Stevens, L. J., Pruijssers, A. J., McDermott, A., Flach, B., Doria-Rose, N. A., Corbett, K. S., Morabito, K. M., O'Dell, S., Schmidt, S. D., Swanson, P. A., 2nd, Padilla, M., ... mRNA-1273 Study Group, (2020), An mRNA Vaccine against SARS-CoV-2 - Preliminary Report. *The New England journal of medicine*, 383(20), 1920–1931.
- Li, F. (2016). Structure, function, and evolution of coronavirus spike proteins. *Annual review of virology*, 3(1), 237.
- Lucena-Aguilar, G., Sánchez-López, A. M., Barberán-Aceituno, C., Carrillo-Ávila, J. A., López-Guerrero, J. A., & Aguilar-Quesada, R., (2016), DNA Source Selection for Downstream Applications Based on DNA Quality Indicators Analysis. *Biopreservation and biobanking*, 14(4), 264–270. <https://doi.org/10.1089/bio.2015.0064>
- Millet, J. K., & Whittaker, G. R., (2014), Host cell entry of Middle East respiratory syndrome coronavirus after two-step, furin-mediated activation of the spike protein. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(42), 15214–15219.
- Murtiyaningsih, H., (2017), Isolasi DNA genom dan identifikasi kekerabatan genetik nanas menggunakan RAPD (Random Amplified Polimorphic DNA). *Agritrop*, 15(1), pp. 84–93.

- Obradovic, J., Jurisic, V., Tomic, N., Mrdjanovic, J., Perin, B., Pavlovic, S., & Djordjevic, N., (2013), Optimization of PCR conditions for amplification of GC-Rich EGFR promoter sequence. *Journal of clinical laboratory analysis*, 27(6), 487–493.
- Piskata, Z., Servusova, E., Babak, V., Nesvadbova, M., & Borilova, G., (2019), The Quality of DNA Isolated from Processed Food and Feed via Different Extraction Procedures. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 24(6), 1188.
- Seephetdee, C., Buasri, N., Bhukhai, K., Srisanga, K., Manopwisedjaroen, S., Lertjintanakit, S., Phueakphud, N., Pakiranay, C., Kangwanrangsang, N., Srichatrapimuk, S., Kirdlarp, S., Sungkanuparph, S., Chutipongtanate, S., Thitithanyanont, A., Hongeng, S., & Wongtrakoongate, P. (2021). Mice Immunized with the Vaccine Candidate HexaPro Spike Produce Neutralizing Antibodies against SARS-CoV-2. *Vaccines*, 9(5), 498. <https://doi.org/10.3390/vaccines9050498>

# RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL KACANG TANAH VARIETAS BONCI KAO TERHADAP APLIKASI MIKORIZA DAN ZPT GIBERELIN

KB Habeahan<sup>1</sup>, H Cahyaningrum<sup>2</sup>, E Uge<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>BPTP Maluku Utara, Komplek Pertanian Kusu No 1, Oba Utara, Kota Tidore Kepulauan, Maluku Utara 97827

<sup>2</sup>Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan, Cibinong Science Center Botanical Garden, Jl.Raya Jakarta-Bogor No. KM.46,Cibinong, Bogor Regency,16911

<sup>3</sup>Pusat Riset Tanaman Pangan, Cibinong Science Center-Botanical Garden Jl.Raya Jakarta-Bogor No. KM.46,Cibinong, Bogor Regency,16911

\*Email:uge.rensi23@gmail.com

## ABSTRAK

Kacang tanah merupakan salah satu komoditas pangan penting dan merupakan komoditas pangan kelompok aneka kacang terpenting kedua setelah kedelai. Usaha peningkatan produksi kacang tanah dilakukan dengan berbagai cara baik dengan perakitan varietas unggul baru dan teknologi budidaya yang mendukung produksi tanaman. Bonci Kao merupakan salah satu varietas lokal Kabupaten Halmahera Utara Propinsi Maluku Utara, yang telah dilepas oleh Kementerian Pertanian. Dukungan peningkatan produksi kacang tanah varietas Bonci Kao di habitat aslinya dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan aplikasi zat pengatur tumbuh dan mikroba bermanfaat. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok 2 faktor yakni budidaya kacang tanah varietas Bonci Kao yang diberikan perlakuan empat dosis mikoriza (0 g/petak (kontrol), 10 g/petak, 15 g/petak dan 20 g/petak) dan empat dosis ZPT giberelin (0 ml/L/petak, 10 ml/L/petak, 15 ml/L/petak, 20 ml/L/petak), dan diulang 5 kali. Penelitian dilaksanakan di lahan BPTP Maluku Utara pada bulan Juli sampai dengan oktober 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza dan giberelin menghasilkan interaksi positif terhadap jumlah cabang dan tinggi tanaman 20 hst, sedangkan pada parameter komponen hasil menunjukkan interaksi negatif. Dari data penelitian ini juga terlihat bahwa kombinasi perlakuan mikoriza 20 g/petak dan giberelin 20 ml/L/petak memberikan hasil jumlah polong isi dan berat 100 biji tertinggi yakni 25,83 polong dan 42 g dibandingkan dengan perlakuan kontrol yakni 17,67 polong dan 35 g.

**Kata Kunci: Bonci Kao, Giberelin, Mikoriza**

## PENDAHULUAN

Kacang tanah merupakan komoditas pangan kelompok aneka kacang terpenting kedua setelah kedelai. Kacang tanah memiliki banyak manfaat terlebih kandungan protein dan lemak tinggi. Varietas Bonci Kao merupakan salah satu varietas kacang tanah yang telah dilepas oleh Kementerian Pertanian tahun 2017. Bonci kao merupakan varietas lokal Halmahera Utara Maluku Utara dengan kadar lemak 48%, kadar protein 1,37%, dan kadar air 7,35% (PPVTPP, 2017). Bonci Kao merupakan varietas dengan tipe lingkungan tumbuh di lahan kering dataran rendah. Wilayah Halmahera Utara merupakan tipe lahan kering iklim basah (Sub Humid). Hidayat dan Suwitono (2018), menyatakan bahwa usahatani kacang tanah di Maluku Utara dominan di lahan kering dengan tingkat produktivitas yang masih rendah. Kondisi ini mengakibatkan perlu dukungan input teknologi dalam usaha peningkatan produksi tanaman.

Peningkatan produksi tanaman di lahan kering dapat dilakukan dengan penerapan teknologi, diantaranya penggunaan varietas unggul tahan kekeringan (Polakitan dan Taulu, 2014), aplikasi bahan organik, pupuk hayati, penggunaan mulsa jerami, dan penggunaan

agensia hayati. Menurut Harsono dan Rozi (2010), lingkungan tumbuh kacang tanah yang ideal adalah tanah bertekstur remah dan gembur, berdrainase baik, dan pH tanah 6,0–6,5.

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) adalah salah satu jasad renik tanah dari kelompok jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Jamur ini mempunyai sejumlah pengaruh yang menguntungkan bagi tanaman yang bersimbiosis dengannya. Perlakuan mikoriza 15 gram pada pertanaman kacang tanah di jenis tanah alluvial menghasilkan jumlah polong, jumlah bunga, berat biji kering, dan infeksi mikoriza per tanaman (Sampurno dkk., 2010). Dosis mikoriza dilaporkan berpengaruh nyata terhadap variabel berat basah polong per tanaman, berat polong kering per tanaman, berat 100 polong per petak dan jumlah bintil akar per tanaman pada pertumbuhan dan produksi kacang tanah yang ditanam di bawah tegakan tanaman karet (Kusyanto, 2020). Laporan lain juga disampaikan oleh Husin dkk., (2012) bahwa mikoriza menghasilkan enzim fosfatase yang dapat membantu penyerapan P yang tidak tersedianya (P) menjadi tersedia bagi tanamann. Input luar dalam budidaya kacang tanah juga telah dicoba dengan penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT), namun diketahui bahwa tidak semua ZPT mampu memberikan respon positif terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah.

Aplikasi beberapa jenis ZPT pada kacang tanah telah diketahui mampu menekan pertumbuhan vegetatif, memperbaiki kualitas polong dan meningkatkan hasil (Rahmianna dkk., 2015). Beberapa ZPT telah diujicobakan pada tanaman kacang tanah, namun ZPT disarankan digunakan hanya untuk tanaman yang tumbuh subur terutama vegetatifnya, hal ini dikarenakan kondisi ini sangat rentan terhadap serangan penyakit, berkurangnya jumlah bunga menjadi polong, dan distribusi fotosintat selama pengisian polong (Rahmianna dkk., 2015). Beberapa ZPT yang telah diuji pada tanaman kacang tanah adalah Alar 85 dan Dharmasri 5 EC. Alar 85 mampu menekan tinggi tanaman kacang tanah sampai 23-30% pada 40 hst dan 80 hst, serta meningkatkan hasil 11%, sedangkan Dharmasri 5 EC dapat meningkatkan bobot 100 biji (Slamet, 1990; Darmiyati dkk., 1989).

Jika keguguran bunga dapat diperkecil dan ginofor bertambah panjang maka jumlah polong akan bertambah banyak dengan kualitas yang bernas, sehingga produksi dapat meningkat. Yennita (2007) melaporkan juga hasil percobaannya dengan pemberian GA3 diketahui dapat meningkatkan kandungan auksin pada bunga sehingga dapat mencegah absisi bunga. Laporan lain juga disampaikan Hasan dan Ismail (2018), bahwa penyemprotan tanaman kacang tanah dengan Giberelin dosis 150 mg/l GA3 ( $P < 0,05$ ) mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang per tanaman, berat kering total, jumlah polong per tanaman, hasil polong, bobot 100 biji, persentasi kulit polong, kandungan minyak, protein, kadar air biji, dan persentase perkecambahan selama musim hujan dan kemarau. Berdasarkan uraian di atas makan, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) dan ZPT Giberelin terhadap respon pertumbuhan dan produksi kacang tanah varietas lokal (Bonci Kao).

## **METODOLOGI**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kusu, Kecamatan Oba Utara, Kota Tidore

Kepulauan, Propinsi Maluku Utara di lahan integrasi tanaman kelapa bido dan pala. Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari sampai dengan Mei 2022.

### **Bahan dan Alat**

Bahan dan alat yang digunakan adalah benih kacang tanah varietas lokal Bonci Kao, mikoriza, giberelin, furadan, pupuk N, P, K, alat gembor, handspray, dan alat tugal.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Pengolahan lahan dan jarak tanam**

Pengolahan lahan dilakukan diantara tegakan kelapa dengan menggunakan hand traktor, kemudian diratakan dan dibuat parit dengan ukuran 50 cm sebagai drainase di antara blok tanaman kelapa dan pala. Penanaman kacang tanah dilakukan dengan cara tugal sebanyak 2 biji per lubang dengan jarak tanam 40x20

#### **Aplikasi Mikoriza dan ZPT**

Pemberian mikoriza diberikan bersamaan dengan saat tanam dengan dosis yang berbeda beda dengan cara membenamkan ke dalam tanah dalam petakan. Ukuran petak 2x3 m. Dosis mikoriza dan giberelin yang diberikan terdiri dari 3 taraf yaitu dosis mikoriza 10 gr, 15 gr, dan 20 gr per petak, sedangkan pemberian ZPT giberelin dengan dosis 10 ml, 15 ml, 20 ml diberikan pada saat tanaman berumur 21 hari setelah tanam (HST).

#### **Perawatan tanaman**

Penyiangan gulma dilakukan pada umur 4 minggu setelah tanam (MST). Hama dan penyakit dikendalikan menggunakan insektisida dan fungisida yang diaplikasikan 3 hari sekali.

#### **Rancangan Penelitian**

Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor: yakni perlakuan mikoriza dengan dosis 0 gr/petak, 10 gr/petak, 15 gr/petak dan 20 gr/petak dan perlakuan giberelin dengan dosis 0 ml/L/petak, 10 ml/L/petak, 15 ml/L/petak, dan 20 ml/L/petak. Kombinasi perlakuan disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Perlakuan Dosis Mikoriza dan Dosis**

Dosis Mikoriza (M)		Dosis Giberelin (G)	
M0	0 gr/petak (kontrol)	G0	0 ml/L/petak
M1	10 gr/petak	G1	10 ml/L/petak
M2	15 gr/petak	G2	15 ml/L/petak
M3	20 gr/petak	G3	20 ml/L/petak

#### **Parameter yang diamati**

Parameter yang diamati dibagi menjadi 2 meliputi komponen variabel pertumbuhan dan hasil. Komponen variabel pertumbuhan sebagai berikut: (1) Tinggi tanaman pada

umur 20 hst yang diukur dari titik nol sampai pucuk tertinggi, (2) Jumlah cabang produktif (cabang yang menghasilkan polong), (3) Jumlah daun majemuk, (4) Umur bunga, (5) Jumlah Ginofor diamati pada saat pertumbuhan vegetatif. Komponen variabel hasil meliputi: (1) Jumlah polong per tanaman, (2) Jumlah biji per polong, (3) Bobot 100 biji diamati pada saat panen.

### **Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan software SAS 9.1.3 untuk mendapatkan sidik ragam (ANOVA). Apabila berpengaruh nyata maka untuk mengetahui perbedaan perlakuan dan interaksi lebih lanjut dilakukan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah**

Pertumbuhan kacang tanah sangat bergantung pada berbagai faktor, diantaranya genotip tanaman (varietas) dan faktor pendukung pertumbuhan tanaman. Varietas Banci Kao merupakan salah satu varietas lokal yang umumnya digunakan oleh petani di wilayah Halmahera. Dalam pembudidayaannya tanaman kacang tanah membutuhkan kecukupan hara dan air, sehingga berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, salah satunya dengan menggunakan mikroba bermanfaat seperti mikoriza dan zat pengatur tumbuh Giberelin.

Hasil pengujian kombinasi aplikasi antara Mikoriza dan ZPT Giberelin pada berbagai konsentrasi terhadap jumlah cabang tanaman dan tinggi tanaman pada 20 hst menunjukkan interaksi positif, sedangkan jumlah daun majemuk menunjukkan interaksi negatif. Aplikasi mikoriza 0 gram/petak dan giberelin 20 ml/L/petak, mikoriza 15 gr/petak dan giberelin 10 ml/L/petak, dan mikoriza 15 gr/petak dan giberelin 20 ml/L/petak menghasilkan jumlah cabang terbanyak pada umur 20 hst (8,67 cabang), sedangkan pada parameter tinggi tanaman perlakuan terbaik terlihat pada aplikasi mikoriza 15 gr/petak dan giberelin 10 ml/l/petak (25,50 cm). Pengaruh aplikasi mikoriza dan giberelin terhadap pertumbuhan tanaman (jumlah cabang, jumlah daun majemuk dan tinggi tanaman) disajikan pada Tabel 2.

Mikoriza dilaporkan dapat membantu mengurangi input P dan mengefisienkan penggunaan pupuk hingga 50 %, karena dapat membantu tanaman untuk meningkatkan efisiensi dalam penyerapan P dalam tanah (Miyasaka dan Habte, 2001; Musfal, 2010). Yakubu dkk., (2013) melaporkan bahwa aplikasi Giberelin 300 mg/L dilaporkan dapat meningkatkan tinggi tanaman secara signifikan. Aplikasi giberelin melalui aplikasi daun mempengaruhi peningkatan panjang hipokotil dan panjang dua node di atasnya, yang mana secara tidak langsung mempengaruhi tinggi tanaman (Mislevy dkk., 1989; Harrington dkk., 1996).

**Tabel 2. Pengaruh aplikasi mikoriza dan ZPT giberelin terhadap parameter pertumbuhan tanaman kacang tanah pada 20 hst**

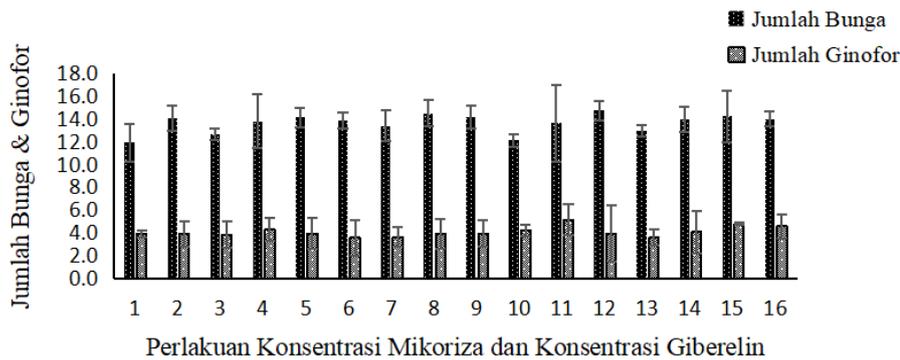
No	Kode Perlakuan	Jumlah Cabang	Jumlah Daun Majemuk	Tinggi Tanaman (cm)
1	M0G0	5.50b	14.40a	21.11b
2	M0G1	8.17a	15.89a	24.11a
3	M0G2	8.20a	16.54a	23.88ab
4	M0G3	8.67a	16.40a	23.99a
5	M1G0	8.17a	15.89a	24.49a
6	M1G1	7.83a	14.50a	23.56ab
7	M1G2	7.67a	15.34a	23.89ab
8	M1G3	8.50a	15.50a	24.22a
9	M2G0	8.17a	17.28a	24.42a
10	M2G1	8.67a	14.82a	25.50a
11	M2G2	8.30a	16.82a	24.21a
12	M2G3	8.67a	14.74a	23.28ab
13	M3G0	8.17a	15.77a	23.88ab
14	M3G1	8.17a	15.88a	24.05a
15	M3G2	8.50a	15.78a	23.89ab
16	M3G3	7.30a	13.50a	23.66ab
	Rata-Rata	8,04	15,5	23,8
	BNJ	1,41	1,90	2,84

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5%

### Jumlah Bunga dan Ginofor

Boote (1982) dan Trustinah (1987b), membagi fase reproduktif kacang tanah menjadi 9 stadia, adalah: mulai berbunga (R1), pembentukan ginofor (R2), pembentukan polong (R3), polong penuh/maksimum (R4), pembentukan biji (R5), biji penuh (R6), biji mulai masak (R7), masak panen (R8), dan polong lewat masak (R9).

Aplikasi mikoriza dan giberelin menunjukkan interaksi negatif antar faktor terhadap jumlah bunga maupun jumlah ginofor. Diketahui bahwa jumlah bunga pada semua perlakuan berkisar antara 11,9- 14,7. Jumlah terendah pada perlakuan Mikoriza 0 gr dan Giberelin 0 ml/L/petak dan tertinggi pada perlakuan Mikoriza 15 gr dan Giberelin 20 ml/L/petak. Pada parameter jumlah ginofor juga diketahui bahwa interaksi antar faktor negatif dengan kisaran nilai 3,6-5,1 dengan nilai terendah pada perlakuan Mikoriza 0 gr dan Giberelin 0 ml/L/petak, dan tertinggi pada perlakuan Mikoriza 15 gr dan giberelin 15 ml/L/petak (Gambar 1). Hal ini senada dengan pernyataan Trustinah (2016), bahwa jumlah bunga dan ginofor sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu udara dan kelembaban. Jumlah bunga yang dihasilkan berkorelasi negatif dengan persentase bunga yang menjadi ginofor dan polong, sedangkan jumlah bunga yang menjadi ginofor dan polong berkorelasi positif dengan hasil polong (Trustinah, 2016).



**Gambar 1. Pengaruh kombinasi perlakuan dosis mikoriza dan konsentrasi giberelin terhadap jumlah bunga dan jumlah ginofor**

Pembungaan merupakan periode yang kritis terhadap suhu udara dan kelembaban udara. Cekaman suhu tinggi pada periode pembungaan menyebabkan penurunan jumlah bunga, ginofor, dan polong lebih tinggi dibandingkan cekaman 1–6 hari sebelum berbunga (Craufurd dkk., 2003). Pada penelitian ini jelas ditemukan bahwa jumlah bunga yang dihasilkan tidak sebanding dengan jumlah ginofor yang terbentuk. Hal ini juga dipertegas oleh (Caliskan dkk., 2008) bahwa efisiensi bunga menjadi ginofor hanya sebesar 17-42%.

### Komponen Hasil

Aplikasi mikoriza dan giberelin menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi antar faktor pada semua parameter komponen hasil (berat berangkasan, jumlah polong per tanaman, jumlah polong isi per tanaman, jumlah polong hampa per tanaman dan berat 100 biji (gram). Nilai tertinggi pada parameter berat brangkasan, jumlah polong per tanaman, jumlah polong isi per tanaman, jumlah polong hampa per tanaman, dan berat 100 biji berturut-turut yakni pada perlakuan Mikoriza 15 gr dan giberelin 20 ml/L/petak (223,7 gr), Mikoriza 15 gr dan giberelin 20 ml/L/petak (31,6), mikoriza 20 gr dan giberelin 20 ml/L/petak (25,83), mikoriza 0 gr dan giberelin 0 ml/L/petak (7,94), dan mikoriza 20 gr dan giberelin 20 ml/L/petak (42,00) (tabel 3).

Berdasarkan data ini diketahui bahwa perlakuan mikoriza 20 gr dan giberelin 20 ml/L/petak memberikan pengaruh terhadap jumlah polong isi dan berat 100 biji tertinggi dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Kusyanto (2020), menyatakan bahwa aplikasi mikoriza 15 gram memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah polong kacang tanah dibandingkan dosis lainnya, sedangkan dilaporkan bahwa kombinasi perlakuan yang sesuai yakni mikoriza dengan kombinasi varietas Talam 1. Hal ini juga menegaskan bahwa adanya faktor genetik tanaman yang juga ikut mempengaruhi komponen pertumbuhan dan hasil tanaman.

**Tabel 3. Pengaruh aplikasi mikoriza dan ZPT giberelin terhadap komponen hasil kacang tanah**

No	Perlakuan	Berat Brangkasian (g)	Jumlah polong per tanaman	Jumlah Polong isi per tanaman	Jumlah polong hampa per tanaman	Berat 100 biji (g)
1	M0G0	162.00a	20.06a	17.67a	7.94a	35,00a
2	M0G1	171.06a	23.78a	19.33a	4.44a	40.00a
3	M0G2	172.61a	20.94a	17.11a	3.83a	36,67a
4	M0G3	191.28a	25.78a	22.28a	2.94a	37.00a
5	M1G0	190.22a	26.11a	20.72a	4.83a	37.00a
6	M1G1	182.22a	20.89a	18.11a	2.78a	37.33a
7	M1G2	174.06a	21.00a	18.61a	2.39a	37.00a
8	M1G3	151.89a	19.11a	17.44a	1.61a	39.00a
9	M2G0	202.78a	26.89a	24.22a	2.56a	36.67a
10	M2G1	182.44a	21.28a	19.11a	1.78a	37.33a
11	M2G2	161.94a	22.56a	19.67a	2.89a	35.33a
12	M2G3	223.72a	31.61a	23.11a	3.78a	39.00a
13	M3G0	181.00a	21.67a	19.11a	2.17a	40.67a
14	M3G1	194.33a	25.39a	21.78a	3.61a	40.33a
15	M3G2	221.33a	24.61a	22.06a	2.39a	38.33a
16	M3G3	193.78a	29.22a	25.83a	2.83a	42.00a
	Rata-Rata	184,79	23,80	20,38	3,29	38,04
	BNJ	34,27	6,33	4,62	2,74	3,23

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5%

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa aplikasi kombinasi mikoriza dan giberelin hanya berpengaruh positif pada parameter pertumbuhan vegetatif. Hal ini dapat menjadi pertimbangan dalam penggunaannya dalam mendukung peningkatan hasil brangkasian tanaman leguminosa, khususnya kacang tanah apabila diperuntukan untuk sumber pakan ternak. Beberapa penelitian juga telah melaporkan bahwa hijauan kacang tanah memiliki kandungan protein yang tinggi yang sangat baik untuk pakan ternak.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa secara umum perlakuan mikoriza dan giberelin dengan beberapa konsentrasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Hasil yang signifikan hanya diperoleh pada parameter jumlah cabang dan tinggi tanaman pada 20 hst. Aplikasi mikoriza dan giberelin tidak menunjukkan adanya interaksi yang signifikan pada komponen hasil tanaman, namun dari data terlihat bahwa kombinasi perlakuan mikoriza 20 g/petak dan giberelin 20 ml/L/petak memberikan hasil jumlah polong dan berat 100 biji tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boote, KJ., (1982), Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.), *Peanut Sci*, 9:35–39.  
 Caliskan, S., Caliskan, ME., Arslan, M., (2008), Genotypic differences for reproductive growth, yield, and yield components in groundnut (*Arachis hypogaea* L.), *Turk. J. Agric. For*, 32: 415–424.

- Crawford, P.Q., Prasad, P.V.V., Kakani, V.G., Wheeler, T.R., Nigam, S.N., (2003), Heat tolerance in Groundnut, *Field Crops Res*, 80:63–77.
- Darmijati, S., Adrizal, Syarifuddin K., (1989). Pengaruh musim tanam, zat pengatur tumbuh, dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah di lahan sawah, *Penelitian Pertanian*, Balittan Bogor, 9(4):170-176.
- Harrington, J.F., Rappaport, L., Hood, K.J., (1996), The influence of gibberellins on stem elongation and flowering on endive, *Science*, 125:601.
- Harsono, A., Rozi, F., (2010), Filosofi dan dinamika pengelolaan tanaman terpadu (PTT) kacang tanah, *Makalah persentase PTT kacang tanah*, Balai penelitian kacang-kacangan dan umbi-umbian, pp.
- Hassan, M., Ismail, B.S., (2018), Effect of Gibberellic acid on the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.), *Sains Malaysiana*, 47(2): 221-225.
- Hidayat, Y., Suwitono, B., (2018), Kelayakan usahatani varietas unggul kacang tanah di kabupaten Halmahera Utara, *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 21(2): 127-136.
- Husin, Parda, E., Auzar, S., Kasli., (2012). Mikoriza sebagai pendukung sistem pertanian berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, *Monograf*, Padang: Andalas University Press, hlm:94-100
- Kusyanto., (2020), Pengaruh dosis mikoriza dan macam varietas terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) di bawah tegakan tanaman karet, *Biofarm Jurnal Ilmiah pertanian*, 16(1): 17-22.
- Mislevy, P., Boote, K.J., Martin, F.G., (1989), Soybean response to gibberellic acid treatments, *J. Plant Growth Regul*, 8:11-18.
- Miyasaka, S., Habte, M., (2001), Plant mechanisms and mycorrhizal symbioses to increase phosphorus uptake efficiency, *Communications in soil science and plant analysis*, 32(7):1101-1147.
- Musfal., (2010), Potensi cendawan mikoriza arbuskula untuk meningkatkan hasil tanaman jagung, *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4):154-158.
- Polakitan, A., Taulu LA., (2014), Keragaman beberapa varietas unggul kacang tanah pada musim kemarau di Sulawesi utara. *Prosiding seminar hasil penelitian tanaman aneka kacang dan umbi*, 668-671.
- Pusat perlindungan varietas tanaman dan perizinan pertanian., (2017). Deskripsi Kacang Tanah Varietas Bonci Kao, Tanda Daftar Varietas Tanaman No: 488/PVL/2017.
- Rahmianna, A.A., Pratiwi H., Harnowo D., (2015), Budidaya Kacang Tanah. *Monograf Balitkabi*, no. 13, hlm: 448
- Sampurno., Elsie., Riana, O., (2010), Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuscular (CMA) pada beberapa jenis tanah terhadap pertumbuhan kacang tanah (*Arachis hipogaea* L.), *Sagu*, 9(1):28-37.
- Slamet, P., (1990), Pengaruh zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah. 105–108, *dalam Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan*, Balittan Malang
- Trustinah, E., Guhardja., Gunarso, W., (1987b), Identifikasi fase pertumbuhan empat varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea* (L.)Merr), *Pen. Palawija*, 2(2):68–74.
- Trustinah., (2016), Morfologi dan Pertumbuhan Kacang Tanah. *Monograf Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*, No. 13: 40-59
- Yakubu, H., Izge, A.U., Hussaini, M.A., Jibrin, J.M., Bello, O.G., Isyaku, M.S., (2013), Varietal response and gibberellic acid concentrations on yield and yield traits of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under wet and dry conditions, *Academia Journal of Agricultural Research*, 1(1):1-8.
- Yennita., 2007, Respon tanaman kedelai terhadap GA3 pada fase generatif, *Jurnal Exacta*, 5(1):16-23.

# KUALITAS TEMPE YANG DIBUAT DENGAN ALAT PENCETAK INOVATIF SKALA LAB DI RUMAH INOVASI TEMPE SEKAR SARI

DFE Purnama, P Dewi, I Mubarok, SH Bintari \*

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: [harnina@mail.unnes.ac.id](mailto:harnina@mail.unnes.ac.id)

## ABSTRAK

Tempe merupakan makanan fermentasi yang populer di Indonesia, tingginya minat terhadap tempe memunculkan berbagai inovasi dalam peningkatan produksi, salah satu upaya tersebut adalah penggunaan alat pencetak inovatif. Alat ini berperan sebagai cetakan sekaligus wadah pemeraman tempe. Wadah pemeraman menjadi salah satu faktor yang penting dalam penentuan kualitas tempe karena memiliki peranan dalam menjaga aerasi untuk pertumbuhan *Rhizopus* sp. Tujuan dari penelitian (1) Membuktikan higienitas dan kualitas organoleptik tempe yang dibuat menggunakan alat pencetak inovatif, (2) Membandingkan antara kualitas tempe yang dibuat menggunakan alat pencetak inovatif dengan tanpa penggunaan alat. Penelitian eksperimen rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan inovasi alat pencetakan tempe dan tanpa penggunaan alat sebagai kontrol. Metode pengujian yang dilakukan meliputi uji cemaran *E. coli* menggunakan medium selektif eosin *methylene blue agar* (EMBA) dan uji kesukaan. Berdasarkan hasil penelitian produk tempe yang dibuat menggunakan alat pencetak inovatif negatif terhadap *E. coli*, memiliki aroma khas tempe, tekstur kompak, rasa tidak asam, dan berwarna putih. Disimpulkan produk tempe yang dibuat menggunakan alat pencetak inovatif telah memenuhi standar kualitas mutu cemaran *E. coli* dan organoleptik berdasarkan SNI 3144:2015 serta memiliki keseluruhan hasil uji kualitas lebih unggul dibanding kontrol.

**Kata kunci:** tempe, kualitas tempe, alat pencetak inovatif

## PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan fermentasi yang populer di Indonesia, tingginya minat akan tempe memunculkan berbagai inovasi dalam peningkatan produksi, salah satu upaya tersebut adalah penggunaan alat pencetak inovatif untuk produksi tempe. Alat pencetak tempe inovatif bentuk kotak yang terdiri dari 3 bagian utama, yaitu rangka utama terbuat dari kayu, tutup bawah dan tutup atas berasal dari kawat stainless steel. Alat ini berfungsi sebagai cetakan sekaligus tempat pemeraman tempe. Keunggulan lain dari penggunaan alat ini adalah adanya jaring kawat stainless steel yang berfungsi sebagai lubang sirkulasi oksigen sehingga dapat mendukung pertumbuhan sel jamur benang/kapang selama proses fermentasi berlangsung.

Implementasi dalam penggunaan alat pencetak inovatif sebagai upaya peningkatan produksi tempe tentunya harus memperhatikan aspek kualitas produk tempe. Kasmidjo (1990) menyatakan bahwa tempe yang memiliki kualitas baik harus memenuhi mutu secara fisik dan kimiawi. Syarat mutu tempe diatur dalam SNI 3144:2015 yang meliputi mutu organoleptik (tekstur, warna, rasa dan aroma), cemaran (cemaran logam dan mikroba patogen) dan mutu kandungan nutrisi. Tempe dengan kualitas baik memiliki ciri berwarna putih bersih merata pada permukaannya, memiliki tekstur yang kompak serta homogen dan

memiliki aroma bau khas tempe (Barus *et al.*, 2019).

Higienitas dan sifat organoleptik menjadi aspek yang penting dalam mempertahankan penampilan sensorik serta sifat fungsional produk tempe. Hampir keseluruhan tahapan pada proses pembuatan tempe merupakan tahap yang kritical dalam penentuan kualitas tempe. Bintari (2013) menyatakan bahwa proses pembuatan tempe secara higienis dan modern dilakukan menggunakan dua teknik pemanasan, yaitu pemanasan sebelum dan sesudah perendaman. Pemanasan sesudah dan sebelum perendaman bertujuan untuk membunuh mikroba patogen dan menghilangkan senyawa anti gizi. Higienitas dan sanitasi selama proses pengolahan menjadi salah satu faktor penting untuk menghindari terjadinya cemaran bakteri patogen (Yuniastuti *et al.*, 2017). Menurut Septiani *et al* (2020) *Escherichia coli* termasuk dalam golongan coliform yang menjadi indikator adanya cemaran terhadap makanan. Selain hal tersebut faktor lain yang mempengaruhi produk akhir dari fermentasi tempe meliputi pengupasan kulit, pH yang terbentuk selama proses pengasaman biji kedelai, lama inkubasi, aerasi, kelembaban dan jenis pembungkus tempe (Hasrudin dan Pratiwi, 2015).

Wadah pemeraman atau kemasan menjadi salah satu faktor penting dalam penentuan kualitas akhir suatu produk tempe. Sayuti (2015) menyatakan bahwa untuk menghasilkan produk tempe dengan kualitas baik harus menggunakan wadah pemeraman atau kemasan yang mampu menjaga aerasi dan kondisi kelembaban tetap tinggi tanpa menimbulkan pengembunan. Liuspiani *et al.*, (2020) menyatakan bahwa berbagai jenis kemasan yang digunakan berpengaruh terhadap kualitas organoleptik suatu produk tempe. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu adanya pengujian terhadap higienitas dan kualitas mutu organoleptik (tekstur, warna, rasa dan aroma) pada produk tempe yang diproduksi menggunakan alat pencetak tempe inovatif.

## **METODE**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan bangun eksperimental rancangan acak lengkap (RAL), dengan variabel independen: tempe yang dibuat dengan alat pencetak inovatif dengan berbagai pelapis (daun, plastik dan kertas) dan tempe yang dibuat tanpa menggunakan alat pencetak atau tempe kemasan; variabel terikat: cemaran *E.coli* dan sifat organoleptic tempe.

### **1.1 Pembuatan Tempe**

Prosedur pembuatan tempe dilakukan menggunakan metode pembuatan tempe secara modern dan higienis yang diuraikan dalam Bintari, (2013). Biji kedelai dicuci dan direbus selama 20 menit, kulit ari dikupas dan dilakukan perendaman selama satu malam kemudian dilakukan perebusan kembali selama 10 menit menggunakan metode pasteurisasi, biji kedelai ditiriskan, kemudian ditaburi ragi atau inokulum mikroba sebanyak 0,01% secara merata, yang selanjutnya diberi perlakuan teknik pengemasan (penggunaan alat pencetak inovatif dan tanpa alat pencetak tempe) kemudian di fermentasikan selama 48 jam.

### **1.2 Uji Higienitas**

Uji higienitas dilakukan dengan melakukan uji praduga adanya *Escherichia coli* pada medium selektif Eosin Methylen Blue (EMBA). Sebanyak 1 gr sampel yang sudah

dihaluskan kemudian dilakukan pengenceran seri hingga  $10^{-3}$ , sebanyak 0,1 ml dari masing-masing pengenceran diinokulasikan dengan metode spread plate dalam medium medium EMBA, selanjutnya seluruh sampel diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, jika ditemukan koloni berwarna hijau metalik dengan bintik hitam ditengah diindikasikan adanya *Escherichia coli* (Utami *et al.*, 2018).

### 1.3 Uji Organoleptik

Uji organoleptik sampel tempe dilakukan menggunakan uji kesukaan, pengujian dilakukan oleh 48 panelis pada rentang usia 19 - 25 tahun dengan kriteria sehat, tidak dalam kondisi lapar serta bersedia melakukan penilaian. Kriteria penilaian yang dilakukan meliputi kesukaan, warna ,aroma, tekstur dan rasa dengan cara pemberian nilai dengan skala 1 sampai 5 pada kuesioner yang disediakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1.4 Higienitas

Pengujian dugaan cemaran bakteri *E. coli* dilakukan menggunakan medium selektif EMBA. EMBA mengandung Eosin dan metilen blue yang akan menghambat pertumbuhan bakteri gram positif, selain itu karbohidrat laktosa yang terkandung pada medium ini akan mengakibatkan bakteri gram negatif terdiferensiasi. Sampel yang positif terhadap *E. coli* akan ditandai dengan adanya warna hijau yang dikarenakan pengendapan methylene blue sebagai dampak meningkatnya kadar asam karena adanya fermentasi laktosa (Kim *et al.*, 2016). Hasil uji dugaan cemaran *E. coli* disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil uji dugaan cemaran *E. coli***

Sampel	Hasil Uji Dugaan Cemaran <i>E. coli</i> ( +/- )		
	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3
Kontrol daun	(-)	(-)	(-)
Alat cetakan pelapis daun	(-)	(-)	(-)
Kontrol Plastik	(-)	(-)	(-)
Alat cetakan pelapis plastik	(-)	(-)	(-)
Kontrol kertas	(-)	(-)	(-)
Alat cetakan pelapis kertas	(-)	(-)	(-)

Hasil pengujian cemaran bakteri *E. coli* menunjukkan keseluruhan sampel negatif, sehingga dapat disimpulkan bahwa produk tempe yang dibuat menggunakan alat inovasi pencetak tempe dengan berbagai jenis pelapis telah memenuhi syarat mutu tempe kedelai (SNI 3144:2015) yaitu maksimal cemaran 10 sel/gram. Hasil negatif dari keseluruhan sampel dikarenakan, mungkin bakteri *E. coli* yang terkandung pada sampel sangat sedikit.

Sirkulasi oksigen yang baik pada wadah pemeraman memiliki peran dalam penentuan hasil negatif terhadap *E. coli* tersebut. Sirkulasi oksigen yang berjalan baik mampu menjaga kelembaban dan suhu agar tetap stabil sehingga menyebabkan kadar air pada tempe tidak terlalu tinggi. Kenaikan suhu selama fermentasi dapat mengakibatkan tempe mengeluarkan banyak air, pengeluaran air bertujuan untuk mencapai kesetimbangan terhadap perubahan suhu dan kelembabannya. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan bakteri kontaminan akan mudah tumbuh dan berkembang sehingga mempercepat masa

pembusukan pada makanan (Radiati *et al.*, 2016). Selain itu, penerapan metode pembuatan tempe secara modern dan higienis dengan cara 2 kali pemanasan berdasarkan Bintari (2013), memiliki peran besar. Proses pemanasan atau perebusan kedelai pada pembuatan tempe mampu untuk melunakkan biji serta menonaktifkan trypsin inhibitor kedelai sehingga dapat mematikan mikroba patogen serta mengurangi bau langu pada kedelai (Ari dan Priambudi., 2020). Kusuma dan Dewi (2016) menyatakan bahwa pemanasan pada suhu 70° C keatas, pasteurisasi dan klorinasi 0,5 – 1 ppm dapat membunuh bakteri coliform pada makanan. Selama proses perendaman kedelai akan mengalami penurunan pH hingga mencapai 5,3 – 4,5 yang diakibatkan dari bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat dapat memproduksi senyawa antibakteri yang berupa asam organik, hidrogen peroksida, diasetil, asetaldehid dan bakteriosin yang merupakan senyawa antibakteri terhadap beberapa jenis bakteri patogen seperti *staphylococcus aureus* dan *E. coli* (Suardana *et al.*, 2016).

### 1.5 Mutu Organoleptik

Pengujian dilakukan menggunakan uji rating hedonik dengan melibatkan 48 panelis di wilayah sekitar kampus universitas negeri semarang. Hasil uji organoleptik tempe yang dibuat dengan alat pencetak inovatif dan non alat pencetak tempe dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil uji organoleptik**

Kode	SKOR Rata <sup>2</sup>			
	Aroma	Warna	Rasa	Tekstur
141	3,83	3,78	3,75	3,6
613	3,96	3,92	3,7	4,17
289	3,6	3,75	3,63	3,67
137	3,46	3,83	3,65	3,73
279	3,71	4,02	3,75	4,02
737	3,71	4,06	3,83	4,06

Keterangan:

141 : Kontrol daun

613 : Perlakuan alat pencetak tempe + daun

289 : Kontrol Plastik

137 : Perlakuan alat pencetak tempe + Plastik

279 : Kontrol kertas

737 : Perlakuan alat pencetak tempe +kertas

### 5.1. Aroma

Hasil rata-rata uji organoleptik kesukaan aroma produk tempe menunjukkan keseluruhan perlakuan dan kontrol telah memenuhi syarat kualitas aroma tempe, karena telah memiliki skor sama atau lebih dari 3. Skor 3 mewakili aroma khas tempe. Aroma khas tempe dihasilkan dari aktivitas proteolitik dan lipolitik yang sangat tinggi selama proses fermentasi kedelai berlangsung yang mengakibatkan terhidrolisisnya protein dan lemak

sehingga menghasilkan komponen flavor dan aroma yang khas pada tempe (Umami *et al.*, 2019). Tempe yang dibungkus daun pisang menjadi yang paling diminati karena memiliki aroma yang harum dan unik. Aroma khas ini diakibatkan adanya asam galat pada daun pisang yang merupakan golongan polifenol, komponen polifenol inilah yang memberikan aroma harum pada tempe yang dibungkus dengan daun pisang (Mastuti *et al.*, 2014 dalam Alfanesa *et al.*, 2021).

## 5.2. Warna

Hasil rata-rata dari uji organoleptik kesukaan warna produk tempe menunjukkan keseluruhan perlakuan dan kontrol telah memenuhi syarat kualitas warna tempe, karena telah memiliki skor sama atau lebih dari 3. Skor 3 mewakili warna tempe putih bersih dengan kapang tumbuh tersebar merata di permukaan tempe. Tempe dengan perlakuan penggunaan alat inovasi pencetak tempe dengan lapisan kertas memiliki skor rata-rata tertinggi dengan skor 4,06, sedangkan tempe yang memiliki skor rata-rata kesukaan warna terendah dimiliki tempe dengan kontrol plastik dengan skor rata-rata 3,75. Tempe kontrol plastik dengan skor rata-rata 3,75 memiliki beberapa bintik coklat akibat munculnya spora kapang *Rhizopus sp* sehingga kurang disukai, sedangkan panelis perlakuan penggunaan alat inovasi pencetak tempe dengan lapisan kertas mempunyai warna putih merata sehingga lebih disukai panelis. Pada proses fermentasi tempe hifa halus akan menyelubungi seluruh permukaan kedelai dan akan melakukan penetrasi sehingga mengakibatkan tempe memiliki warna putih dan kompak (Fazrin *et al.*, 2020).

## 5.3. Rasa

Hasil rata-rata uji organoleptik terhadap kesukaan tekstur produk tempe keseluruhan perlakuan dan kontrol telah memenuhi syarat kualitas rasa tempe, karena telah memiliki skor sama atau lebih dari 3. Skor 3 di sini mewakili rasa khas tempe. Tempe dengan perlakuan penggunaan alat inovasi pencetak tempe dengan lapisan kertas memiliki skor rata-rata tertinggi dengan skor 3,84. Tempe yang memiliki skor rata-rata kesukaan rasa terendah dimiliki tempe dengan kontrol plastik dengan skor rata-rata 3,63. Tempe dengan perlakuan penggunaan alat cetakan pelapis daun memiliki rasa yang paling diminati dipengaruhi oleh adanya aroma khas dari senyawa polifenol yang terkandung dalam daun yang diduga mempengaruhi cita rasa tempe yang dikemas dengan daun menjadi lebih sedap dan khas dibanding kemasan plastik dan kertas. Rasa khas yang dimiliki oleh tempe diakibatkan karena adanya degradasi komponen-komponen selama proses fermentasi (Umami *et al.*, 2019). Tempe yang baik memiliki cita rasa tidak kecut dan tekstur kompak.

## 5.4. Tekstur

Hasil rata-rata uji organoleptik terhadap kesukaan tekstur produk tempe menunjukkan keseluruhan perlakuan dan kontrol telah memenuhi syarat kualitas tekstur tempe, karena telah memiliki skor sama atau lebih dari 3. Skor 3 mewakili tekstur tempe yang padat dan

kompak. Tempe dengan perlakuan penggunaan alat inovasi pencetak tempe dengan lapisan daun memiliki skor rata-rata tertinggi dengan skor 4,17, sedangkan tempe yang memiliki skor rata-rata kesukaan warna terendah dimiliki tempe dengan kontrol plastik dengan skor rata-rata 3,67. Tempe dengan perlakuan alat cetakan pelapis daun memiliki tekstur paling disukai panelis karena memiliki tekstur lebih kompak dan padat dibanding perlakuan lain, hal ini disebabkan pada perlakuan ini memiliki jangkauan penetrasi miselium ke dalam biji kedelai lebih dalam sehingga miselium lebih kuat dalam mengikat antar biji kedelai sehingga tekstur tempe kompak. Pada proses fermentasi tempe, kedelai akan mengalami perubahan fisik yang diakibatkan miselium-miselium kapang menyelubungi tempe serta mengikat antar kedelai menjadi satu kesatuan sehingga menjadi kompak dan memiliki warna putih (Fazrin *et al.*, 2020).

## KESIMPULAN

Dari keseluruhan uji yang telah dilakukan, produk tempe yang dibuat menggunakan alat pencetakan tempe inovatif telah memenuhi standar mutu kualitas organoleptik (beraroma khas tempe, memiliki rasa khas tempe, berwarna putih dan memiliki tekstur kompak) dan higienitas (cemaran *E.coli* < 10 sel/gram ) berdasarkan SNI 3144:2015 serta memiliki keseluruhan hasil uji kualitas organoleptik lebih unggul dibanding kontrol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfanesa, R. A., Rahayuni, T. R., & Hartanti. (2021). L. H. Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Sifat Organoleptik dan Kimiawi Tempe Biji Karet. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, 10(2).
- Ari, R., & Priambudi, A. Y. (2020). Analisis Kualitas Tempe di Pasar Baruga Kendari. *Sultra Journal of Agricultural Research*, 1(1), 54-68.
- Barus, T., Halim, R., Hartanti, A. T., & Saputra P. K.. (2019). Genetic diversity of *Rhizopus microsporus* from traditional inoculum of tempeh in Indonesia based on ITS sequences and RAPD marker: Genetic diversity in *Rhizopus microsporus*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(3), 847-852.
- Bintari, S. H. (2013). Pasteurization for Hygienic Tempe: Study Case Of Krobokan Tempe Yesterday and Today. *GSTF Internasional Journal Of Biosciences (Jbio)*, 2(2).
- Fazrin, H., Dharmawibawa, I. D., & Armiani, S. (2020). Studi Organoleptik Tempe Dari perbandingan Kacang Komak (*Lablab purpureus L*) Dengan Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Sebagai Bahan Penyusunan Brosur. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(1), 39-47.
- Gufran, M., & Mawardi, M. (2019). Dampak pembuangan limbah domestik terhadap pencemaran air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 416-425.
- Hasruddin dan Pratiwi N.(2015). Mikrobiologi Industri, Alfabeta, Bandung, hal: 20-40.
- Kasmidjo, R. B. (1990). Tempe: Mikrobiologi dan biokimia pengolahan serta pemanfaatannya. *PAU Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta*.
- Kim, H. S., Kim, Y. J., Chon, J. W., Kim, D. H., Kim, K. Y., & Seo, K. H. (2016). *Citrobacter braakii*: A Major Cause of False-Positive Results on MacConkey and Levine's Eosin Methylene Blue Selective Agars Used for the Isolation of *Escherichia Coli* from Fresh Vegetable Samples. *Journal of Food Safety*, 36(1), 33-37.
- Kusuma, R. D. D., & Dewi, L. (2016). Deteksi Cemaran Coliform dan *Salmonella sp.* Pada Tempe Kedelai dari Kecamatan Sidorejo dan Tingkir, Kota Salatiga. Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek (ISSN: 2557-533X).

- Liuspiani, A., HimayatulAsri, I., Lestarini, Y., Muspita, Z., & Husni, M. (2020). Pengaruh Jenis Bahan Kemasan Terhadap Kualitas Organoleptik Dan Daya Simpan Tempe Kedelai. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 4(4).
- Radiati, A., & Sumarto, S. (2016). Analisis sifat fisik, sifat organoleptik, dan kandungan gizi pada produk tempe dari kacang non-kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(1).
- Sayuti, S. (2015). Pengaruh Bahan Kemasan dan Lama Inkubasi Terhadap Kualitas Tempe Kacang Gude Sebagai Sumber Belajar IPA. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 6(2).
- Septiani, W., Pisestyani, H., Siahaan, R. I., & Basri, C. (2020). Faktor risiko cemaran escherichia coli pada daging kambing dan domba kurban di provinsi dki jakarta. *Jurnal Sain Veteriner*, 38(3), 237-244.
- Suardana, I. W., Cahyani, A. P., & Pinatih, K. J. P. (2016). Probiotic Potency and Molecular Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Bali Cattle's Colon, Indonesia. *Global Advanced Research Journal of Medicine and Medical Sciences*, 5(5).
- Umami, S., Jaya, I. K. S., Darawati, M., & Widiada, I. G. N. (2019). Kajian Sifat Organoleptik Dan Masa Simpan Tempe Kedelai Dengan Beberapa Jenis Kemasan. *Jurnal Gizi Prima (Prime Nutrition Journal)*, 3(2), 142-148.
- Utami, S., Bintari, S. H., & Susanti, R. (2018). Deteksi Escherichia coli Pada Jamu Gendong di Gunungpati dengan Medium Selektif Diferensial. *Life Science*, 7(2), 73-81.
- Yuniastri, R., Ismawati, I., & Putri, R. D. (2018). Mikroorganisme dalam Pangan. *Jurnal Pertanian Cemara*, 15(2), 15-20.

# PEMANFAATAN MEDIA AMPAS TAHU TERFERMENTASI UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MAGGOT BLACK SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*)

S Mumtaz, SH Bintari, I Mubarok, D Mustikaningtyas\*

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: dewi\_mustikaningtyas@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

*Maggot Black Soldier Fly* (BSF) adalah larva dari serangga lalat BSF (*Hermetia illucens*) yang memiliki potensi sebagai alternatif pakan ternak dengan harga ekonomis. Upaya peningkatan produksi maggot BSF dilakukan dengan menumbuhkannya pada media ampas tahu yang difermentasi menggunakan starter yogurt. Hal tersebut mampu menunjang pertumbuhan maggot BSF sehingga dapat meningkatkan produksi maggot BSF. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi yogurt yang tepat untuk meningkatkan produksi maggot BSF, ditinjau dari bobot, kadar protein, survival rate, dan densitas populasi. Maggot BSF ditumbuhkan selama 14 hari pada media ampas tahu yang terfermentasi dengan konsentrasi yogurt 0%, 0,1%, 0,3% dan 0,5% serta pakan konsumtif sebagai kontrol positif. Hasil panen dari maggot BSF diukur parameter peningkatan produksinya berupa bobot, kadar protein, survival rate, dan densitas populasi. Hasil terbaik pada bobot dan densitas populasi ialah sebesar 822,10 gram dan 3,69 ekor/cm<sup>3</sup> yang diperoleh pada konsentrasi yogurt 0,5%. Kadar protein terbaik yang diperoleh sebesar 62,56% pada konsentrasi yogurt 0,1%. Ampas tahu yang terfermentasi berpengaruh terhadap survival rate, tetapi tidak memberikan perbedaan yang nyata. Kesimpulannya, maggot BSF menunjukkan kadar protein tertinggi pada konsentrasi yogurt 0,1%. Maggot BSF yang tumbuh pada konsentrasi yogurt 0,5% menunjukkan bobot dan densitas populasi tertinggi.

**Kata kunci:** ampas tahu, black soldier fly, *Hermetia illucens*, media fermentasi, peningkatan produksi

## PENDAHULUAN

Biaya pakan ternak merupakan masalah utama yang dialami oleh sebagian peternak unggas, karena pakan ternak menyumbang 50-70% dari total biaya dalam produksi ternak (Spring & Switzerland, 2013). Kriteria pakan ternak yang ideal salah satunya yaitu mengandung protein tinggi. Pakan tepung ikan merupakan salah satu primadona para peternak untuk memenuhi kebutuhan protein bagi ternak. Namun, harga pakan tepung ikan saat ini tergolong mahal karena sebagian besar permintaan masih bergantung pada impor (Husain & Serdiati, 2014).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan protein bagi ternak yakni melalui pemanfaatan insekta sebagai pengganti sumber protein. Oleh karena itu, tepung maggot *Black Soldier Fly* mulai dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena kandungan asam aminonya yang tidak kalah dengan sumber-sumber protein lainnya (Wardhana, 2017). Kandungan protein pada maggot BSF berkisar 49,67% (Cahyani et al., 2020).

Upaya dalam melakukan peningkatan produksi maggot BSF dipengaruhi oleh media tumbuh yang digunakan (Amran et al., 2021). Ampas tahu terfermentasi mampu meningkatkan kandungan nutrisi pada media tumbuh maggot BSF, sehingga dapat membantu pertumbuhan maggot BSF dan meningkatkan kandungan nutrisi pada maggot BSF (Amran et al., 2021).

Yoghurt umumnya mengandung bakteri probiotik seperti *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus sp.* yang dapat berperan sebagai kultur starter pada media pertumbuhan maggot BSF. Selain itu, bakteri *Lactobacillus sp.* juga mempunyai aktivitas proteolitik (Suciati et al., 2016). Enzim protease yang dihasilkan oleh mikroorganisme proteolitik akan merombak protein yang terkandung dalam ampas tahu. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan konsentrasi yoghurt yang tepat untuk meningkatkan produksi maggot BSF, ditinjau dari bobot maggot BSF, kadar protein maggot BSF kering, *survival rate* maggot BSF, dan densitas populasi maggot BSF.

## **METODE**

Variabel bebas yang digunakan adalah media ampas tahu yang difermentasi oleh yoghurt dengan berbagai konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan ialah 0,1%, 0,3%, dan 0,5%. Variabel terikat berupa peningkatan produksi maggot BSF yang ditandai dengan parameter berupa bobot maggot BSF, kadar protein maggot BSF kering, *survival rate*, dan densitas populasi maggot BSF. Pada kontrol positif digunakan pakan konsumtif maggot BSF yang terdiri dari 75 gram dedak dan 75 gram tepung jagung dalam 350 ml air, menurut Somroo et al. (2019) *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Sedangkan pada kontrol negatif berupa media ampas tahu yang tidak difermentasi oleh yoghurt.

### **Pembuatan Media Ampas Tahu dengan Kultur Starter Yoghurt**

Kultur starter dibuat dengan mengencerkan yoghurt dalam aquadest steril pada berbagai perbandingan, sehingga membentuk larutan yoghurt dengan konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5%. Ampas tahu diperas, kemudian diberi kultur starter berupa larutan yoghurt dengan berbagai konsentrasi yang sudah dibuat sebelumnya. Mula-mula, 1.000 gram ampas tahu dikali sebanyak perlakuan penelitian diinokulasikan dengan larutan yoghurt sesuai perlakuan konsentrasi sebanyak 100 ml. Media ampas tahu dengan kultur starter bakteri pada yoghurt kemudian diinkubasi selama 3 hari sebagai proses fermentasi, kemudian digunakan sebagai media tumbuh maggot BSF.

### **Produksi Maggot BSF**

Berdasarkan penelitian Amran et al. (2021), dilakukan prosedur produksi maggot BSF. Kotak plastik dengan ukuran 38 x 32 x 11 cm diisi dengan ampas tahu yang sudah difermentasi dengan yoghurt sesuai perlakuan sebanyak 200 gram. Kemudian masing-masing kotak yang sudah berisi media, ditambahkan 0,3 gram telur maggot BSF. Maggot BSF diberi pakan sebanyak 200 gram per hari hingga hari ke-5. Setelah itu, maggot BSF mulai diberi pakan sebanyak 500 gram hingga 1.000 gram sampai hari panen.

Maggot BSF dipanen 14 hari kemudian setelah telur menetas. Maggot BSF yang dipanen kemudian dilakukan pengukuran parameter berupa bobot maggot BSF, kadar protein maggot BSF kering, *survival rate* maggot BSF, dan densitas populasi maggot BSF.

### **Pengujian Parameter Peningkatan Produksi Maggot BSF**

#### **Bobot Maggot BSF**

Maggot BSF langsung ditimbang langsung setelah panen tanpa melewati proses apapun. Pengukuran bobot maggot BSF dilakukan dengan menggunakan timbangan digital.

#### **Kadar Protein Maggot BSF Kering**

Sampel maggot BSF dikeringkan menggunakan *microwave* selama 1 jam. Pengujian kadar protein maggot BSF kering menggunakan metode Semimikro Kjeldahl menurut SNI 01.2891.1992.

#### **Survival Rate Maggot BSF**

Perolehan data *survival rate* maggot BSF diawali dengan menghitung estimasi populasi maggot BSF pada usia 5 hari dan usia panen menggunakan metode Schnabel. Apabila data estimasi populasi sudah diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan *survival rate* maggot BSF. Rumus untuk menghitung *survival rate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Survival Rate} = \frac{\text{jumlah maggot BSF yang hidup hingga akhir pemeliharaan}}{\text{jumlah maggot BSF yang hidup di awal pemeliharaan}} \times 100\% \quad (1)$$

#### **Densitas Populasi Maggot BSF**

Perolehan data densitas populasi maggot BSF diawali dengan menghitung estimasi populasi maggot BSF pada usia panen menggunakan metode Schnabel. Apabila data estimasi populasi sudah diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan densitas populasi maggot BSF. Menghitung densitas populasi maggot BSF dapat menggunakan rumus metode volumetrik:

$$D = \frac{N}{S} \quad (2)$$

Keterangan:

D = Densitas populasi maggot BSF (ekor/cm<sup>3</sup>).

N = Jumlah individu.

S = Volume media.

#### **Analisis Data**

Data diuji dengan *software* IBM SPSS *Statistic* 26. Analisis yang dilakukan ialah ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan diantara perlakuan, maka dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh terhadap bobot maggot BSF, kadar protein maggot BSF kering, *survival rate* maggot BSF, dan densitas populasi maggot BSF.

**Tabel 1. Penyajian akhir hasil uji DMRT pada bobot maggot BSF**

Perlakuan	Bobot (gram)
Pakan Konsumtif	79,66 <sup>a</sup> ± 9,62
0%	562,97 <sup>b</sup> ± 52,59
0,1%	682,13 <sup>c</sup> ± 28,65
0,3%	755,46 <sup>d</sup> ± 42,53
0,5%	822,10 <sup>e</sup> ± 44,47

Hasil penelitian bobot maggot BSF berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan 0,5% (ampas tahu + yoghurt 5%) memiliki rata-rata yang paling tinggi, yaitu 822,10 gram. Uji *One Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada bobot maggot BSF terhadap media tumbuh terfermentasi. Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada bobot maggot BSF dapat dilihat pada Tabel 1, menunjukkan bahwa perlakuan pada media tumbuh ampas tahu yang difermentasi oleh berbagai konsentrasi yoghurt memberikan pengaruh nyata terhadap bobot maggot BSF.

**Tabel 2. Penyajian akhir hasil uji DMRT pada kadar protein maggot BSF kering**

Perlakuan	Kadar Protein (%)
Pakan Konsumtif	36,09 <sup>a</sup> ± 0,00
0,5%	54,66 <sup>b</sup> ± 2,24
0,3%	54,66 <sup>b</sup> ± 2,24
0 %	58,73 <sup>bc</sup> ± 0,99
0,1%	62,56 <sup>c</sup> ± 6,41

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengujian kadar protein maggot BSF kering menunjukkan bahwa perlakuan 0,1% (ampas tahu + yoghurt 1%) memiliki rata-rata persentase kadar protein yang paling tinggi, yaitu 62,56%. Kadar protein maggot BSF kering diuji menggunakan *One Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada kadar protein maggot BSF kering terhadap media tumbuh terfermentasi. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan pada media tumbuh ampas tahu yang difermentasi oleh berbagai konsentrasi yoghurt memberikan pengaruh nyata terhadap kadar protein maggot BSF kering.

**Tabel 3. Penyajian akhir hasil uji DMRT pada *survival rate* maggot BSF**

Perlakuan	<i>Survival Rate</i> (%)
Pakan Konsumtif	57,80 <sup>a</sup> ± 6,79
0%	89,00 <sup>b</sup> ± 2,34
0,1%	90,80 <sup>bc</sup> ± 2,59
0,3%	93,20 <sup>bc</sup> ± 3,03
0,5%	95,00 <sup>c</sup> ± 2,00

Hasil perhitungan pada *survival rate* maggot BSF pada Tabel 3 menunjukkan perlakuan 0,5% (ampas tahu + yoghurt 5%) memiliki rata-rata persentase *survival rate* maggot BSF yang paling tinggi dengan persentase 95%. Data *survival rate* maggot BSF yang diuji menggunakan *One Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada *survival rate* maggot BSF terhadap media tumbuh terfermentasi. Hasil uji DMRT yang dapat dilihat pada Tabel 3, menunjukkan bahwa perlakuan pada media tumbuh ampas tahu yang difermentasi oleh berbagai konsentrasi yoghurt tidak memberikan pengaruh nyata terhadap *survival rate* maggot BSF.

**Tabel 4. Penyajian akhir hasil uji DMRT pada densitas populasi maggot BSF**

Perlakuan	Densitas Populasi (ekor / cm <sup>3</sup> )
Pakan Konsumtif	0,558 <sup>a</sup> ± 0,23
0%	3,024 <sup>b</sup> ± 0,48
0,1%	3,184 <sup>b</sup> ± 0,38
0,3%	3,410 <sup>bc</sup> ± 0,33
0,5%	3,686 <sup>c</sup> ± 0,35

Hasil perhitungan densitas populasi maggot BSF berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa perlakuan 0,5% (ampas tahu + yoghurt 5%) memiliki rata-rata densitas populasi yang paling tinggi, yaitu 3,69 ekor/cm<sup>3</sup>. Data densitas populasi maggot BSF yang diuji menggunakan *One Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada densitas populasi maggot BSF terhadap media tumbuh terfermentasi. Hasil uji DMRT dapat dilihat pada Tabel 4, menunjukkan bahwa perlakuan pada media tumbuh ampas tahu yang difermentasi oleh berbagai konsentrasi yoghurt memberikan pengaruh nyata terhadap densitas populasi maggot BSF.

Hasil peningkatan produksi maggot BSF menggunakan media terfermentasi, menunjukkan adanya pengaruh terhadap bobot maggot BSF, kadar protein maggot BSF kering, *survival rate* maggot BSF, dan densitas populasi maggot BSF. Bobot maggot BSF tertinggi terdapat pada media tumbuh dengan konsentrasi yoghurt 0,5%, yang memiliki rata-rata sebesar 822,10 gram. Media tumbuh terfermentasi memberi pengaruh terhadap bobot maggot BSF. Hal ini dikarenakan media tumbuh yang berupa ampas tahu difermentasi oleh mikroorganisme yang terkandung di dalam yoghurt. Ampas tahu

yang difermentasi oleh yoghurt menyebabkan nutrisi yang terkandung pada ampas tahu dirombak oleh mikroorganisme. Lestari et al. (2020) menyebutkan bahwa proses fermentasi oleh mikroorganisme mampu meningkatkan kandungan nutrisi yang terkandung pada media tumbuh maggot BSF. Bobot maggot BSF akan meningkat pada media tumbuh yang terfermentasi, karena akan meningkatkan kemampuan konsumsi pada maggot BSF (Rahayu et al., 2020).

Kadar protein maggot BSF kering tertinggi terdapat pada media tumbuh dengan konsentrasi yoghurt 0,1%, yang memiliki rata-rata persentase sebesar 62,56%. Berbeda dengan parameter peningkatan produksi lain seperti bobot dan densitas populasi maggot BSF yang memiliki hasil terbaik pada konsentrasi 0,5%. Kondisi tersebut disebabkan oleh maggot BSF pada media tumbuh dengan konsentrasi 0,5% memiliki densitas populasi yang lebih padat, apabila dibandingkan dengan konsentrasi yoghurt 0,1%. Sesuai dengan penelitian sebelumnya, bahwa kadar protein maggot BSF kering berkorelasi negatif dengan densitas populasi maggot BSF (Barragan-fonseca et al., 2018; Yakti et al., 2022). Semakin tinggi kadar protein maggot BSF pada densitas populasi maggot BSF yang rendah, menjelaskan tingginya ketersediaan protein pada media tumbuh maggot BSF (Yakti et al., 2022).

Fermentasi pada media tumbuh maggot BSF memberi pengaruh terhadap kadar protein maggot BSF kering. Media tumbuh yang digunakan dalam penelitian ini berupa ampas tahu terfermentasi. Proses fermentasi pada ampas tahu oleh mikroorganisme dalam yoghurt menyebabkan nutrisi yang terkandung pada ampas tahu dirombak oleh mikroorganisme. Seperti yang diungkapkan oleh Amran et al. (2021) dan Lestari et al. (2020), mikroorganisme pada yoghurt yang ditambahkan mampu merombak nutrisi yang terkandung pada media tumbuh. Akibatnya, protein yang terkandung pada media tumbuh ditingkatkan, kemudian diserap oleh maggot BSF. Kadar protein yang terkandung pada maggot BSF dipengaruhi oleh komposisi nutrisi pada media tumbuh.

*Survival rate* maggot BSF tertinggi terdapat pada media tumbuh dengan konsentrasi yoghurt 0,5%, memiliki rata-rata persentase sebesar 95%. Perlakuan fermentasi pada media tumbuh terfermentasi memberi pengaruh terhadap *survival rate* maggot BSF (Kinasih et al., 2018; Lalander et al., 2019; Sari et al., 2021). Ampas tahu pada media tumbuh maggot BSF memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, yakni sekitar 26,6% (Masyhura et al., 2019). Pada penelitian Hakim et al. (2017) menunjukkan bahwa tingginya kandungan protein pada media pertumbuhan berbanding lurus terhadap persentase *survival rate*, dibandingkan dengan media pertumbuhan lainnya. Hal tersebut membuat ampas tahu menjadi media pertumbuhan yang baik untuk maggot BSF. Nutrisi pada ampas tahu dirombak oleh mikroorganisme dalam yoghurt dan mampu memicu peningkatan bahan organik, sehingga meningkatkan jumlah nutrisi. Mangunwardoyo et al. (2011) dan Herlinae et al. (2021) menyebutkan bahwa nutrisi pada media tumbuh yang berkualitas akan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan maggot BSF. Peningkatan kualitas nutrisi pada media pertumbuhan dapat dilakukan melalui proses fermentasi, karena media tumbuh akan disederhanakan (Junaedi, 2021).

Densitas populasi maggot BSF tertinggi terdapat pada media tumbuh dengan

konsentrasi yoghurt 0,5%, sebesar 3,69 ekor/cm<sup>3</sup>. Media tumbuh terfermentasi memberi pengaruh terhadap densitas populasi maggot BSF. Nutrien yang terkandung pada ampas tahu apabila dikombinasikan dengan mikroorganisme akan memicu peningkatan bahan organik, sehingga meningkatkan jumlah nutrien (Junaedi, 2021). Peningkatan kualitas nutrien pada media tumbuh dipengaruhi oleh proses fermentasi oleh mikroorganisme, sehingga pertumbuhan maggot BSF ditingkatkan (Rahayu et al., 2020; Rehman et al., 2017). Densitas populasi maggot BSF dipengaruhi oleh tersedianya nutrien yang cukup pada media tumbuh, karena perkembangan maggot BSF dengan nutrien yang tercukupi akan meningkatkan densitas populasi maggot BSF (Amran et al., 2021; Rizki et al., 2017).

## KESIMPULAN

Bobot dan densitas populasi maggot BSF menunjukkan hasil tertinggi pada konsentrasi yoghurt 0,5%. Pada kadar protein maggot BSF kering menunjukkan hasil tertinggi pada konsentrasi yoghurt 0,1%. Ampas tahu yang terfermentasi oleh berbagai konsentrasi yoghurt memberikan pengaruh nyata terhadap bobot, kadar protein, dan densitas populasi maggot BSF. *Survival rate* maggot BSF menunjukkan bahwa media tumbuh maggot BSF berupa ampas tahu dengan kultur starter bakteri pada yoghurt memberikan pengaruh terhadap *survival rate* maggot BSF, tetapi tidak memberikan perbedaan yang nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amran, M., Nuraini, N., & Mirzah. (2021). Pengaruh Media Biakan Fermentasi dengan Mikroba yang Berbeda terhadap Produksi Maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Peternakan*, 18(1), 41.
- Barragan-fonseca, K. B., Dicke, M., & van Loon, J. J. A. (2018). Influence of Larval Density and Dietary Nutrient Concentration on Performance, Body Protein, and Fat Contents of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 166(9), 761–770.
- Cahyani, P. M., Maretha, D. E., & Asnilawati. (2020). Uji Kandungan Protein, Karbohidrat dan Lemak pada Larva Maggot (*Hermetia illucens*) yang di Produksi di Kalidoni Kota Palembang dan Sumbangannya pada Materi Insekta di Kelas X SMA/MA. *Bioilmi*, 6(2), 120–128.
- Hakim, A. R., Prasetya, A., & Petrus, H. T. B. M. (2017). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva *Hermetia illucens*. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 12(2), 179–192.
- Herlinae, Yemima, & Kadie, L. A. (2021). Respon Berbagai Jenis Kotoran Ternak sebagai Media Tumbuh Terhadap Densitas Populasi Maggot (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 10(1), 10–15.
- Husain, M. H., & Serdiati, N. (2014). Potensi dan Kualitas Tepung Ikan untuk Produksi Ternak: Studi Kasus Desa Sibolang, Pantai Barat Sulawesi Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner*, 584–590.
- Junaedi, J. (2021). Kualitas Nutrisi Ampas Tahu yang Difermentasi dengan Penambahan Level *Aspergillus niger* yang Berbeda. In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Kinasih, I., Putra, R. E., Permana, A. D., Gusmara, F. F., & Nurhadi, M. Y. (2018). Growth Performance of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) Fed on Some Plant Based Organic Wastes. *Journal of Biosciences*, 25(2), 79–84.
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrugg, C., & Vinnerås, B. (2019). Effects of Feedstock on

- Larval Development and Process Efficiency in Waste Treatment with Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*, 208, 211–219.
- Lestari, A., Wahyuni, T. H., Mirwandhono, E., & Ginting, N. (2020). Maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Nutritional Content Using Various Culture Media. *Jurnal Peternakan Integratif*, 8(3), 202–211.
- Mangunwardoyo, W., Aulia, & Hem, S. (2011). Penggunaan Bungkil Inti Kelapa Sawit Hasil Biokonversi sebagai Substrat Pertumbuhan Larva *Hermetia illucens* L (Maggot). *Jurnal Biota*, 16(2), 166–172.
- Masyhura, M., Rangkuti, K., & Fuadi, M. (2019). Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu dalam Upaya Diversifikasi Pangan. *Agritech: Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 2(2), 52–54.
- Rahayu, T. P., Novianto, E. D., & Viana, C. D. N. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi Dedak dan Limbah Kulit Nanas Terhadap Biomassa Larva *Hermetia illucens*. *Jurnal Sains Peternakan*, 8(2), 114–121.
- Rehman, K. ur, Rehman, A., Cai, M., Zheng, L., Xiao, X., Somroo, A. A., Wang, H., Li, W., Yu, Z., & Zhang, J. (2017). Conversion of Mixture of Dairy Manure and Soybean Curd Residue by Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.). *Journal of Cleaner Production*, 154, 366–373.
- Rizki, S., Hartami, P., & Erlangga. (2017). Tingkat Densitas Populasi Maggot pada Media Tumbuh yang Berbeda. *Acta Aquatica*, 4(1), 21–25.
- Sari, D. A., Sari, A. A., Kinasih, I., & Putra, R. E. (2021). Pengaruh Kombinasi Makronutrien Pakan Terhadap Kelulushidupan, Pertumbuhan dan Komposisi Nutrisi Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*). *Jurnal ILMU DASAR*, 22(2), 137–146.
- Somroo, A. A., ur Rehman, K., Zheng, L., Cai, M., Xiao, X., Hu, S., Mathys, A., Gold, M., Yu, Z., & Zhang, J. (2019). Influence of *Lactobacillus buchneri* on Soybean Curd Residue Co-conversion by Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) for Food and Feedstock Production. *Waste Management*, 86, 114–122.
- Spring, P., & Switzerland, B. (2013). The Challenge of Cost Effective Poultry and Animal Nutrition: Optimizing Existing and Applying Novel Concepts. *Lohmann Information*, 48(1), 38–46.
- Suciati, P., Tjahjaningsih, W., Masithah, E. D., & Pramono, H. (2016). Aktivitas Enzimatis Isolat Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 8(2), 94.
- Wardhana, A. H. (2017). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as an Alternative Protein Source for Animal Feed. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 26(2), 069.
- Yakti, W., Schulz, S., Marten, V., Mewis, I., Padmanabha, M., Hempel, A., Kobelski, A., Streif, S., & Ulrichs, C. (2022). The Effect of Rearing Scale and Density on the Growth and Nutrient Composition of *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *Sustainability*, 14, 1–23.

## **SCREENING BAKTERI COLIFORM PADA AIR MINUM ISI ULANG DI DAMIU, KEC. UMBULHARJO YOGYAKARTA**

**MR Maillissa<sup>1</sup>, TY Budiarto<sup>1\*</sup>, C Amarantini<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana.  
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25, Yogyakarta 55224, Yogyakarta, Indonesia.  
Tel./fax.: +62-274-563929

\*Email: yahya@syudents.ukdw.ac.id

### **ABSTRAK**

DAMIU merupakan penyedia air minum isi ulang yang menjadi pilihan banyak orang dikarenakan oleh harga yang sangat terjangkau. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan deteksi awal dari bakteri Coliform dalam air minum isi ulang DAMIU di daerah Kec. Umbulharjo, Yogyakarta. Sampel diambil dari 10 DAMIU yang berbeda di daerah Kec. Umbulharjo, Yogyakarta. Kemudian sebanyak 10 sampel ditumbuhkan ke dalam media selektif CCA untuk menumbuhkan bakteri terduga Coliform. Koloni bakteri Coliform akan tumbuh dengan warna merah dan koloni bakteri non-Coliform akan tumbuh dengan warna putih yang kemudian ditumbuhkan pada media SSA untuk menumbuhkan bakteri terduga Salmonella/Shigella. Sebanyak 49 isolat tunggal diperoleh dari proses pemurnian tersebut yang kemudian dianalisa secara morfologi dengan gram-staining, dan dilakukan 8 uji biokimia yaitu IMViC, TSIA, Urea, Laktosa dan Sorbitol. Berdasarkan hasil Analisa, terdapat beberapa dugaan bakteri yaitu *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter gergoviae*, *Enterobacter hormaechei*, *Enterobacter intermedius*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella planticola*, *Klebsiella pneumoniae* subs. *Rhinoscleromatis*, *Serratia marcescens*, *Serratia entomophila*, *Serratia ficaria*, *Serratia odorifera* biogroup 1 & 2, *Serratia plymuthica*.

**Kata kunci:** Air minum isi ulang, Enterobacteriaceae, Coliformi, Umbulharjo.

### **PENDAHULUAN**

Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) merupakan usaha yang melakukan pengolahan air baku menjadi air minum. Proses pengolahan dilakukan dengan menggunakan *filter* dan juga lampu UV. Depot ini menjadi alternatif bagi masyarakat dikarenakan oleh harga dari AMDK yang lumayan tinggi, sehingga masyarakat lebih memilih DAMIU karena memiliki harga yang jauh lebih terjangkau. DAMIU (Tarelluan dkk., 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Wandrivel dkk. (2012) dan Rahayu dkk. (2017) ditemukan bahwa dalam beberapa sampel air minum dari depot pengisian air ulang di Kec. Bungus, Padang dan Margahayu Raya, Bandung tidak memenuhi standar baku mutu air minum yang telah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia dikarenakan telah terkontaminasi dengan bakteri *Coliform*. Konsumsi air minum yang telah terkontaminasi dengan bakteri tersebut dapat menimbulkan diare (Luby dkk., 2015).

Penelitian mengenai kualitas air minum dari DAMIU di Yogyakarta masih belum banyak dilakukan, terutama di daerah Kec. Umbulharjo yang memiliki angka penderita diare tertinggi di Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan deteksi awal terhadap kehadiran bakteri *Coliform* di dalam air minum isi ulang dari DAMIU sekitar Kec. Umbulharjo, Yogyakarta.

## METODE

### 1.1. Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil berasal dari 10 DAMIU yang dipilih secara acak di daerah Kec. Umbulharjo, Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan wadah yang telah disterilkan, dan proses pengambilan dilakukan langsung oleh karyawan DAMIU tersebut yang kemudian ditutup dengan rapat dan menggunakan *plastic wrap* lalu dibawa ke Laboratorium Industri Universitas Kristen Duta Wacana dan diberi label S1 hingga S10.

### 1.2. Seleksi bakteri *coliform* pada media selektif

Sampel yang telah dikumpulkan kemudian diinokulasikan ke dalam media selektif CCA dengan menggunakan metode *pour plate* dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 24-48 jam. Koloni terduga bakteri *coliform* akan tumbuh dengan warna merah, dan koloni yang tumbuh dengan warna putih terduga sebagai bakteri non *coliform*, namun bakteri *enterobacteriaceae* (Finney, dkk, 2003).

Kemudian koloni putih pada CCA diinokulasikan ke dalam media selektif SSA dan diinokulasikan selama 24-48 jam pada suhu ruang. Koloni yang tumbuh dengan warna pink adalah terduga bakteri *coliform*, koloni yang berwarna hitam diduga adalah bakteri *Salmonella*, koloni berwarna putih diduga adalah bakteri *Shigella* dan koloni merah diduga adalah bakteri *coliform* (Rahmiati, 2016).

### 1.3. Uji Biokimia

Setelah dilakukan pemurnian bakteri dari sampel pada media CCA dan SSA, kemudian setiap isolat dilanjutkan ke dalam uji biokimia yaitu Indole, MR, VP, *Citrate*, TSIA, Urea, D-Sorbiol, dan Laktosa.

#### 1.3.1. Uji *Indole*

Uji ini dilakukan dengan melakukan inokulasi isolat ke dalam tabung reaksi berisi media *Indole* menggunakan jarum ose dengan steril, kemudian diinkubasikan selama 24-48 jam dalam suhu 37°C. Setelah diinkubasikan, diteteskan reagen Kovac secara perlahan melalui dinding tabung reaksi sampai muncul garis pemisah media dan reagen. Uji positif akan ditandai dengan pembentukan cincin warna merah pada garis pemisah (Ulfa dkk., 2016).

#### 1.3.2. Uji *Methyl Red* dan *Voges Proskauer*

Uji ini dilakukan dengan melakukan isolasi isolat dengan menggunakan jarum ose ke dalam media MR-VP dengan steril, lalu diinkubasikan selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Setelah itu media pada tiap tabung reaksi dibagi menjadi 2 untuk melakukan uji MR-VP. Uji MR dilakukan dengan meneteskan *methyl red indicator* sebanyak 5 tetes, hasil positif ditandai dengan perubahan warna menjadi merah. Untuk uji VP ditambahkan 10 tetes reagen Barrit's A lalu media dihomogenisasikan dan kemudian ditambahkan lagi 10 tetes reagen Barrit's B, hasil positif ditunjukkan dengan adanya warna merah yang muncul pada bagian atas media (Cappucino, 2018).

### 1.3.3. Uji *Simmon's Citrate*

Uji ini dilakukan dengan melakukan isolasi isolat menggunakan jarum ose ke dalam media *Simmon's Citrate* dengan cara digores secara zig zag pada permukaan medium, setelah itu diinkubasikan selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil positif akan ditandai dengan perubahan warna medium dari warna hijau menjadi warna biru (Antriana, 2014).

### 1.3.4. Uji TSIA

Uji ini dilakukan dengan melakukan inokulasi isolat ke dalam media TSIA secara aseptis dengan menggunakan ose tusuk pada bagian dasar media, dan menggunakan ose *loop* pada bagian slant/miring dari media. Setelah itu, diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 31°C. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas yang ditandai dengan pecahnya media (Cappucino, 2018).

### 1.3.5. Uji Urea

Uji ini dilakukan dengan melakukan inokulasi isolat ke dalam media *urea broth* dengan menggunakan ose *loop* secara aseptis kemudian diinkubasi pada suhu 31°C selama 24-48 jam. Hasil positif ditandai dengan terjadi perubahan warna media menjadi merah (Cappucino, 2018).

### 1.3.6. Uji D-Sorbitol

Uji ini dilakukan dengan melakukan isolasi isolat menggunakan jarum ose ke dalam media D-Sorbitol lalu diinkubasikan dalam suhu 37°C selama 24-48 jam. Hasil positif akan ditandai dengan perubahan medium menjadi kuning (Cappucino, 2018).

### 1.3.7. Uji Laktosa

Uji ini dilakukan dengan melakukan isolasi isolat menggunakan jarum ose ke dalam media Laktosa lalu diinkubasikan dalam suhu 37°C selama 24-48 jam. Hasil positif akan ditandai dengan perubahan media menjadi kuning (Cappucino, 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Seleksi bakteri dengan menggunakan media selektif SSA dan CCA dapat dilihat pada Tabel 1., dari 10 sampel DAMIU diperoleh 41 isolat yang terdiri dari 16 isolat koloni merah salmon (SM), 10 koloni merah gelap (MG), dan 15 isolat koloni putih (P) isolat dengantipe koloni SM dan MG diperoleh dari media CCA, sedangkan tipe koloni putih diperoleh dari koloni putih dari media CCA yang kemudian diinkubasikan ke dalam media selektif SSA.

CCA (*Coliform Chromocult Agar*) adalah media yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri *coliform*, terutama *Escherichia coli*. CCA mengandung dua substrat kromogenik yaitu Salmon-GAL dan X-glucronide. Koloni bakteri *coliform* akan tumbuh dengan warna merah salmon disebabkan oleh enzim  $\beta$ -Galactosidase yang mendegradasi Salmon-GAL dan menghasilkan senyawa kromogenik merah salmon. *E. coli* akan tumbuh dengan warna biru tua disebabkan oleh kedua enzim tersebut sehingga dapat mendegradasi kedua substrat dan akan menghasilkan senyawa kromogenik yang berwarna biru tua. Bakteri yang *Enterobacteriaceae* non-coliform akan

tumbuh dengan warna putih yang disebabkan oleh ketidakmampuan dalam memproduksi  $\beta$ -Galactosidase dan  $\beta$ -glucuronidase sehingga tidak terjadinya degradasi substrat dan tidak munculnya senyawa kromogenik menyebabkan bakteri Enterobacteriaceae tumbuh dengan warna putih (Finney dkk., 2003).

SSA (*Salmonella Shigella Agar*) adalah media selektif yang digunakan untuk identifikasi *Salmonella* dan *Shigella*. *Bile salts*, *brilliant green*, dan sodium dalam media ini akan menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. Media ini akan mendeteksi kemampuan dari bakteri gram negatif terutama *Salmonella*, *Shigella* dan bakteri *coliform* yang dapat memfermentasikan laktosa. Bakteri *coliform* akan tumbuh dengan warna kuning atau merah muda dikarenakan oleh produk senyawa asam yang dihasilkan oleh proses fermentasi laktosa tersebut, semakin tinggi senyawa asam yang dihasilkan maka koloni bakteri tersebut akan bertumbuh dengan warna merah muda, koloni bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 akan tumbuh dengan warna merah muda (Himedia, 2011).

**Tabel 1. Koloni *coliform* yang diperoleh dari tiap sampel DAMIU**

Sampel	Koloni Merah		Koloni Merah Gelap		Koloni Putih (P)	Kode Isolat
	Salmon (MS)	Kode Isolat	Gelap (MG)	Kode Isolat		
1	1	1MS1	-	-	-	
2	1	2MS1	1	2MG1	2	2P1 2P2
3	3	3MS1 3MS2	3	3MG1 3MG2 3MG3	-	-
4	2	4MS1 4MS2	-	-	-	-
5	1	5MS1	1	5MG1	2	5P1 5P2
6	-	-	2	6MG1 6MG2	4	6P1 6P2 6P3 6P4
7	2	7MS1 7MS2	-	-	4	7P1 7P2 7P3 7P4
8	2	8MS1 8MS2	1	8MG1	0	- -
9	2	9MS1 9MS2	-	-	2	9P1 9P2
10	2	10MS1 10MS2	2	10MG1 10MG2	1	10P1

Koloni yang diperoleh dari proses pemurnian pada Tabel 1. kemudian diidentifikasi lebih lanjut dengan menggunakan uji biokimia. Uji biokimia yang digunakan pada penelitian ini adalah uji IMViC, Urease, Laktosa, dan Sorbitol. Hasil dari uji biokimia tiap isolat pada tiap uji kemudian dicatat dan dibandingkan dengan referensi. Berdasarkan hasil pada Tabel 2. teridentifikasi bakteri terduga *coliform* yaitu *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *E. gergoviae*, *E.hormaechei*, *E.intermedius*, *K. oxytoca*, *K. planticola*, *K. pneumoniae subs. Rhinoscleromatis*, *Serratia masrcescens*, *Serratia entomophila*, *Serratia ficaria*, *Serratia*

*odorifera* biogroup 1 & 2, *Serratia plymuthica*.

Hasil pada Tabel 2. menunjukkan adanya dugaan kontaminasi bakteri *coliform*, mengindikasikan kemungkinan air minum isi ulang dari DAMIU didaerah Kec. Umbulharjo, Yogyakarta tidak sesuai dengan standar baku mutu. Standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan (2010) terutama pada bidang mikroorganisme adalah 0 CFU/100 mL. Kehadiran dari bakteri *coliform* berpotensi untuk menimbulkan berbagai penyakit terhadap konsumennya seperti infeksi usus, disentri, hepatitis, demam tifoid, dan kolera (Khan, 2013).

**Tabel 2. Hasil uji biokimia isolate *coliform* asal DAMIU**

Kode isolat	Indole	MR	VP	Sitrat	TSIA	Urease	Laktosa	Sorbitol	Bakteri terduga
1MS1	-	-	-	+	-	+	-	-	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subs. <i>Rhinoscleromatis</i> (62,5%)
2MS1	-	+	+	+	-	+	+	-	<i>Enterobacter hormaechei</i> (100%)
2MG1	-	-	+	+	-	-	+	+	<i>Enterobacter aerogenes</i> (100%)
2P1	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Serratia entomophila</i> (87,5%)
2P2	-	-	-	+	-	-	-	-	
3MS1	-	-	-	+	-	+	-	-	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subs. <i>Rhinoscleromatis</i> (62,5%)
3MS2	-	+	+	+	-	+	+	+	<i>Kebsiella planticola</i> (100%)
3MG1	+	-	+	+	-	-	-	+	<i>Serratia masrcescens</i> (100%)
3MG2	+	+	+	+	-	-	+	+	<i>Serratia odorifera</i> biogroup 1 & 2 (100%)
3MG3	-	-	+	+	-	-	+	+	<i>Enterobacter aerogenes</i> (100%)
4MS1	+	-	+	+	-	-	-	+	<i>Serratia masrcescens</i> (87,5%)
4MS2	-	-	+	+	-	-	-	-	<i>Serratia entomophila</i> (100%)
5MS1	+	+	+	+	-	+	-	+	<i>Serratia odorifera</i> biogroup 2 (87,5%)
5MG1	+	+	-	+	-	-	+	+	<i>Serratia odorifera</i> biogroup 1 & 2 (87,5%)
5P1	+	+	+	+	-	+	+	+	<i>Klebsiella oxytoca</i> , ornithine positive (100%)

5P2	+	+	+	+	-	+	+	-	<i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>ornithine positive</i> (87,5%)
6MG1	-	-	+	+	-	-	+	+	<i>Enterobacter</i> <i>aerogenes</i> (100%)
6MG2	-	+	+	+	-	+	+	+	<i>Klebsiella planticola</i> (100%)
6P1	-	+	+	+	-	-	+	+	<i>Enterobacter</i> <i>intermedius</i> (100%); <i>Serratia plymuhica</i> (100%)
6P2	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Serratia</i> <i>entomophila</i>
6P3	-	-	-	+	-	-	-	-	(87,5%);
6P4	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Klebsiella Oxytoca</i> (75%); <i>Escherichia</i> <i>Coli</i> (75%)
7MS1	+	-	-	+	-	-	+	+	<i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>ornithine positive</i> (100%)
7MS2	+	+	+	+	-	+	+	+	<i>Serratia</i> <i>entomophila</i> (87,5%)
7P1	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Enterobacter</i> <i>intermedius</i> (100%); <i>Serratia plymuhica</i> (100%)
7P2	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Serratia</i> <i>ficaria</i> (87,5%)
7P3	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Serratia</i> <i>marcescens</i> (87,5%)
7P4	-	+	+	+	-	-	+	+	<i>Enterobacter</i> <i>intermedius</i> (100%); <i>Serratia plymuhica</i> (100%)
8MS1	+	+	+	+	-	-	-	+	<i>Enterobacter</i> <i>intermedius</i> (100%); <i>Serratia plymuhica</i> (100%)
8MS2	+	-	+	+	-	-	-	+	<i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>ornithine positive</i> (100%)
9MS1	+	+	+	+	-	+	+	+	<i>Serratia</i> <i>entomophila</i> (87,5%)
9MS2	+	+	+	+	-	+	+	+	<i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>ornithine positive</i> (100%)
9P1	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Serratia</i> <i>entomophila</i> (87,5%)
9P2	-	-	-	+	-	-	-	-	<i>Klebsiella panticola</i> (87,5%)
10MS1	-	+	+	+	-	+	+	-	<i>Enterobacter</i> <i>gergoviae</i> (100%)
10MS2	-	-	+	+	-	+	+	-	<i>Enterobacter</i> <i>intermedius</i> (100%); <i>Serratia plymuhica</i> (100%)
10MG1	-	+	+	+	-	-	+	+	<i>Serratina odorifera</i> <i>biogroup 1</i> (87,5 %)
10MG2	+	-	+	+	-	-	+	+	<i>Enterobacter</i> <i>gergoviae</i> (87,5%)
10P1	-	-	-	+	-	+	+	-	

Kontaminasi dari bakteri coliform ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal maupun eksternal. Faktor internal berupa sanitasi dari lingkungan DAMIU, kebersihan karyawan, dan juga kebersihan dari alat-alat yang digunakan. Sedangkan pada faktor eksternal adalah kualitas dari air yang digunakan sebagai bahan baku yang telah terkontaminasi oleh *coliform*, menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Yogahfanny (2015), ditemukan bahwa sungai Winongo di Yogyakarta yang berkemungkinan adalah sumber air baku air minum isi ulang, telah terkontaminasi oleh *coliform*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi awal menggunakan uji biokimia ditemukan bakteri terduga yaitu *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter gergoviae*, *Enterobacter hormaechei*, *Enterobacter intermedius*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella planticola*, *Klebsiella pneumoniae subs. Rhinoscleromatis*, *Serratia masrcrescens*, *Serratia entomophila*, *Serratia ficaria*, *Serratia odorifera biogroup 1 & 2*, *Serratia plymuthica* yang masuk kedalam bakteri *coliform* dan dapat menyebabkan penyakit diare. Sehingga perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cappucino, James G., Welsh, Chad, (2018), *Microbiology A Laboratory Manual*, 11<sup>th</sup> ed. Global edition, Pearson, Malaysia, pp. 163-227.
- Finney, M., Smullen, J., Foster, H. A., Brokx, S., & Storey, D. M. (2003). Evaluation of Chromocult Coliform Agar for the Detection and Enumeration of Enterobacteriaceae from faecal samples from healthy subjects, *Journal of Microbiological Methods*, Vol. 54(3), pp: 353-358.
- Himedia. Technical Data: SS Agar (Salmonella Shigella Agar). <https://himedialabs.com/TD/M108D.pdf>. Diakses 13 Agustus 2022, jam 22:09.
- Khan, Sardar; Shahnaz, Maria; Jehan, et al. (2013). Drinking Water Quality and Human Health Risk in Charsadda District, Pakistan, *Journal of Cleaner Prouction* Vol. 60(2013), pp: 93-101.
- Luby, Stephen P.; Halder, Amal K., dkk. (2015). Microbiological Contamination of Drinking Wattriser Associated with Subsequent Child Diarrhea, *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* Vol. 93(5), pp: 904-911.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). Peraturan Kesehatan Republik Indonesia, *Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010* Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta.
- Rahayu, Susi Afrianti; Gumilar, Muhammad Hidayat. (2017). Uji Cemarkan Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia Coli*, *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* Vol. 4(2), pp: 50-56.
- Rahmiati, (2016), Analisis Bakteri Salmonella-Shigella pada Kuah Sate Pedagang Kaki Lima, *BioLink* Vol. 3(1), pp: 31-36.

- Tarelluan, E. G., Sapulete, M. R., & Monintja, T. C. (2016). Gambaran Kualitas Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kelurahan Malalayang II, *Jurnal Kedokteran Komunitas Dan Tropik* Vol. 4(1), pp: 15-22.
- Ulfa, A., Suarsini, E., & al Muhdhar, M. H. I. (2016). Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat: *Penelitian Pendahuluan. In Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* Vol. 13(1), pp. 793-799.
- Wandrivel, Rido; Suharti, Netty; Lestari, Yuniar. (2012). Kualitas Air Minum Yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Bungus Padang Berdasarkan Persyaratan Mikrobiologi, *Jurnal Kesehatan Andalas* Vol. 1(3), pp: 129-133.
- Yoghafanny, Eka. (2015). Pengaruh Aktivitas Warga di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo, *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* Vol. 7(1), pp: 41-50.
- Yoghafanny, Eka. (2015). Pengaruh Aktivitas Warga di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo, *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* Vol. 7(1), pp: 41-50.

**PENGARUH FERMENTASI *Lactobacillus casei* FINCC0090 DAN *Saccharomyces cerevisiae* PADA KULIT NANAS LOKAL (*Ananas comosus* (L.) MERR) TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN (KOMPARASI EKSTRAK METANOL DAN ETANOL)**

**S Hartini**

Program Studi Kimia, FSM, Universitas Kristen Satya Wacana

P. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711

\*Email: sri.hartini@uksw.edu

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah menentukan kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan pada kulit nanas (*A.comosus* (L.) Merr) lokal yang difermentasi selama 72 jam oleh bakteri *L. casei* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Parameter uji yang digunakan yaitu, kadar fenolik total (KFT), aktivitas antioksidan, dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan fenolik total dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar  $14,2 \pm 1,13$  mgGAE/g dan  $14,4 \pm 1,22$  mgGAE/g. Aktivitas antioksidan dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar  $15,8 \pm 1,18$  %/50 mg/kg antioksidan dan  $31,6 \pm 1,07$  %/50 mg/kg antioksidan. Kandungan asam galat, katekin, EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* berturut – turut sebesar 141 mg/100 gram, 246 mg/100 gram, dan 51,7 mg/100 gram. Sedangkan adar fenolik total masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L.casei* berturut-turut sebesar  $15,4 \pm 1,35$  mgGAE/gram sampel dan  $6,65 \pm 1,45$  mgGAE/gram sampel. Kandungan asam galat, katekin, dan EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* (L.) Merr) lokal oleh *L.casei* berturut-turut 168 mg/100 gram, 170 mg/100 gram, dan 39,5 mg/100 gram. Sedangkan aktivitas antioksidan masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L.casei* berturut-turut sebesar  $30,1 \pm 1,03$ % per 50 mg/kg antioksidan dan  $74,0 \pm 1,09$ % per 50 mg/kg antioksidan.

**Kata kunci:** aktivitas antioksidan, fermentasi, polifenol, metanol, etanol

**PENDAHULUAN**

Produksi buah nanas di Indonesia dapat mencapai 1,39 juta ton per tahunnya (Tim PRMN 03, 2021). Namun demikian, masih banyak limbah dari hasil produksi tersebut yang belum dimanfaatkan. Limbah nanas sendiri mencapai 75 – 85% sedangkan bagian kulitnya bisa mendekati nilai 30 – 35% (Susi dkk., 2018). Padahal, kulit nanas masih memiliki berbagai macam potensi yang dapat dimanfaatkan. Menurut Ibrahim dkk. (2016), kulit nanas dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pakan ternak, juga berpotensi menjadi bioetanol (Syauqi dan Siti, 2020), cuka (Tanamool *et al.*, 2020) a potential newly isolated thermotolerant acetic acid bacteria (TH-AAB, teh (Universitas Islam Indonesia, 2017), dan sinbiotik (B. Akter and Rabeta, 2021; Suharyono dkk., 2020). Salah satu potensi penting lainnya dari kulit nanas adalah pemanfaatannya sebagai sumber antioksidan (Ali *et al.*, 2020).

Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi untuk menangkal senyawa – senyawa radikal oksidan seperti *Reactive Oxygen Species* (ROS), *Reactive Nitrogen Species* (RNS), dan *Reactive Sulfur Species* (RSS). Antioksidan sangat bermanfaat untuk mencegah terjadinya stres oksidatif yang disebabkan oleh senyawa radikal oksidan.

Antioksidan yang dikandung oleh kulit nanas yaitu vitamin A dan C, karotenoid, flavonoid, tannin, alkaloid, kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, dan enzim bromelin (Ibrahim dkk., 2016; Selasa, 2017).

Berbagai penelitian seperti yang dilakukan oleh Curiel *et al.* (2015), Hur *et al.* (2014), Verni *et al.* (2019), dan penelitian – penelitian lainnya membuktikan bahwa proses fermentasi dapat berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan di dalam sel. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi juga memiliki potensi untuk meningkatkan aktivitas antioksidan dari kulit nanas. Namun demikian, belum banyak penelitian yang berfokus pada pengaruh fermentasi tersebut terhadap aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Uraian di atas menunjukkan perlunya lebih banyak penelitian mengenai efek dari proses fermentasi terhadap jumlah dan aktivitas antioksidan pada kulit nanas. Pada penelitian ini, ditentukan efek fermentasi oleh biakan khamir *S. Cerevisiae* dan *L. casei* terhadap produksi serta aktivitas antioksidan yang dihasilkan dengan pengekstrak metanol dan etanol.

## **METODE**

### **Persiapan Sampel dan Fermentasi**

Kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal diperoleh dari pasar kota Salatiga. Kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) 3000 gram ditambah air kemudian di *blender* untuk memperoleh ekstrak air dari sampel. Persiapan biakan dilakukan dengan meremajakan khamir *S. cerevisiae* dan *L. casei*. Setelah itu, 250 mL ekstrak air kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan disterilisasi menggunakan otoklaf (121°C; 1,5 atm) selama 15 menit. Ekstrak yang telah disterilisasi kemudian didinginkan hingga suhu ruang. Kemudian, biakan ditambahkan ke dalam ekstrak dan diinkubasi selama 48 jam (25°C) untuk memperoleh *starter*.

### **Fermentasi (Tanamool *et al.*, 2021, dimodifikasi)**

Kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) 100 gram dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan disterilisasi dengan otoklaf (121°C; 1,5 atm) selama 15 menit. Sampel padat yang telah disterilisasi kemudian didinginkan hingga suhu ruang. Starter yang telah disiapkan kemudian ditambahkan ke dalam sampel dan diinkubasi selama 72 jam (25°C) untuk memperoleh sampel yang telah difermentasi. Setelah itu, sampel dikeringkan di dalam *drying cabinet* pada suhu 60°C selama 24 jam. Kemudian, sampel kering dihaluskan untuk mendapatkan bulir kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) kering yang telah difermentasi. Bulir tersebut disimpan di dalam botol sampel untuk tahap ekstraksi.

### **Ekstraksi Metanol dan Etanol (Tanamool *et al.*, 2021, dimodifikasi)**

Bulir kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) kering yang telah difermentasi diekstraksi dengan menggunakan 100 mL metanol dengan teknik maserasi selama 3 jam pada suhu 50°C. Kemudian ekstrak yang diperoleh dievaporasi pada suhu 60°C dengan menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak pekat. Setelah itu, ekstrak disimpan untuk analisis lebih lanjut. Metode ekstraksi kemudian diulang dengan mengganti metanol menjadi etanol.

### **Analisis Kandungan Fenolik Total (KFT) (Tanamool *et al.*, 2021, dimodifikasi)**

Nilai KFT dari ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) terfermentasi dianalisis dengan metode Folin-Ciocalteu. Sebanyak 0,5 mL ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5,5 mL air. Lalu, 1 mL reagen Folin-Ciocalteu ditambahkan ke dalam sampel ekstrak dan campuran tersebut diinkubasi selama 8 menit. Setelah itu, sebanyak 3 mL larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10% ditambahkan ke dalam sampel dan dicampur dengan menggunakan *vortex*. Kemudian, campuran tersebut diinkubasi selama 2 jam pada suhu ruang. Absorbansi sampel diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV – Vis pada  $\lambda = 768$  nm.

### **Uji Aktivitas Antioksidan (Jothy *et al.*, 2011) dimodifikasi**

Campuran larutan DPPH 0,2 mM sebanyak 6 mL disiapkan sebagai kontrol positif di dalam tabung reaksi dan sebanyak 0,2 mL sampel ekstrak metanol/etanol ditambahkan ke dalam 6 mL DPPH serta dihomogenkan dengan menggunakan *vortex*. Selanjutnya pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 518,5 nm dengan Spektrofotometer UV-Vis.

Aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) terfermentasi dianalisis dengan metode DPPH. Sebanyak 0,2 mL ekstrak sampel dicampur dengan 10 mL DPPH 0,2 mM dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Selain itu, disiapkan juga kontrol dengan cara mencampurkan 10 mL DPPH 0,2 mM dengan 0,2 mL etanol. Inhibisi DPPH diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV – Vis pada  $\lambda = 518,5$  nm.

### **Analisis KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi) (Martono dan Martono, 2012)**

Komposisi dari ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) terfermentasi dianalisis dengan menggunakan KCKT. Senyawa yang dianalisis yaitu asam galat, katekin, dan epigalokatekin galat. Fase gerak yang digunakan pada KCKT adalah  $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{H}_2\text{O} : \text{asetonitril} : \text{metanol}$  (14 : 7 : 3 : 1). Sampel ekstrak diencerkan sebanyak 10 kali dengan menggunakan metanol. Sampel diinjeksikan ke dalam KCKT dan dianalisis dengan menggunakan KCKT pada  $\lambda = 280$  nm.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Rendemen Ekstraksi Kulit Nanas**

Rendemen ekstrak pekat kulit nanas kering terfermentasi dan kontrol berturut – turut diperoleh sebanyak  $29,2 \pm 6,41$  % dan  $35,6 \pm 8,58$  % dengan menggunakan pelarut metanol. Sedangkan rendemen ekstrak pekat kulit nanas terfermentasi dan kontrol yang diperoleh menggunakan pelarut etanol berturut – turut sebanyak  $46,3 \pm 3,60$  % dan  $26,2 \pm 3,13$  % (**Tabel 1**).

**Tabel 1. Rendemen Ekstraksi Kulit Nanas (*A. comosus* L. Merr.) Kering Terfermentasi dan Kontrol dengan Pelarut Metanol dan Etanol**

Mikroba	Ekstrak	Perlakuan	
		Kontrol	Fermentasi
<i>S. cerevisiae</i>	Metanol	38,5 ± 9,26 <sup>aa</sup>	30,2 ± 6,63 <sup>bb</sup>
	Etanol	28,3 ± 3,38 <sup>bb</sup>	47,9 ± 3,73 <sup>aa</sup>
<i>L. casei</i>	Metanol	30,7 ± 1,24 <sup>ba</sup>	35,5 ± 1,26 <sup>ab</sup>
	Etanol	26,1 ± 1,13 <sup>aa</sup>	53,2 ± 1,17 <sup>bb</sup>

**Keterangan:**

Semua nilai dinyatakan dalam rata – rata ± SE

Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Komparasi ekstrak hanya pada tingkat mikroba.

Berdasarkan hasil tersebut dapat ditentukan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada rendemen yang diperoleh antara hasil ekstrak kulit nanas yang terfermentasi dengan *S. cerevisiae* dan kulit nanas yang tidak terfermentasi. Selain itu, diperoleh juga bahwa pemilihan pelarut dan proses fermentasi dapat berpengaruh terhadap hasil ekstraksi. Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian Padmawati dkk. (2020) yang menunjukkan bahwa pemilihan pelarut dapat berpengaruh terhadap rendemen ekstraksi yang diperoleh. Berdasarkan hasil pada penelitian ini, rendemen tertinggi diperoleh pada ekstraksi dengan menggunakan etanol pada kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) yang telah difermentasi dengan menggunakan khamir *S. cerevisiae*.

Berdasarkan **Tabel 1**, perbedaan jenis pelarut dan biakan memberikan pengaruh yang nyata. Hasil ekstraksi tertinggi terdapat pada sampel yang telah difermentasi oleh *L. casei* dan diekstrak dengan pelarut etanol, yaitu sebesar  $53,2 \pm 1,17$  %b/b. Hasil ekstraksi dipengaruhi oleh penggunaan jenis pelarut terhadap senyawa-senyawa yang memiliki kelarutan yang tinggi. Tingginya jumlah ekstrak etanol pada sampel yang difermentasi *L. casei* menunjukkan bahwa produk-produk yang telah difermentasi oleh *L. casei* memiliki kelarutan yang tinggi di dalam etanol. Hasil tersebut selaras dengan penelitian Rifai dkk. (2018) mengenai pengaruh jenis pelarut menyatakan bahwa pelarut etanol menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi dari metanol. Hal tersebut disebabkan produk asam laktat yang dihasilkan oleh *L. casei* selama proses fermentasi (Wadhwa *et al*, 2015).

**Kandungan Fenolik Total**

Kandungan antioksidan di dalam ekstrak kulit nanas ditentukan berdasarkan kandungan fenolik total (KFT) dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu dan dinyatakan dalam mgGAE/gram sampel (Salasa, 2017). Nilai KFT yang terdapat di dalam

ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal setelah fermentasi dan tanpa fermentasi berkisar antara  $4,95 \pm 1,79$  mgGAE/g hingga  $14,4 \pm 1,22$  mgGAE/g (**Tabel 2**).

**Tabel 2. Kandungan Fenolik Total pada Ekstraksi Kulit Nanas (*A. comosus* L. Merr.)**

Mikroba	Kandungan Fenolik Total (mgGAE/g)		
	Ekstrak	Kontrol	Fermentasi
<i>S. cerevisiae</i>	Metanol	$12,7 \pm 1,26^{aa}$	$14,2 \pm 1,13^{aa}$
	Etanol	$4,95 \pm 1,79^{bb}$	$14,4 \pm 1,22^{ba}$
<i>L. casei</i>	Metanol	$10,9 \pm 1,13^{ba}$	$15,4 \pm 1,35^{bb}$
	Etanol	$3,99 \pm 1,72^{aa}$	$6,65 \pm 1,45^{aa}$

**Keterangan:**

Semua nilai dinyatakan dalam rata – rata  $\pm$  SE

Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ).

Satuan GAE = Ekuivalen asam galat. Komparasi ekstrak hanya pada tingkat mikroba.

Berdasarkan hasil tersebut dapat ditentukan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan ( $p < 0,05$ ) pada kandungan fenolik total di dalam sampel. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan dapat mempengaruhi banyaknya antioksidan yang dapat diekstrak dari sampel. Selain itu, hasil tersebut juga menunjukkan adanya pengaruh dari fermentasi oleh jamur *S. cerevisiae* terhadap banyaknya kandungan fenolik total yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan adanya perubahan pada komposisi fenolik yang terdapat di dalam ekstrak kulit nanas setelah difermentasi dengan jamur *S. cerevisiae*. Perbedaan komposisi fenolik tersebut menyebabkan adanya perbedaan pada kelarutan sampel di dalam pelarut etanol dan metanol.

Berdasarkan pada **Tabel 2**, perbedaan jenis pelarut memberikan pengaruh yang nyata. Nilai kadar total fenolik tertinggi terdapat pada sampel yang difermentasi dan diekstraksi dengan pelarut metanol, yaitu sebesar  $15,4 \pm 1,35$  mgGAE/gram sampel. Hasil penelitian ini mendukung penelitian Koch *et al.* (2020) mengenai peran pelarut dalam ekstraksi senyawa fenolik. Ekstraksi dengan pelarut metanol secara maserasi menghasilkan kadar fenolik yang lebih tinggi daripada ekstraksi dengan pelarut etanol.

**Aktivitas Antioksidan**

Aktivitas antioksidan ditentukan melalui kemampuan 50 ppm antioksidan untuk menghambat DPPH (Curiel *et al.*, 2017). Nilai % inhibisi yang diperoleh pada konsentrasi antioksidan 50 mg/kg di dalam ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) yang telah difermentasi dan tanpa fermentasi berkisar antara  $15,8 \pm 1,18$  % hingga  $87,8 \pm 9,23$  % (Tabel 3).

**Tabel 3. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Nanas (*A. comosus* L. Merr.) Terfermentasi dan Kontrol dengan Pelarut Metanol dan Etanol**

Mikroba	Ekstrak	Kontrol	Fermentasi
<i>S. cerevisiae</i>	Metanol	42,3 ± 41,10 <sup>ab</sup>	15,8 ± 1,18 <sup>bb</sup>
	Etanol	81,6 ± 1,11 <sup>aa</sup>	31,6 ± 1,07 <sup>ba</sup>
<i>L. casei</i>	Metanol	45,6 ± 1,10 <sup>ab</sup>	30,1 ± 1,03 <sup>aa</sup>
	Etanol	83,0 ± 1,04 <sup>bb</sup>	74,0 ± 1,09 <sup>ba</sup>

**Keterangan:**

Semua nilai dinyatakan dalam rata – rata ± SE

Angka-angka yang diikuti dengan huruf tidak sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Komparasi ekstrak hanya pada tingkat mikroba

Berdasarkan hasil dari Tabel 3 dapat ditentukan bahwa aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit nanas dengan dan tanpa fermentasi sangat berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Aktivitas antioksidan pada hasil fermentasi dengan menggunakan *S. cerevisiae* lebih rendah daripada kontrol. Hasil ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada penelitian Leliqia. dkk. (2014) yang menunjukkan bahwa waktu fermentasi dapat berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian tersebut juga terbukti bahwa fermentasi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yang terdapat di dalam suatu sampel jika fermentasi dilakukan dengan waktu yang optimum. Ketika fermentasi telah melewati waktu optimum, maka aktivitas antioksidan yang terdapat di dalam sampel akan menurun secara signifikan (Hur *et al.*, 2014). Pengaruh fermentasi tersebut juga sesuai dengan penelitian Hapsari dkk. (2021) yang menunjukkan bahwa kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan dapat meningkat seiring dengan waktu fermentasi (Verni *et al.*, 2019). Waktu fermentasi yang terlalu lama akan menyebabkan terjadinya *Diauxic Shift* disertai dengan terjadinya respirasi dengan menggunakan etanol dan peningkatan senyawa ROS (de Smith, 2012; Galdieri *et al.*, 2010)

Peningkatan pada kandungan ROS akan menyebabkan terjadinya stres oksidatif dan menurunkan kemampuan antioksidan (Sinha and Elah, 2021). Hal ini ditunjukkan oleh pola perkembangan khamir yang mulai melambat (Redza-Dutordoir and Diana, 2016)

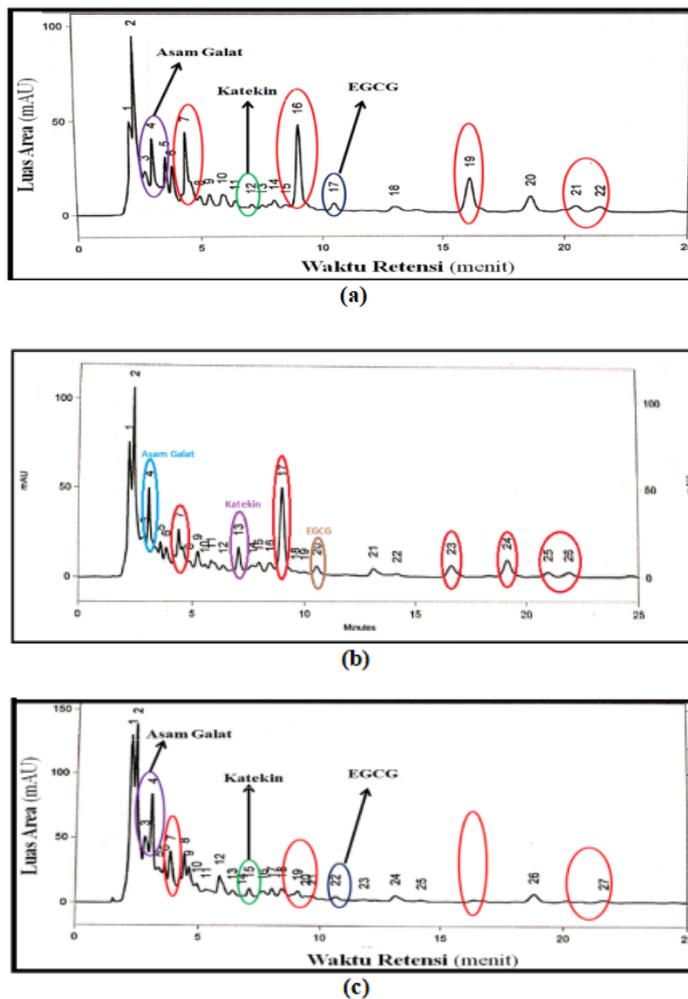
Berdasarkan hasil tersebut, perbedaan antar pelarut maupun antar biakan memberikan pengaruh yang nyata. Ekstrak etanol kulit nanas yang tidak difermentasi memiliki nilai aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu sebesar  $83,0 \pm 1,04\%$  per 50 mg/kg Antioksidan.

Sampel yang telah difermentasi selama 72 jam dengan *L. casei* memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah dibandingkan sampel yang tidak difermentasi. Hasil penelitian Suharyono dkk. (2012) (tentang pertumbuhan *L. casei* pada berbagai lama fermentasi minuman sinbiotik) menjelaskan bahwa waktu fermentasi yang terlalu lama menyebabkan

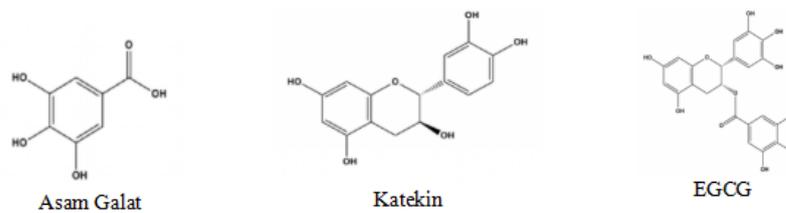
*L. casei* berada pada fase kematiannya dan pada fase tersebut jumlah senyawa bioaktif termasuk antioksidan akan berkurang.

**Analisis KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi)**

Hasil analisa kromatogram KCKT disajikan pada **Gambar 1**. Sedangkan **Gambar 2** merupakan struktur kimia dari beberapa senyawa polifenol sederhana yang teridentifikasi di dalam sampel, yaitu asam galat, katekin, dan EGCG. Hasil analisa kuantitatif senyawa – senyawa polifenol sederhana tersebut disajikan pada **Tabel 4**. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diamati bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada komposisi antioksidan yang terdapat pada kulit nanas setelah dan sebelum fermentasi. Hal ini dikarenakan adanya reaksi yang terjadi karena fermentasi. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian Leliqia *et al.* (2014) emergence, and prominence of diseases and ailments have led to conscious and deliberate consumption of health beneficial foods. Whole grain (WG) yang menyatakan bahwa fermentasi dapat memecah senyawa polifenol menjadi senyawa fenolik yang lebih sederhana seperti asam galat dan katekin.



**Gambar 1.** Kromatogram ekstrak kulit nanas lokal (a) Kontrol, (b) fermentasi oleh *S. cerevisiae* dan (c) fermentasi oleh *L. casei*



**Gambar 2. Struktur Komponen Antioksidan (Sato and Masaru, 2009)**

Tabel 4 menunjukkan setelah fermentasi berlangsung selama 72 jam, terjadi perbedaan yang nyata pada kandungan senyawa fenolik yang terdapat pada kulit nenas yang difermentasi dan yang tidak difermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Adebo and Ilce (2020) emergence, and prominence of diseases and ailments have led to conscious and deliberate consumption of health beneficial foods. Whole grain (WG) mengenai pengaruh fermentasi terhadap senyawa fenolik, yaitu pada proses fermentasi terjadi reaksi penguraian pada senyawa polifenol kompleks menjadi senyawa-senyawa fenolik sederhana, yaitu asam galat, katekin, dan EGCG. Pada penelitian Huang *et al.* (2019) mengenai pengaruh fermentasi dengan menggunakan bakteri asam laktat terhadap senyawa antioksidan juga menjelaskan bahwa penguraian senyawa kompleks tersebut disebabkan oleh aktivitas *L. casei* yang melepaskan enzim esterase yang merupakan kelompok enzim hidrolase yang dapat menghidrolisis senyawa polifenol kompleks.

**Tabel 4. Hasil Analisa kuantitatif KCKT**

Perlakuan	Kandungan (mg/100 gram)		
	Asam Galat	Katekin	EGCG
Kontrol	97,9 (a)	69,6 (a)	29,9 (a)
<i>S. cerevisiae</i>	141 (b)	246 (b)	51,7 (b)
<i>L. casei</i>	168 (b)	170 (b)	39,5 (b)

**Keterangan:**

Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ).

**KESIMPULAN**

Kandungan fenolik total dari hasil fermentasi kulit nenas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar  $14,2 \pm 1,13$  mgGAE/g dan  $14,4 \pm 1,22$  mgGAE/g. Aktivitas antioksidan dari hasil fermentasi kulit nenas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar  $15,8 \pm 1,18$  %/50 mg/kg antioksidan dan  $31,6 \pm 1,07$  %/50

mg/kg antioksidan. Kandungan asam galat, katekin, EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* berturut – turut sebesar 141 mg/100 gram, 246 mg/100 gram, dan 51,7 mg/100 gram. Sedangkan kadar fenolik total masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L.casei* berturut-turut sebesar  $15,4 \pm 1,35$  mgGAE/gram sampel dan  $6,65 \pm 1,45$  mgGAE/gram sampel. Kandungan asam galat, katekin, dan EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* (L.) Merr) lokal oleh *L.casei* berturut-turut 168 mg/100 gram, 170 mg/100 gram, dan 39,5 mg/100 gram. Sedangkan aktivitas antioksidan masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L.casei* berturut-turut sebesar  $30,1 \pm 1,03\%$  per 50 mg/kg antioksidan dan  $74,0 \pm 1,09\%$  per 50 mg/kg antioksidan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana atas dukungan pendanaan pada penelitian ini, juga kepada Giovanni Robert dan Arvino Rudi Junior yang telah membantu saat pelaksanaan penelitian di Laboratorium Kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adebo O. A. and Ilce G. M., 2020. Impact of Fermentation on The Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Whole Cereal Grains: A Mini Review. *Molecules*, vol. 25, no. 4, pp. 1–19. doi: 10.3390/molecules25040927.
- Ali, S. S., Haseeb A., Mohammad. K. Z., Tooba S. and Fahim H. K., 2020 Understanding Oxidants and Antioxidants: Classical Team with New Players. *Journal of Food Biochemistry*, vol. 44, no. 3. Blackwell Publishing Ltd, Mar. 01, 2020, doi: 10.1111/jfbc.13145.
- Curiel, J. A., Daniel P., Barbara M., Pasquale F., Giovanni A. F., Marco G and Carlo G. R., 2015 ., “Lactic acid fermentation as a tool to enhance the antioxidant properties of Myrtus communis berries,” *Microb. Cell Fact.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–10.
- de Smidt, O., James C. du P., and Jacobus A., 2012. Molecular and Physiological Aspects of Alcohol Dehydrogenases in the Ethanol Metabolism of *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Yeast Res.*, vol. 12, no. 1, pp. 33–47, 2012, doi: 10.1111/j.1567-1364.2011.00760.x.
- Galdieri, L., Swati M., Sean Y. and Ales V., 2010. Transcriptional Regulation in Yeast During Diauxic Shift and Stationary Phase. *OMICS*, vol. 14, no. 6, pp. 629–638. doi: 10.1089/OMI.2010.0069.
- Huang, Y., Haoyu W. and Chuanhe Z., 2019. Effect of Lactic Acid Bacteria Fermentation on Antioxidation and Bioactivity of Hawthorn Pulp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 267(6). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/267/6/062056>
- Hur, S. J., Seung Y. L., Young-Chan K., Inwook C. and Geun-Bae K., 2014. Effect of Fermentation on The Antioxidant Activity in Plant-based Foods. *Food Chemistry*, vol. 160. Elsevier Ltd, pp. 346–356. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.03.112.
- Jothy, S. L., Z. Zuraini and S. Sasidharan, 2011). Phytochemicals screening, DPPH free radical scavenging and xanthine oxidase inhibitory activities of Cassia fistula seeds extract. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(10), 1941–1947.
- Leliqia, N.P.E, Susanti N. M. P., Chanjaya, C. ,2014. Pengaruh Lama Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Kombucha Lokal di Bali Dengan Substrat Produk Gambir. *J. Farm. Udayana*, vol. 3, no. 1, pp. 0–3, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jfu/article/view/13122>.
- Padmawati, I. A. G., I. Ketut S. dan Ni Made I. H. A., 2020. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Eceng Padi (*Monochoria vaginalis* Burm

- F. C. Presel.). *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 9, no. 1, p. 81, 2020, doi: 10.24843/itepa.2020.v09.i01.p10.
- Redza-Dutordoir, M. and Diana A. A., 2016. Activation of Apoptosis Signalling Pathways by Reactive Oxygen Species. *Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Res.*, vol. 1863, no. 12, pp. 2977–2992. doi: 10.1016/j.bbamcr.2016.09.012.
- Rifai, G., Rai W. dan Komang A.N., 2018. Pengaruh Jenis Pelarut Dan Rasio Bahan Dengan Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(2), 22. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p03>
- Sato, K., & Masaru T., 2009. Depigmenting effect of catechins. *Molecules*, 14(11), 4425–4432. <https://doi.org/10.3390/molecules14114425>
- Sinha, A. and Elah P., 2021. Fluorescence Detection of Increased Reactive Oxygen Species Levels in *Saccharomyces* at the Diauxic Shift. *Methods Mol. Biol.*, vol. 2202, pp. 81–91. doi: 10.1007/978-1-0716-0896-8\_7.
- Suharyono, S., Samsul R., Fibra N. dan Muhammad K., 2012. Pertumbuhan *L. Casei* pada Berbagai Lama Fermentasi Minuman Sinbiotik dari Ekstrak Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 117–128.
- Wadhwa, M., Bakshi, M. P. S., & Makkar, H. P. S. (2015). Wastes to worth: Value added products from fruit and vegetable wastes. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 10(March 2016). <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201510043>

# HISTOPATOLOGI HAMA KUMBANG BIRU METALIK (*Crysolina coeruleans*) PADA LAHAN KEDELAI TERAPLIKASI BIOPESTISIDA MIKROBA DAN NABATI

MT Asri\*

\*Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Surabaya Jl. Ketintang

Surabaya

Email: mahananiasri@unesa.ac.id

## ABSTRAK

*Crysolina coeruleans* atau kumbang biru metalik merupakan salah satu hama yang sering ditemukan di lahan pertanian yang ditanami kedelai. Hama ini seringkali menimbulkan kerusakan pada daun kedelai karena akan melubangi daun kedelai yang diserang. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh dari penerapan biopestisida berbahan aktif mikroba yaitu virus *Spodoptera litura nuclear polyhedrosis virus*, jamur *Lecanidium lecanii* serta bahan nabati berupa ekstrak biji mimba terhadap struktur histologis hama di lahan kedelai. Biopestisida ini diketahui dapat mengendalikan beberapa hama yang terdapat di lahan kedelai. Salah satu dari hama yang terpengaruh biopestisida tersebut adalah *Crysolina coeruleans*. Efek dari penggunaan biopestisida tersebut terhadap kumbang biru metalik ini diamati secara histopatologis. Kumbang biru metalik yang ditemukan pada lahan kedelai yang telah diaplikasi biopestisida dipotong secara melintang pada bagian midgutnya. Potongan melintang midgut dipreparasi dengan metode parafin seri. Potongan midgut mempunyai ketebalan 4  $\mu\text{m}$  dan diwarnai dengan Hematoksin-Eosin. Hasil studi histopatologis dari midgut kumbang biru metalik menunjukkan adanya PIB (Polyhedra inclusion bodies) dari *SpltMNPV* di lumen midgut dan spora *L. lecanii* yang sedang berkecambah terlihat di dekat sel otot. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa *SpltMNPV* maupun jamur *L. lecanii* dapat menginfeksi *Crysolina coeruleans* atau kumbang biru metalik.

**Kata kunci:** Histopatologis, *Crysolina coeruleans*, Biopestisida mikroba dan nabati

## PENDAHULUAN

*Crysolina coeruleans* atau kumbang biru metalik tergolong ordo *Coleoptera*, family *Chrysomelidae*. Kumbang ini termasuk hama tanaman dengan cara memakan daunnya (fitofag) hingga memunculkan bekas berupa lubang kecil kecil. *Chrysolina coeruleans* yang ditemukan memakan daun mint di Inggris (Salisbury, 2012), hama ini juga menyerang daun tanaman kedelai.

Bioinsektisida mikroba yang di mix dengan bioinsetisida nabati sedang digalakkan untuk diterapkan oleh petani sebagai alternative insktisida kimia yang relatif tidak berpengaruh terhadap keseimbangan lingkungan. Salah satu bioinsektisida dengan bahan dasar mikroba seperti virus yang sedang dikembangkan untuk mengendalikan hama adalah *SpltMNPV* (*Spodoptera litura multiple nucleopolyhedrosis virus*) juga terdapat mikroba lain yaitu jamur *Lecanidium lecanii* serta bahan nabati berupa ekstrak biji mimba. Berdasarkan penelitian Asri dan Isnawati (2005) *SpltMNPV* pada konsentrasi  $10^6$  PIBs/ml (*Polyhedra inclusion bodies*/ml) efektif mengendalikan *S. litura* dengan mortalitas 80 – 90% di laboratorium dan konsentrasi  $10^7$  PIBs/ml di *greenhouse* (Asri, 2004). Penelitian Prayogo (2010) menunjukkan bahwa *L. lecanii* dapat menginfeksi kepik coklat pada stadia telur dengan keberhasilan menetas berkisar 10%. Pada kerapatan konidia  $2,25 \times 10^8$ /ml. Biji mimba (*Azadirachta indica* A. Juss; *Mileaceae*), merupakan salah satu sumber bahan pestisida nabati yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama karena ekstraknya

mengandung senyawa aktif metabolit sekunder seperti *azadiraktin*, *salanin*, *meliantriol*, *nimbin* dan *nimbidin*. *Azadirachtin* berperan sebagai *ecdysone blocker* suatu senyawa yang dapat menghambat kerja hormon ecdysone yang berfungsi dalam proses metamorfosa serangga, sehingga serangga akan terganggu pada proses pergantian kulit, proses perubahan dari telur menjadi larva, atau dari larva menjadi kepompong atau dari kepompong menjadi dewasa. Biasanya kegagalan dalam proses ini seringkali mengakibatkan kematian (Ruskin, 1993).

Histopatologi dari hama *C. coerulea* atau kumbang biru metalik yang ada pada lahan tanaman kedelai teraplikasi dengan biopestisida mikroba dan nabati belum banyak diteliti. Informasi tentang Histopatologi ini perlu karena untuk mengetahui apakah biopestisida yang digunakan dapat digunakan juga untuk mengendalikan hama lain yang ada di ekosistem kedelai, mengingat bioinsektisida ini mengandung virus yang spesifik target.

## METODE

### Pembuatan preparat Histologis

Penelitian ini merupakan penelitian observasional. Observasi dilakukan pada slide histologis dari potongan melintang midgut kumbang biru metalik yang ditemukan pada lahan kedelai yang diaplikasi dengan biopestisida virus *SplMNPV*, jamur serangga *Lecanidium lecani* dan ekstrak biji buah mimba. Biopestisida mikroba dan nabati yang digunakan diformulasi dengan senyawa foto-protectan Kaolin dan Ethyl-P- metoksinamat. Formula *SplMNPV* : *Lecanidium lecani* : Ekstrak biji mimba yang ditambah 2 foto-protectan yaitu kaolin dan EPMS 15%, pada perbandingan 1:1:1:4:15% (Ratnasari, dkk, 2016) . Komposisi Suspensi *SplMNPV* dengan dosis  $2,7 \times 10^9$  PIBS/ml sebanyak 8,3 ml (Arifin, 1992) sedangkan konsentrasi spora jamurnya sebanyak  $10^8$  konidia/ml dengan volume 8,3 ml dan volume ekstrak daun mimbanya sebanyak 8,3 ml (Wawancara dengan staff di Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur di Mojokerto, 2016) dengan konsentrasi 20 g/l (Aradila, 2009)

Preparat histologis dibuat dengan menggunakan metode parafin seri yang dimodifikasi (Thamrin, *et al*, 2012). *Crysolina coerulea* atau kumbang biru metalik yang ditemukan pada lahan kedelai teraplikasi biopestisida mikroba dan nabati di midgutnya dipotong melintang. Potongan midgut tersebut direndam dalam etanol 70% minimal 24 jam. potongan midgut kumbang biru metalik di dehidrasi dengan larutan alkohol seri 70% ( 4 - 20 menit), 80% (2 - 20 menit), 96% (1 - 20 menit) dan alkohol absolute (1- 20menit). Selanjutnya midgut diclearing dengan senyawa eugenol selama 24 jam. Sampel diletakkan dalam paraffin sampai beku dan dilakukan *Embedding*, *Triming* serta *Cutting* berukuran 4 mikron. Potongan midgut yang bagus dan utuh ditempelkan pada kaca benda berperekat Meyer albumin. Selanjutnya sampel direndam dalam xylol + KI 1%, 15 menit, xylol absolute (15 menit), alkohol seri (alkohol absolute, 96%, 80%, 70% masing masing selama 5 menit) sebelum pewarnaan Haematoksin-Eosin dilakukan. Proses Staining dilakukan menggunakan *Hematoksin* 10 menit, air mengalir 5 menit, etanol 70% 100 ml dan HCL 5 tetes selama 10 detik, serta akuades selama 5 menit. Diwarnai lagi dengan eosin, dicuci akuadest dan direndam dalam alkohol

Seri (ethanol 70%, 80%, 96%, alkohol absolute), xylol 1 masing-masing 5 menit dan xylol 2 minimal 20 -30 menit. Di tutup dengan *cover glass* dan dilem dengan entelan.

### Observasi Jaringan dan Organ *Crysolina coeruleans* atau kumbang biru metalik

Preparat parafin seri yang didapatkan dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop Cahaya perbesaran 400 sampai 1000 kali, data dianalisis secara deskriptif. Pengamatan sel/jaringan/organ terinfeksi dilakukan pada midgut dengan jaringan/organ yang diamati adalah sel epitel midgut, sel lemak. Sel sel otot, sel syaraf, trachea dan pembuluh darah. Penentuan sel/jaringan/organ terinfeksi didasarkan pada ditemukannya *polyhedra inclusion bodies* dari *SpltMNPV* dan spora/hifa *Lecanisium lecani* disetiap sel/jaringan/organ tersebut.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi berupa histopatogis midgut *C. coeruleans* (kumbang biru metalik ) menunjukkan adanya perbedaan struktur histologis midgut antara kumbang biru metalik yang tidak terinfeksi dan yang terinfeksi. Pada kontrol semua organ (lumen dan sel epitel midgut) masih dalam keadaan bersih dari virus atau jamur dan utuh (Tabel 1).

**Tabel 1. Histopatologi potongan melintang midgut *C. coeruleans* (kumbang biru metalik) pada lahan kedelai control dan teraplikasi biopestisida mikroba dan nabati.**

No	Sel/Jaringan/Organ yang diamati	Kontrol		Lahan Teraplikasi Biopestisida	
		PIB <i>SpltMNPV</i>	Spora <i>L. lecani</i>	PIB <i>SpltMNPV</i>	Spora <i>L. lecani</i>
1.	Lumen Midgut	-	-	-	-
2.	Membrane Peritrofik	-	-	-	-
3.	Ephitel Midgut	-	-	+	-
4.	Trachea	-	-	-	-
5.	Pembuluh Darah	-	-	-	-
6.	Sel syaraf	-	-	-	-
7.	Jarinagn Otot	-	-	-	+
8.	Sel lemak	-	-	-	-
9.	Kutikula	-	-	-	-

Keterangan:

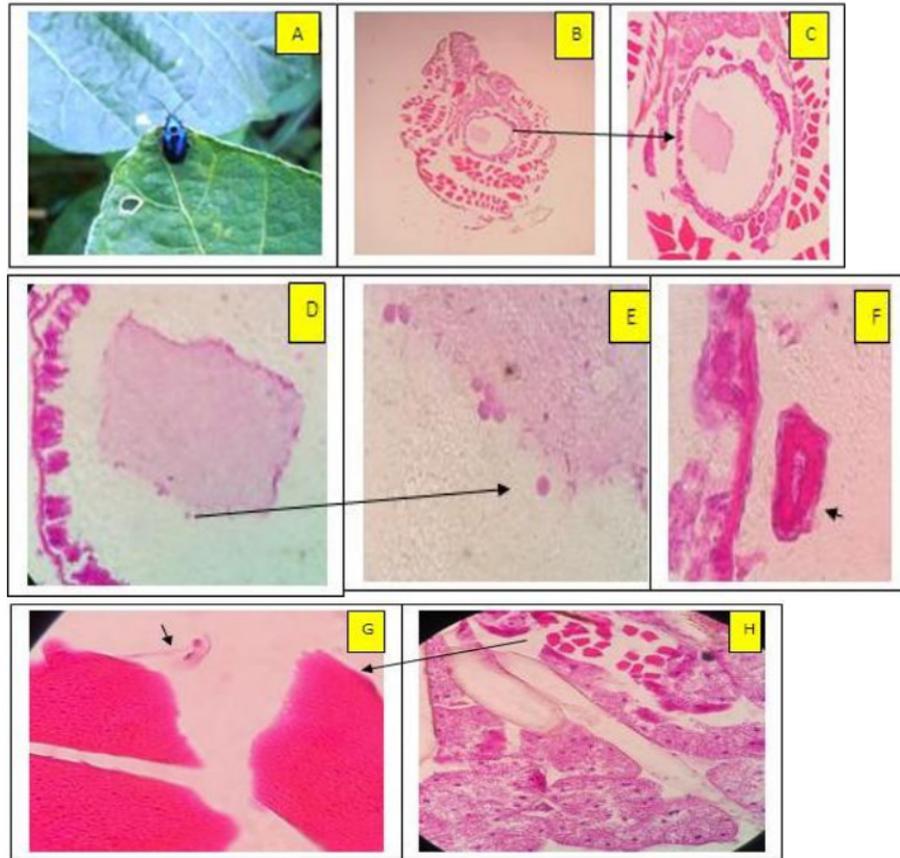
- = tidak terlihat PIB *SpltMNPV* dan hifa jamur *Lecanisium lecani*,

+ = terlihat PIB *SpltMNPV* dan hifa jamur *Lecanisium lecani*

Gambaran histopatologis dari sel/jaringan/organ *C. coeruleans* (kumbang biru metalik) yang ditemukan di lahan kontrol dan lahan yang teraplikasi biopestisida. Berikut adalah gambar histologis dari jaringan/organ hama kumbang biru metalik yang terinfeksi dan yang tidak terinfeksi virus maupun jamur (Gambar 1).

Berdasarkan gambaran histopatologis (Gambar 1), terlihat adanya PIB (*Polyhedra inclusion bodies*) *SpltMNPV* pada berbagai organ *C. coeruleans*. Organ *C. coeruleans* yang

tidak terinfeksi oleh *SpltMNPV* adalah trachea, pembuluh darah, sel epitel midgut, sel lemak/fat body, dan sel syaraf. Dan organ yang terinfeksi adalah lumen midgut dan sel otot.



**Gambar 1. (A) *Crysolina coeruleans* sedang di daun kedelai (B) penampang melintang midgut perebasaran 40x, (C) midgut perbesaran 400x (D) lumen midgut perbesaran 400x (E) Spora *L. lecani* di lumen midgut perbesaran 400x (F) pembuluh darah perbesaran 400x (G) Spora berkecambah ke otot perbesaran 400x dan (H) sel lemak yang rusak oleh ekstrak biji mimba perbesaran 400x.**

Midgut mempunyai cairan lumen, membran peritrofik, dan lapisan epitel. Pada Lumen midgut *C. coeruleans* terlihat telah terinfeksi oleh *SpltMNPV* karena di dalamnya terlihat adanya PIB *SpltMNPV*. Lumen Midgut berisi cairan yang berada di tengah midgut. Lumen ini diselubungi oleh sel epitel yaitu sel di midgut yang pertama kali diserang oleh *SpltMNPV*. Lumen ini potensial ditemukannya PIB virus. Hal ini disebabkan lumen ini berhubungan dengan saluran pencernaan, yang dimulai dari mulut serangga. Apabila kumbang ini memakan daun kedele yang telah disemprot dengan bioinsektisida virus maka PIB dari *SpltMNPV* akan dengan mudah masuk ke dalam lumennya. Hal ini sesuai dengan gambar histomikrograf yang diperoleh dari Prasad dan Yogita (2006) bahwa SINPV

pertama kali masuk saluran pencernaan adalah menuju lumen midgut kemudian merusak membran peritrofik, membran basal, lapisan epitel, menyebar ke fat body dan sel otot. Di dalam lumen polyhedra *SpltMNPV* akan pecah oleh kondisi alkalis. pH midgut (saluran pencernaan tengah) serangga biasanya berkisar antara 6,0-8,0 dan pada larva Lepidoptera, kisaran pH umumnya 8,0-10,0 (Batubara, 2002). Selanjutnya multiplenucleocapsid (MNPV) keluar, dan MNPV menyerang sel epitel midgut.. MNPV mempunyai enzim endopeptidase/ metalloproteinase/*enhancers* yang bertugas mencerna musin, salah satu komponen dari membran peritrofik, sehingga membran peritrofik bisa hancur (Rohrmann, 2008). MNPV selanjutnya masuk ke dalam membran basal midgut, kemudian menyerang sel epitel yang terdiri atas 3 macam sel yaitu sel kolumnar, sel goblet dan stem sel (Garcia *et al*, 2001; Hakim *et al*, 2009). Sel epitel ini akan hancur dan *SpltMNPV* akan menyebar ke sel epitel yang ada pada organ disekitar midgut serangga seperti sel lemak dan sel otot.

Spora jamur yang berada pada biopestisida setelah masuk menuju lumen midgut maka sporanya akan menyebar dan menyerang *sel otot*. *sel otot* terdapat di bagian dorsal dan ventral dari midgut *C. Coerulans*. Pada sel otot terlihat adanya spora dari *Lecanisium lecanii* yang sedang berkecambah. Spora ini dapat berkembang di sel otot karena sel ini dekat dengan midgut. Terdapat 2 jenis otot yaitu Otot longitudinal dan Otot melingkar yang telah berkembang dan berfungsi menggerakkan makanan menuju saluran pencernaan bagian belakang (Batubara, 2022). Sel otot ini kaya nutrisi karena lokasinya dekat dengan saluran yang membawa makanan serangga. Hal ini yang menyebabkan spora jamur *L. lecanii* dapat berkecambah dengan baik karena semua senyawa yang diperlukan untuk perkecambahan seperti air, dan nutrisi tersedia.

## KESIMPULAN

*Crysolina coerulans* yang terinfeksi *SpltMNPV* hasil perbanyakannya secara *in vitro*, secara histopatologis memperlihatkan adanya *Polyhedra inclusion bodies SpltMNPV* di lumen midgut dan terdapat spora yang sedang berkecambah di lumen midgut. Sedangkan organ yang tidak ditemukan adanya PIB dan spora *L. lecanii* adalah membran peritrofik, epitel midgut, trachea, pembuluh darah, dan sel syaraf.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aradila, A.S. (2009). Uji Efektifitas Larvasida Ekstrak Ethanol Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva *Aedes Aegypti*. Laporan Akhir. Penelitian Universitas Diponegoro.
- Arifin, M. (1992). Peranan Musuh Alami Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Berbagai Kondisi Lingkungan Pertanian Kedelai. Pros. Sem. Biol. Das. II. 207-254 (1991).
- Asri, M.T. (2004). Perbanyakannya *SpltMNPV* Secara *in vitro* pada Larva *S. litura*. Laporan Penelitian. Tidak di Publikasi. Unesa. Surabaya
- Asri, M.T dan Isnawati, (2005). Efektivitas dan Karakterisasi *SpltMNPV* yang Telah Terpotong Material Genetiknya. Laporan Penelitian. Tidak di Publikasi. Unesa. Surabaya
- Batubara, R. (2002). Fisiologi Serangga Hutan (Sistem Pencernaan Serangga). Fakultas Pertanian. Program Ilmu Kehutanan. Universitas Sumatera Utara
- Garcia J.J., Guo-un I.I., Jiang Zhong., Robert Granados. (2001). Primary and Continuous

- Midgut Cell Cultures From *Pseudodaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae). In vitro-Cell Dev-Biol-Animal 37:353-359. Society for in vitro Biology
- Hakim R S., Silvia Caccia., Marcia Loeb., Guy Smagghe. (2009). Primary culture of insect midgut cells. In vitro-Cell Dev-Biol-Animal. DOI 10.1007/s.11626-009.9126.7. Society for in vitro Biology
- Prasad Arti, Yogita Wardhwani, 2006. Pathogenic virus and Insect Tissues : an Effective way of Pest Control. Current Science, Vol.91 No. 6.
- Ratnasari, E. Asri Wijiastuti, Winarsih. 2015. Pemanfaatan Biopestisida Mikroba Dan Nabati Dalam Formula Foto-Protektan Yang Efektif Untuk Mengendalikan Hama Kedelai Dan Aman Bagi Agroekosistem. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan tinggi. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Rohrmann, G. 2008. Baculovirus Molecular Biology. Chapter 3. The Baculovirus Replication Cycle: Effects on Cells and Insects. Department of Microbiology, Oregon State University, Corvallis. pp.33-43
- Ruskin FR, 1993. *Neem: A Tree for Solving Global Problems*. Washington D.C: National Academy Press.
- Salisbury A., Chris Malumphy and Andrew J. Halstead. 2012. First Record Of Blue Mint Beetle *Chrysolina coerulans* (Scriba, 1791) (Chrysomelidae) Breeding in Britain. Thecoleopterist 21 (1): 35-37
- Thamrin, M., Isnawati dan Djoko Budiono, 2012. Mekanisme Infeksi *Spodoptera litura Nuclear Polyhedrosis virus (SplMNPV)* pada Sel Line Epithel Usus Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Laporan Penelitian Fundamental tahun ke 2. Tidak dipublikasikan. Unesa Surabaya

# **PENGARUH MASSA KOMBINASI RUMPUT GAJAH DAN LIMBAH KANGKUNG TERHADAP NILAI PROTEIN KASAR SILASE PAKAN RUMINANSIA**

**K Marom<sup>1</sup>, S Nurussalma<sup>1</sup>, S Sholeha<sup>1</sup>, RS Iswari<sup>1</sup>, P Dewi<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Jurusan Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang

Jl. Kelud Utara III Petompon Gajahmungkur Semarang 50237

\*Email: iwed\_pramesti@mail.unnes.ac.id

## **ABSTRAK**

Silase merupakan hasil penyimpanan dan fermentasi hijauan segar dalam kondisi anaerob menggunakan bakteri asam laktat. Salah satu hijauan yang biasa digunakan dalam pembuatan silase yaitu rumput gajah. Berdasarkan penelitian sebelumnya rumput gajah memiliki nilai protein kasar 7-13% dan nilai pencernaan 55-70% yang berpotensi untuk dijadikan awetan hijauan berupa silase. Saat musim kemarau, hijauan kurang tumbuh subur sehingga terjadi masalah dalam mencukupi pakan ruminansia. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu membuat silase dengan bahan kombinasi antara rumput gajah dan kangkung tidak layak dikonsumsi manusia yang mudah didapatkan di pasar. Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap dengan 15 sampel yang terdiri dari 3 perlakuan utama dan 2 kontrol sebanyak 3 kali ulangan. Analisis data menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata protein kasar pada silase yaitu perlakuan kontrol 100% rumput gajah 7,46%; perlakuan kontrol 100% limbah kangkung 20,13%; perlakuan 50% rumput gajah dan 50% limbah kangkung 11,58%; perlakuan 25% rumput gajah dan 75% limbah kangkung 13,06%; perlakuan 75% rumput gajah dan 25% limbah kangkung 9,34%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah kangkung pada pembuatan silase dapat meningkatkan kadar protein kasar silase dibandingkan bila hanya menggunakan rumput gajah.

**Kata kunci: kombinasi, massa, protein kasar, silase**

## **PENDAHULUAN**

Pakan ternak merupakan salah satu aspek yang penting dalam keberhasilan peternakan ruminansia untuk kebutuhan pertumbuhan dan perkembangbiakan. Ketersediaan pakan khususnya pakan hijauan baik kualitas, kuantitas, dan kontinuitas merupakan faktor yang penting dalam keberhasilan peternakan ruminansia. Jenis pakan hijauan yang biasanya dipakai oleh peternak berupa rumput, leguminosa, dan limbah pertanian. Hijauan pakan ternak khususnya rumput, banyak tersedia pada saat musim hujan dan sedikit tersedia pada musim kemarau, sehingga perlu adanya upaya untuk menjaga ketersediaan pakan di musim kemarau yaitu dengan membuat silase.

Silase merupakan hasil penyimpanan dan fermentasi hijauan segar dalam kondisi anaerob dengan bakteri asam laktat. Melalui pengembangan teknologi dalam pembuatan silase bertujuan untuk penyimpanan pakan tanpa merusak bahan pakan itu sendiri. Silase dengan standar mutu yang baik diperoleh dengan menekan aktivitas enzim yang tidak dikehendaki serta mendorong berkembangnya bakteri asam laktat yang sudah ada pada bahan. Hal ini juga didukung oleh penelitian Allaily, dkk (2011) bahwa keunggulan silase

pakan ternak adalah lebih mudah dalam pembuatannya dengan fermentasi secara anaerob, kandungan nutrisi yang dihasilkan juga lebih tinggi sehingga memenuhi 70-90% kebutuhan gizi ternak dan memiliki bau yang lebih disukai ternak.

Salah satu hijauan yang biasa digunakan dalam pembuatan silase yaitu rumput gajah. Hal ini disebabkan rumput gajah banyak ditanam oleh peternak karena tahan kering, produktivitas tinggi dan memiliki nilai kandungan gizi tinggi (PK 7-13 %) nilai pencernaan (55-70%). Menurut Rukmana (2005), rumput gajah memiliki kandungan nutrisi yang meliputi bahan kering (BK) 19,9%; protein kasar (PK) 10,2%; lemak kasar (LK) 1,6%; serat kasar (SK) 34,2%; abu 11,7%; dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 42,3%, sehingga berpotensi untuk dijadikan hijauan awetan berupa silase (Ella 2002). Tetapi terkadang saat musim kemarau hijauan kurang tumbuh subur sehingga terjadi masalah dalam mencukupi pakan ternak. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu membuat silase dengan bahan kombinasi antara rumput gajah dan kangkung tak layak dikonsumsi manusia. Hal ini dikarenakan di pasar banyak sayur yang sudah layu yang terbuang sehingga tidak ada limbah organik yang terbuang yang akhirnya menyebabkan pencemaran lingkungan.

## **METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni 2022. Pembuatan silase kombinasi rumput gajah dan limbah kangkung dilakukan di rumah yang berlokasi di Kelurahan Karangtempel, Semarang Timur. Analisis proksimat protein kasar dilakukan di Laboratorium Uji Obat Hewan dan Pakan Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Jawa Tengah.

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan utama, 2 perlakuan kontrol dengan jumlah ulangan sebanyak 3 kali ulangan, sehingga terdapat 15 sampel. Susunan perlakuan sebagai berikut:

P0A	: 100% rumput gajah
P0B	: 100% limbah kangkung
P1	: 50% rumput gajah + 50% limbah kangkung
P2	: 25% rumput gajah + 75% limbah kangkung
P3	: 75% rumput gajah + 25% limbah kangkung

### **Alat dan Bahan**

Alat yang dibutuhkan dalam pembuatan silase diantaranya yaitu wadah plastik, trashbag, pisau, pengaduk, pH indikator, plastik bening, timbangan, tali rafia, lakban, dan label. Sedangkan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya yaitu 1.250 gram rumput gajah, 1.250 gram limbah kangkung, larutan gula merah 6%, EM4 peternakan 0,16%, dan air sumur.

## Prosedur Kerja

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam 2 tahap yaitu pembuatan silase dan analisis proksimat protein kasar. Pada tahap pembuatan silase yaitu diawali dengan menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, kemudian memotong hijauan (rumput gajah dan limbah kangkung) menjadi kecil-kecil dengan panjang kira kira 3-5 cm. Hijauan yang telah dipotong kemudian di masukkan ke dalam wadah sesuai dengan persentase massa. Setelah itu ditambahkan larutan gula merah 6% dan EM4 peternakan 0,16% secukupnya hingga membasahi hijauan. Bahan tersebut kemudian diaduk hingga tercampur rata. Setelah itu, dimasukkan ke dalam plastik trash bag dan ditutup dengan lakban hingga rapat. Kemudian dilakukan proses fermentasi selama 14 hari. Langkah selanjutnya yaitu analisis proksimat untuk mengetahui kandungan nutrisi silase menggunakan metode AOAC 2019.

## Parameter yang diukur

Parameter yang diukur dalam penelitian ini yaitu nilai protein kasar.

## Analisis Data

Analisis data secara deskriptif kuantitatif dengan menggunakan sidik ragam sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Gaspersz, 1991). Apabila berpengaruh nyata, dilanjutkan uji jarak berganda Duncan (Gasperz, 1991). Model matematikanya digambarkan sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \varepsilon_i + \tau_{ij},$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = Nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan dengan ulangan ke-j

$\mu$  = Nilai tengah populasi

$\varepsilon$  = Pengaruh perlakuan ( $i = 1,2,3,4,5$ )

$\tau$  = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j ( $j = 1, 2, 3$ )

$i$  = Perlakuan

$j$  = Ulangan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian skala laboratorium. Setelah 14 hari pembuatan silase terlihat jamur berwarna putih pada bagian permukaan silase. Hal ini diprediksi masih adanya oksigen yang tersisah di dalam wadah silase. Secara umum pada semua perlakuan mengalami perubahan warna dari warna cerah menjadi lebih gelap. Hal tersebut disebabkan karena adanya penurunan kadar air bahan dan juga terbentuk mikroorganisme dalam bentuk bakteri asam laktat (Naif *et.al*, 2015). Setelah dilakukan penyimpanan selama 14 hari, selanjutnya dilakuka uji analisis nilai protein kasar di Laboratorium Uji Obat Hewan dan Pakan Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Jawa Tengah. Rata-rata Kandungan protein kasar pada silase kombinasi rumput gajah dan limbah kangkung sebagai berikut.

**Tabel 1. Rata- Rata Persentase Nilai Protein Kasar**

No.	Perlakuan	Rata-Rata Persentase Nilai Protein Kasar (%)
1.	P0A	7,46
2.	P0B	20,13
3.	P1	11,58
4.	P2	13,06
5.	P3	9,34

Hasil Analisis ragam menunjukkan bahwa kandungan protein kasar pada silase kombinasi rumput gajah dan limbah kangkung berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,05$ ). Hal ini dapat dilihat pada tabel 1 yang menunjukkan bahwa kandungan protein kasar berkisar 7,46 – 20,13%. Perlakuan P0B atau silase yang menggunakan 100% limbah kangkung memiliki protein kasar yang tinggi di dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan menunjukkan bahwa P0A berbeda nyata dengan P0B dan P2. Pada perlakuan P0B berbeda nyata dengan P0A, P1, dan P3. Pada perlakuan P1 berbeda nyata dengan P0B. Pada perlakuan P2 berbeda nyata dengan P0A dan P0B. Pada perlakuan P3 berbeda nyata dengan P0B. Kandungan protein kasar silase kombinasi rumput gajah dan limbah kangkung tertinggi pada perlakuan P0B atau 100% limbah kangkung yaitu 20,13%. Hal ini dikarenakan proses fermentasi dapat mengoptimalkan kandungan protein kasar pada kangkung (Malik, 2008).

Protein kasar merupakan semua zat yang mengandung nitrogen. Menurut Tilman, dkk (2015) menyatakan bahwa protein kasar mengandung senyawa protein murni dan senyawa NPN (Non Protein Nitrogen). Protein merupakan senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi, seperti halnya karbohidrat dan lipida. Protein mengandung unsur karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, sulfur dan fosfor. Protein merupakan zat organik yang tersusun dari unsur karbon, nitrogen, oksigen dan hydrogen. Fungsi protein untuk hidup pokok, pertumbuhan jaringan baru, memperbaiki jaringan rusak, metabolisme untuk energi dan produksi.

Meningkatnya kandungan protein kasar pada silase kombinasi rumput gajah dan limbah kangkung juga disebabkan selama proses fermentasi anaerob terdapat aktivitas mikroorganisme proteolitik yang mampu menghasilkan enzim protease. Enzim ini mampu merombak protein menjadi gula-gula sederhana. Hal ini selaras dengan Tilawati (2016), bahwa mikroba proteolitik mampu menghasilkan enzim protease yang akan merombak protein menjadi polipeptida dan selanjutnya menjadi peptida sederhana. Peptida ini akan dirombak menjadi asam-asam amino. Asam-asam amino ini yang akan dimanfaatkan oleh mikroba untuk memperbanyak diri. Jumlah koloni mikroba yang merupakan sumber protein sel tunggal menjadi meningkat selama proses fermentasi. Sehingga semakin tinggi penambahan jumlah limbah kangkung pada rumput gajah akan meningkatkan jumlah mikroorganisme khususnya bakteri proteolitik dalam merombak protein secara anaerob.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan penambahan limbah kangkung pada pembuatan silase dapat meningkatkan kadar protein kasar silase dibandingkan bila hanya menggunakan rumput gajah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allaily, dkk, (2011), Kualitas silase ransum komplit berbahan baku pakan local, *Jurnal Agripet*. 11(2).35-40
- AOAC, (2019), Official Methodes Of Analysis. Association Of Official Analytical chemist Washington.
- Ella, A, 2002, Produktivitas dan Nilai Nutrisi Beberapa Jenis Rumput dan Leguminosa Pakan yang Ditanam pada Lahan Kering Iklim Basah. Makassar: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan.
- Gasparz, V, (1991), Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu-ilmu Teknik dan Biologi, CV. Armico, Bandung.
- Naif, et.al., (2015), Kualitas Nutrisi Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Diberi Dedak Padi dan Jagung Giling dengan Level Berbeda, *Journal of Animal Science*. 1.6-8.
- Tilawati, (2016), Kandungan Protein Kasar, Lemak Kasar dan Serat Kasar Limbah Kulit Kopi yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus Niger* Dan *Trichoderma Viride*, *Skripsi*, Fakultas Peternakan unhas Makassar.
- Tillman, A. D., et.al, (2005), Ilmu Makanan Ternak Dasar. Penerbit: Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

**PENGARUH PROSES FERMENTASI TEH TAMBI MERAH  
(*Camellia sinensis* var. *sinensis*) TERHADAP PERUBAHAN KOMPOSISI  
KATEKIN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI**

**DPP Ambarsari<sup>1\*</sup>, TY Budiarmo<sup>1\*\*</sup>, C Amarantini<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Jl.  
dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25, Yogyakarta 55224, Indonesia.

Tel./Fax.: +62-274-563929.

\*)Email: dian.ambarsari@students.ukdw.ac.id \*\*)  
Korespondensi: yahya@staff.ukdw.ac.id

**ABSTRAK**

Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) merupakan tumbuhan yang kaya akan polifenol, khususnya katekin yang berperan sebagai senyawa penentu cita rasa, aroma, dan fungsi kesehatan, seperti antioksidan dan antibakteri. Melalui penelitian ini, dilakukan fermentasi TB Merah menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengetahui pengaruh perubahan komposisi ester catechins (ECG dan EGCG) menjadi non-ester catechins (EC dan EGC) serta gallic acid (GA) terhadap aktivitas antioksidan dan antibakteri tea wine. Perubahan katekin serta aktivitas antioksidan dan antibakteri masing-masing dianalisis menggunakan metode HPLC, DPPH, dan well diffusion agar. Selain itu, dilakukan pengukuran pH, kadar alkohol dan gula, total asam, serta uji organoleptik tea wine untuk menilai karakteristik dan tingkat penerimaan produk tersebut. Hasil analisis HPLC menunjukkan adanya penurunan seluruh komponen katekin dan GA yang diduga disebabkan oleh reaksi oksidasi yang berdampak pada ketiadaan aktivitas antibakteri. Meskipun demikian, tetap diperoleh peningkatan aktivitas antioksidan setelah fermentasi. Aktivitas antioksidan tea wine tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100%, yaitu 80.103% dengan 6.427% lebih unggul dibanding tea extract (sebelum fermentasi) pada konsentrasi yang sama. Profil karakteristik tea wine yang diperoleh memiliki pH 3.41, kadar alkohol 5.10%, kadar gula 6.20°Brix, total asam 0.204%, serta tingkat penerimaan keseluruhan berdasarkan hedonic scale sebesar 4.30 yang lebih tinggi dibanding grape wine (3.8).

**Kata kunci: Antibakteri, antioksidan, fermentasi, katekin, dan Teh Tambi Merah**

**PENDAHULUAN**

Teh adalah minuman penyegar yang populer di kalangan masyarakat dunia setelah air mineral (Wei *et al.*, 2018). Teh digemari karena memiliki aroma dan cita rasa yang enak, mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan, serta keterkaitannya dengan budaya mengonsumsi teh yang diwariskan turun-temurun (Jilani dkk., 2015; Unachukwu *et al.*, 2010). Jenis teh digolongkan berdasarkan varietas tanaman yang digunakan, variasi teknik pemanenan, pemrosesan, dan tingkat oksidasi polifenol pucuk juga menentukan jenis teh yang dihasilkan (Unachukwu *et al.*, 2010).

Salah satu jenis teh unggulan PT. Perkebunan Teh Tambi Wonosobo, Jawa Tengah adalah Teh Tambi (TB) Merah yang diproduksi dari pucuk *Camellia sinensis* var. *sinensis* klon 1 dengan melibatkan proses oksidasi enzimatis. Secara fitokimia, TB Merah mengandung senyawa bioaktif berupa alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida, serta katekin dalam jumlah yang lebih tinggi dibanding klon teh lain (Martono dan Rudi, 2014). Senyawa-senyawa tersebut mampu bekerja sebagai antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, dan antialergi serta mencegah risiko kanker,

penyakit kardiovaskular, dan gagal jantung (Jilani *et al.*, 2015; Martono dan Rudi, 2014).

Katekin merupakan senyawa polifenol yang berperan dalam menentukan kualitas aroma, cita rasa, aktivitas antioksidan, serta antibakteri teh (Martono dan Rudi, 2014; Chan *et al.*, 2011). Senyawa tersebut tersusun atas empat komponen utama, yaitu epicatechin (EC), epicatechin gallate (ECG), epigallocatechin (EGC), dan epigallocatechin gallate (EGCG) (Unachukwu *et al.*, 2010; Wei *et al.*, 2018). Kadar katekin dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi oleh mikroorganisme. Mekanisme peningkatan tersebut terjadi melalui degradasi kelompok ester catechins (ECG dan EGCG) menjadi non ester catechins (EC dan EGC) serta gallic acid (GA) (Zhang *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2020; Fang *et al.*, 2019).

Katekin mampu menghasilkan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang baik. Sen *et al.* (2020) menyebutkan aktivitas antioksidan teh ditentukan oleh keberadaan katekin dalam bentuk monomer, dimer, maupun oligomer yang mampu meningkatkan kapasitas antioksidan total plasma sel. Selain itu, katekin, khususnya ECG dan EGCG mampu berperan sebagai antibakteri yang efektif dalam menangani food-borne illnesses, disentri, dan memperbaiki kesehatan pencernaan secara umum (Keller *et al.*, 2013). Menurut Marchese *et al.* (2014), katekin mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen pada makanan dengan beberapa di antaranya memiliki efektivitas yang lebih baik dibanding antibiotik tetrasiklin atau vankomisin pada konsentrasi yang sebanding.

Dengan demikian, fermentasi teh berpotensi menghasilkan produk pangan fungsional berupa tea wine dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang baik sebagai hasil dari peningkatan kadar polifenol, khususnya katekin. Meninjau adanya potensi tersebut, serta mengingat teh sebagai bahan pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan pangan fermentasi yang tengah memperoleh perhatian masyarakat ditinjau dari manfaat nutrisi dan efek terapeutik yang dihasilkan, maka dilakukan penelitian mengenai fermentasi TB Merah menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan tujuan mengetahui signifikansi proses fermentasi dalam meningkatkan kadar katekin ekstrak teh beserta aktivitas antioksidan dan antibakteri yang dihasilkan.

## **METODE**

### **Pembuatan Sampel Tea Wine dan Kontrol**

TB Merah dengan kadar air 4 – 5% diekstraksi menggunakan akuades pada suhu 85°C selama 10 menit. Rasio the : akuades adalah 1:40 (g/mL) yang ditambahkan dengan 15°Bx sukrosa. Selanjutnya, ekstrak difiltrasi menggunakan kain saring. Kontrol (K) dibuat menggunakan komposisi yang sama tanpa penambahan teh. Masing-masing sampel ditambahkan 2,5% ekstrak tauge, 60 mg/L potasium metabisulfit, dan asam sitrat untuk mengondisikan keasaman sampel pada pH 4,5. Selanjutnya, sampel dityndalisasi dalam water bath pada suhu 65°C selama 45 menit. Sebanyak 10% sampel diinokulasikan dengan *Saccharomyces cerevisiae* dan diinkubasi selama 24 sebelum diinokulasikan ke dalam medium fermentasi. Selanjutnya, dilakukan fermentasi selama tujuh hari dan dilanjutkan dengan maturasi selama tiga puluh hari. Produk yang diunduh disimpan menggunakan wadah kedap udara pada suhu 4°C.

### **Pengukuran Kualitas Sampel**

Kualitas sampel diukur menggunakan parameter kadar alkohol dan gula, pH, serta total asam sampel TW dan K dengan titik sampling H0, H7, H15, dan H30 serta kadar katekin sampel TW pada H0, H15, dan H30. Pengukuran kadar alkohol, gula, pH, dan total asam masing-masing dilakukan menggunakan alkohol meter pada sampel yang telah didistilasi terlebih dahulu, refraktometer Brix, pH meter, dan titrasi asam basa. Perubahan kadar katekin (EC, ECG, EGC, dan EGCG) serta GA pada sampel yang telah disentrifugasi dengan kecepatan 5.000 rpm selama 20 menit dianalisis menggunakan metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC).

### **Uji Aktivitas Antioksidan**

Aktivitas antioksidan TW diukur menggunakan metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) dengan pembanding tea extract (TE). Konsentrasi sampel yang diuji adalah 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 (%) yang diperoleh dari pengenceran menggunakan etanol. Konsentrasi DPPH yang digunakan adalah 80 g/mL dari pengenceran 0,004 g serbuk DPPH dengan 50 mL etanol. Sebanyak 0,5 mL dari masing-masing sampel serta etanol sebagai kontrol ditambahkan dengan 3,5 mL larutan DPPH, kemudian divortex dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Selanjutnya, kapasitas absorbansi sampel diukur menggunakan UV-VIS Spectrophotometer dengan panjang gelombang Aktivitas antioksidan (AA) dihitung menggunakan rumus:

$$AA (\%) = (\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}) / (\text{Absorbansi Kontrol}) \times 100\% \quad (1)$$

### **Uji Aktivitas Antibakteri**

Metode uji yang digunakan adalah well diffusion menggunakan medium Mueller Hinton Agar (MHA) dengan konsentrasi 38 g/L. Bakteri gram negatif (*Escherichia coli* dan *Salmonella Typhi*) serta positif (*Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus mutans*) diinokulasikan ke medium menggunakan metode swab. Sampel yang diujikan adalah 50  $\mu$ L TW, akuades steril (kontrol negatif), dan Ciprofloxacin (kontrol positif). Medium diinkubasi dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 37°C. Selanjutnya, diameter zona hambat yang diperoleh diukur menggunakan jangka sorong.

### **Uji Organoleptik**

Tingkat penerimaan TW dievaluasi oleh 20 panelis terlatih dengan pembanding grape wine (GW) dengan cita rasa yang menyerupai. Parameter yang digunakan adalah tampilan (appearance), aroma (aroma), rasa (flavor), dan tingkat penerimaan keseluruhan (overall acceptability) yang diukur menggunakan Hedonic Scale dengan keterangan skor 1 – 5: sangat tidak suka, tidak suka, kurang suka, suka, dan sangat suka.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengukuran Kualitas Sampel

#### Kadar Alkohol

Pada H0, kadar alkohol sampel kontrol (K) dan perlakuan (SP) adalah 0,00% yang mengindikasikan proses pembentukan alkohol oleh yeast melalui konversi gula belum terjadi. Alkohol baru terdeteksi pada H7, yaitu 0,50% (K) dan 5,00% (SP). Peningkatan alkohol terjadi hingga hari ke-15 pada proses maturasi. Pada titik sampling tersebut, alkohol sampel K meningkat hingga 1,00% menjadi 1,50% dan SP meningkat sebanyak 0,10%, sehingga diperoleh kadar alkohol sebesar 5,10%. Pembentukan alkohol hanya berlangsung hingga H15, sehingga kadar alkohol akhir yang diperoleh (H30) sama dengan H15 (Gambar 1).

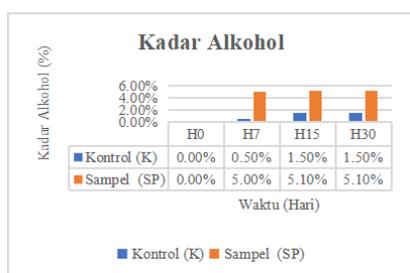
Sampel SP dapat menghasilkan alkohol yang lebih tinggi dibanding K. Hal tersebut berkaitan dengan adanya penambahan ekstrak teh yang mengandung polisakarida berupa glukosa, galaktosa, arabinosa, rhamnosa, xilosa, dan asam galakturonik (Du et al., 2016) yang dapat diubah menjadi alkohol, sehingga ketersediaan substrat SP lebih tinggi dibanding K. Meskipun demikian, kadar alkohol TW yang diperoleh lebih rendah dibanding dengan grape wine (GW) secara umum, yaitu 8 – 15% dikarenakan ketersediaan gula pada anggur jauh lebih tinggi dibanding teh (Pawignya dkk., 2010). Hasil tersebut selaras dengan penelitian Aroyeun dkk. (2005) yang menunjukkan kadar alkohol TW yang dimaturasi selama 52 minggu hanya mencapai 5,0 – 7,2%.

#### Kadar Gula

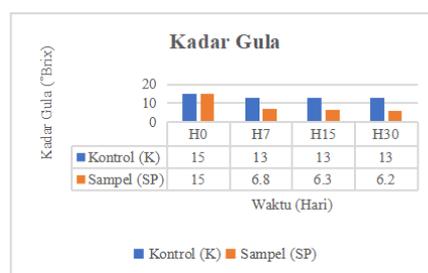
Gula merupakan substrat yang diubah oleh *yeast* menjadi alkohol dan asam organik melalui jalur glikolisis, sehingga gula berperan dalam menentukan kadar alkohol yang diperoleh (Maicas, 2020). Selama tujuh hari fermentasi, gula medium fermentasi SP dan K sebesar 15°Brix direduksi menjadi 13°Brix (13,33%) dan 6,8°Brix (54,66%). Hasil tersebut menunjukkan reduksi gula sampel SP lebih tinggi dibanding K yang berkorelasi dengan kadar alkohol H7 sebagai hasil metabolisme gula sampel K yang juga lebih rendah dibanding SP. Pada Gambar 2 dapat diamati konversi alkohol sampel K telah berhenti pada H7 yang ditandai dengan tidak adanya reduksi gula pada H15 dan H30, sedangkan pada sampel SP masih ditemukan reduksi gula pada H15 (6,3°Brix) dan menjadi 6,2°Brix pada H30. Keberlanjutan reduksi gula sampel SP selama maturasi dimungkinkan karena adanya reaksi glikolisis oleh *yeast* yang masih bertahan hidup setelah tyndalisasi sebelum proses maturasi dilakukan.

#### pH

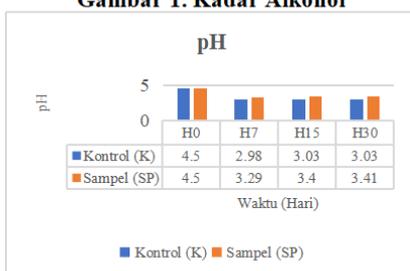
pH merupakan parameter yang penting dalam menentukan kualitas *wine* berkaitan dengan kestabilan fisikokimia dan mikrobiologi produk. Hal tersebut berkorelasi dengan selektivitas mikroorganisme selama proses fermentasi maupun setelah pengunduhan, sehingga risiko terjadinya kontaminasi dapat diminimalisir, menjaga keberlangsungan reaksi kimia penting dalam fermentasi, seperti laju oksidasi, dan penentu sifat sensoris, beserta keseimbangan produk *wine* yang dihasilkan (Forino et al., 2020; Zoecklein et al., 2010). Pada H0, pH sampel K dan SP dikondisikan pada pH 4,5 untuk mengoptimalkan



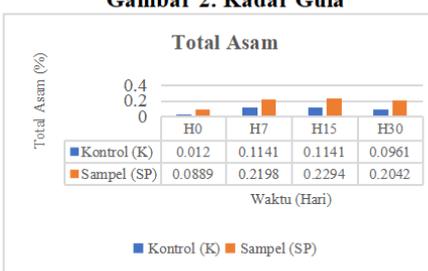
Gambar 1. Kadar Alkohol



Gambar 2. Kadar Gula



Gambar 3. pH



Gambar 4. Total Asam

pertumbuhan *S. cerevisiae* sesuai dengan pH optimum mikroorganismenya tersebut, yaitu 4,0 – 4,5. Setelah tujuh hari, pH sampel K dan SP berubah menjadi 2,98 dan 3,29 yang disebabkan adanya reaksi  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan melalui konversi substrat menjadi alkohol (fermentasi primer) dengan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) membentuk asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) yang memicu penurunan pH medium (Gunam *et al.*, 2018). Selain itu, fermentasi primer menghasilkan senyawa dengan sifat asam, seperti asam laktat dan asetat (Budiarso dan Charis, 2017). Pada H15, terjadi peningkatan pH, yaitu 3,03 (K) dan 3,40 (SP). Kondisi tersebut disebabkan oleh adanya fermentasi sekunder atau *Malolactic Fermentation* (MLF) setelah atau bersamaan dengan fermentasi primer. Pada jalur MLF, asam malat yang dihasilkan melalui glikolisis diubah menjadi asam laktat dengan melibatkan *malate synthase* oleh Bakteri Asam Laktat (BAL). Asam laktat memiliki derajat keasaman yang lebih rendah dibanding asam malat, sehingga peningkatan kadar asam laktat linier dengan peningkatan pH medium (Jackson, 2008). Penurunan pH berhenti pada H15 sebagai indikator telah berakhirnya produksi alkohol sesuai dengan hasil pengukuran alkohol yang menunjukkan tidak adanya peningkatan kadar alkohol setelah H15.

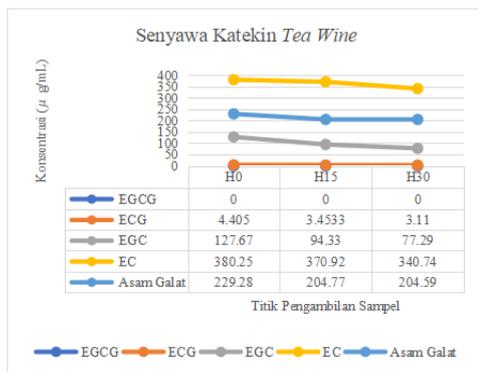
### Total Asam

Laju produksi asam berbanding terbalik dengan alkohol. Akumulasi alkohol yang terbentuk menghambat pertumbuhan mikroorganismenya penghasil asam, sehingga total asam yang diperoleh rendah (Gunam *et al.*, 2018; Lohenapessy *et al.*, 2017). Teori tersebut sesuai dengan peningkatan total asam dari H0, yaitu 0,012% (K) dan 0,0889% (SP) menjadi 0,1141% dan 0,2198% pada H7 yang tidak terlalu signifikan. Pada periode tersebut, efisiensi konversi gula menjadi alkohol lebih tinggi, khususnya pada SP, yaitu terjadi peningkatan alkohol sebesar 5,00% dan penurunan gula sebesar 8,2°Brix. Produksi asam juga menyebabkan penurunan pH medium (Gunam *et al.*, 2018). Hal tersebut dibuktikan dengan adanya penurunan pH awal kedua sampel (4,5) menjadi 2,98 (K) dan 3,29 (SP) pada H7. Pada H15, total asam K tidak berubah, sedangkan SP mengalami peningkatan dari 0,2198% menjadi 0,2294% setelah proses konversi gula menjadi alkohol melambat ataupun terhenti yang sesuai

dengan peningkatan alkohol SP dalam jumlah yang rendah pada H15, yaitu 0,10% dan reduksi gula 0,5°Brix. Pada sampel K, tidak terjadi peningkatan asam dikarenakan masih terjadi produksi alkohol sebesar 1,00%, yaitu dari 0,50% menjadi 1,50%. Penurunan asam K dari 0,1141% menjadi 0,0961% dan SP dari 0,2294% menjadi 0,2042% terjadi pada H30. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh reaksi yang melibatkan alkohol dan asam organik dalam pembentukan senyawa aromatis (ester) selama maturasi (Gunam *et al.*, 2018; Lohenapessy *et al.*, 2017).

### Kadar Katekin

Fermentasi dapat mengubah komposisi katekin teh (Zhang *et al.*, 2019). Mekanisme perubahan tersebut terjadi melalui reaksi oksidasi yang dikatalisis enzim tannase yeast yang menghidrolisis ikatan ester galat pada gugus hidroksil cincin karbon *non ester catechins* (EC dan EGC) yang teresterifikasi dengan GA sebagai gugus inti pembentuk *ester catechins* (ECG dan EGCG). Reaksi tersebut diikuti dengan pelepasan GA, sehingga GA meningkat seiring dengan penurunan EGCG dan ECG serta peningkatan EC dan EGC (Zhang *et al.*, 2019; Fang *et al.*, 2019). Hasil analisis HPLC (Gambar 5) justru menunjukkan penurunan kadar katekin dan GA. EGCG ditemukan dalam jumlah 0 µg/mL pada ketiga titik *sampling*. Pada *non ester catechins* tidak diperoleh adanya peningkatan, sedangkan pada *ester catechins* penurunan hanya dapat diamati pada ECG dari H0 sebesar 4,405 µg/mL menjadi 3,4533 pada H15 dan 3,11 µg/mL pada H30. EC dan EGC justru mengalami penurunan dari H0 ke H15 dan H30. Penurunan katekin dan GA juga terjadi pada penelitian Li *et al.* (2020) yang disebabkan oleh adanya kemungkinan degradasi katekin melalui proses pemanasan pada tahap ekstraksi dan tyndalisasi sebelum fermentasi.



Gambar 5. Senyawa Katekin Tea Wine



Gambar 8. *S. epidermidis*



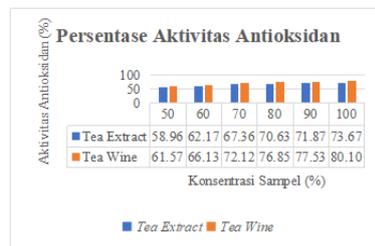
Gambar 9. *S. mutans*



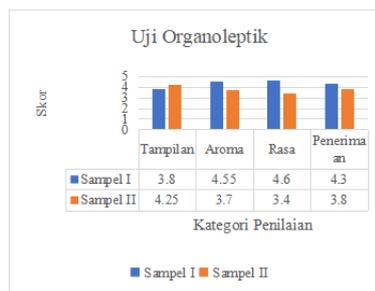
Gambar 10. *E. coli*



Gambar 11. *S. Typhi*



Gambar 6. Aktivitas Antioksidan



Gambar 7. Uji Organoleptik

### **Pengukuran Aktivitas Antioksidan**

Aktivitas antioksidan teh dapat ditingkatkan melalui biotransformasi senyawa bioaktif, seperti katekin selama fermentasi. Melalui fermentasi, bioavailabilitas katekin sebagai promotor fungsi kesehatan, khususnya antioksidan dapat ditingkatkan hingga lebih dari 32,1% (Li dkk., 2020; Fang dkk., 2019). Hasil pengukuran menunjukkan peningkatan konsentrasi sampel linier dengan aktivitas antioksidan yang dihasilkan serta adanya peningkatan aktivitas antioksidan TW dibanding dengan TE pada setiap konsentrasi (Gambar 6). Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada konsentrasi sampel 100% dengan TW yang lebih unggul 6,4273% dibanding TE. Peningkatan aktivitas antioksidan tersebut berbanding terbalik dengan hasil analisis HPLC katekin dan GA yang diperoleh. Pada kondisi tersebut dimungkinkan adanya biotransformasi senyawa polifenol selain katekin dan GA yang dianalisis selama fermentasi, sehingga peningkatan aktivitas antioksidan tetap terjadi.

### **Pengukuran Aktivitas Antibakteri**

Polifenol teh dapat menghasilkan kemampuan antibakteri, dengan spesifitas bakteri pada sistem pencernaan (Keller et al., 2013). Polifenol dengan efektivitas antibakteri, khususnya pada bakteri gram negatif tertinggi adalah katekin, yaitu ECG dan EGCG (Chan et al., 2011). Hasil pengukuran diameter zona hambat menunjukkan TW dan kontrol negatif memberikan hasil yang sama pada setiap jenis bakteri, yaitu 0,00 cm, sedangkan kontrol positif menghasilkan diameter zona hambat *S. epidermidis*, *S. mutans*, *E. coli*, dan *S. Typhi* masing-masing 6,80; 7,23; 5,00; dan 4,37 cm. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui efektivitas TW dalam memberikan efek antibakteri terhadap keempat bakteri yang digunakan adalah 0%. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh degradasi EGCG sejak awal fermentasi (0,00 µL/mg) dan EGC sebesar 29,3984% dari H0 (4,405 µL/mg) hingga H30 (3,110 µL/mg) yang diduga terjadi akibat oksidasi pada proses ekstraksi dan tyndalisasi. Ketiadaan EGCG dan rendahnya kadar ECG sebagai polifenol utama yang memberikan aktivitas antibakteri berdampak pada diperolehnya hasil negatif dalam uji antibakteri TW untuk bakteri patogen gram positif maupun negatif yang digunakan.

### **Uji Organoleptik**

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan produk secara kuantitatif menggunakan metode skoring berdasarkan poin penilaian *hedonic scale* yang telah ditentukan. Sampel TW dibandingkan dengan GW dengan cita rasa yang serupa, yaitu tidak terlalu manis dengan tingkat *astringency* sedang, serta keasaman rendah. Secara keseluruhan, TW lebih disukai dibanding GW dengan skor 4,30 untuk TW dan 3,80 untuk GW. TW juga memperoleh skor yang lebih unggul pada parameter aroma dan rasa (4,55 dan 4,60), sedangkan GW sebesar 3,7 dan 3,4. GW memiliki sensasi *harsh* dan *heat mothfeel* yang lebih intens dibanding TW. Sensasi tersebut kurang disukai oleh panelis. Pada parameter tampilan, GW dengan warna merah keunguan pekat memperoleh skor yang lebih unggul (4,25) dibanding TW dengan warna merah kecoklatan (3,80).

## KESIMPULAN

Fermentasi TB Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) menggunakan *S. cerevisiae* selama tujuh hari dan maturasi selama tiga puluh hari kurang signifikan dalam meningkatkan kadar katekin ditinjau dari adanya penurunan katekin dan GA terkait dengan kemungkinan terjadinya oksidasi katekin selama ekstraksi teh yang melibatkan panas, sehingga kadar katekin, khususnya ECG dan EGCG yang diubah menjadi EC dan EGC serta GA menjadi rendah. Penurunan ECG dan EGCG berdampak pada rendahnya kemampuan antibakteri TW terhadap *E. coli*, *S. Typhi*, *S. epidermidis*, dan *S. mutans*, yaitu 0,000% untuk setiap bakteri. Meskipun terjadi penurunan katekin, fermentasi tetap dapat meningkatkan aktivitas antioksidan TW dibanding TE pada setiap konsentrasi. Efektivitas tertinggi diperoleh pada konsentrasi TW 100% (80,103%), yaitu 6,427% lebih tinggi dibanding TE pada konsentrasi yang sama. TW memiliki tingkat penerimaan keseluruhan yang lebih tinggi (4,300) dibanding GW (3,80) dengan komponen penilaian aroma dan rasa yang lebih unggul, yaitu 4,55 dan 4,60 dari GW, yaitu 3,7 dan 3,4.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aroyeun, S. O., O. Olubamiwa, dan M.A.K. Ogunjobi., (2005), Development of Wine From Infused Tea Leaves (*Camellia sinensis*), *British Food Journal*, 107, 34 – 41.
- Budiarso, T. Y. dan Charis A., (2017), Pelatihan Fermentasi *Wine* dari Sari Buah Lokal untuk Membantu Pelayanan Perjamuan Kudus di Gereja, *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat 2017*, 2, A41 – A46, ISSN. 2541-3805.
- Chan, E. W. C., Eu Y. S., Pei P. T., dan Yon P. L., (2011), Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*, *Pharmacognosy Research*, 3, pp. 266 – 272.
- Du L., Qiu-Yue F., Li-Ping X., Xin-Qiang Z., Jian-Liang L., Jian-Hui Y., Qing-Sheng L., Curt A. P., dan Yue-Rong L., (2016), Tea Polysaccharides and Their Bioactivities, *Molecules*, 1449, 1 – 19
- Fang, X., Minru D., Tong L., Qian'an F., Zhenlin L., Qingping Z., Jianwen C., Xiaolin M., Shiyu Z., dan Jie W., (2019), Changes in the Biotransformation of Green Tea Catechins Induced by Different Carbon and Nitrogen Sources in *Aspergillus niger* RAF106, *Frontiers in Microbiology*, 2521, 1 – 12.
- Forino, M., Luigi P., Alessandra R., Luigi M., dan Angelita G. (2020), How Must pH Affects The Level of Red Wine Phenols, *LWT-Food Science Technology*, 129, 1 – 7.
- Gunam, I. B. W., Ni N. S. A., dan Nyoman S. A., (2018), Pengaruh Konsentrasi Starter dan Gula terhadap Karakteristik *Wine* Salak, *Agrotechno*, 3, 289 – 297.
- Jackson, R. S., (2008), *Wine Science Principles and Applications*, Elsevier Inc., California.
- Jilani, H., Antonio C., Reyes B., dan Mokhtar H., (2015), Biosorption of Green and Black Tea Polyphenols into *Saccharomyces cerevisiae* Improves Their Bioaccessibility, *Functional Foods*, 17, 11 – 21.
- Keller, A. C., Tiffany L. W., Corey D. B., dan Elizabeth P. R., (2013), Antibacterial Activity and Phytochemical Profile of Fermented *Camellia sinensis* (Fuzhuan Tea), *Food Research International*, 53, 945 – 949.
- Li, Y., Shuai Z., dan Yuanming S., (2020), Measurement of Catechin and Gallic Acid in Tea Wine with HPLC, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27, 214 – 221.
- Lohenapessy, S., Ida B. W. G., dan I W. A., (2017), Pengaruh Berbagai Merek *Dried Yeast* (*Saccharomyces* sp.) dan pH Awal Fermentasi Terhadap Karakteristik *Wine* Salak Bali, *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 22, 63 – 72.
- Maicas, S., (2020), The Role of Yeasts in Fermentation Processes, *MDPI: Microorganism*, 1142, 1 – 8.
- Marchese, A., Erika C., Anatoly P. S., Daniela R., Luisa M., dan Maria D., (2014), Influence of In Vitro Simulated Gastrointestinal Digestion on The Antibacterial Activity, Metabolic Profiling and Polyphenols Content of Green Tea (*Camellia sinensis*),

- Food Research International*, 1 – 10.
- Martono, B. dan Rudi T. S., (2014), Skrining Fitokimia Enam Genotipe Teh, *TIDP*, 2, 63 – 68.
- Pawignya, H., Tunjung W. W., Datu P., dan Putra A. (2010). Tinjauan Kinetika Pembuatan *Rose Wine*, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” : Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, ISSN 1693 – 4393.
- Sen, G., Nilanjan S., Moutusi N., dan Subhasis M., (2020), Bioactive Components of Tea, *AFNS*, ISSN 2575-0194.
- Unachukwu, U. J., Selena A., Adam K., James T. L., dan Edward J. K., (2010), White and Green Teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*): Variation in Phenolic, Methylxanthine, and Antioxidant Profiles, *Journal of Food Science*, 75, C541 – C548.
- Wei, C., Hua Y., Songbo W., Jian Z., Chun L., Liping G., Enhua X., Ying L., Yuling T., Guangbiao S., Jun S., Haisheng C., Wei T., Qiang G., Yeyun L., Weiwei D., Xiaolan J., Wenzhao W., Qi C., Shihua Z., Haijing L., Junlan W., Ping W., Penghui L., Chengying S., Fengya Z., Jianbo J., Bei H., Dai S., Mingming S., Congbing F., Yi Y., Fangdong L., Daxiang L., Shu W., Bin H., Changjun J., Ye Y., Tao X., Zhengzhu Z., Jeffrey L. B., Shancen Z., dan Xiaochun W., (2018), Draft Genome Sequence of *Camellia sinensis* var. *sinensis* Provides Insights into The Evolution of The Tea Genome and Tea Quality, *PNAS*, 115, E4151 – E4158.
- Zhang, L., Jânio S. S., Thiago M. C., Mariza B. M., Mariana A. V. do C., Luciana A., Yijun W., dan Daniel G., (2019), Multivariate Effects of Chinese Keemun Black Tea Grades (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) on The Phenolic Composition, Antioxidant, Antihemolytic, and Cytotoxic/Cytoprotection Activities, *Food Research International*, 125, 1 – 10.
- Zoecklein, B. W., K. C. Fugelsang, dan B. H. Gump, (2010), *Practical Methods of Measuring Grape Quality*, Woodhead Publishing Limited, USA, 119 – 121.



# ZOOLOGI

# PRODUKTIVITAS PEMIJAHAN INDUK IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) SECARA ALAMI TERHADAP KEBERHASILAN DAYA FERTILISASI DAN DAYA TETAS TELUR.

E Setiyono<sup>1\*</sup>, R Prakoso<sup>2</sup>, Purnomo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Struktur dan Perkembangan Hewan, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Jl. DR. Soeparno No.63, Purwokerto, 53122

<sup>2</sup>Prodi Budidaya Ikan, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Jl. DR. Soeparno No.63, Purwokerto, 53122

<sup>3</sup>UPTD BIAT Kutasari, Jl.AW Soemarno No 44- 46, Purbalingga, 53361

\* Email penulis korespondensi: eko.setiyono@unsoed.ac.id

## ABSTRAK

Permintaan benih ikan gurami dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, hal ini menunjukkan bahwa usaha pembenihan ikan gurami sangat menjanjikan. Salah satu tahap pembenihan yang harus diperhatikan adalah pemijahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui derajat pembuahan, derajat penetasan, dan kelulushidupan larva ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) hasil pemijahan alami di UPTD BIAT Kutasari. Metode penelitian yang digunakan adalah survei observasional dengan teknik pengambilan sampel secara purposive sampling. Jumlah induk yang digunakan adalah 15 ekor induk jantan dan 60 ekor induk betina dengan bobot antara 1,5–3 Kg perinduk. Pemijahan dilakukan secara alami dengan perbandingan 1:4 (1 ekor jantan:4 ekor betina). Pemijahan ikan gurami dilakukan kolam pemijahan berukuran 50m x 8m x 1m yang disekat menjadi 15 petak dengan ukuran perpetak 4,5m x 4m x 1m. Hasil pemijahan menunjukkan bahwa nilai derajat pembuahan atau Fertilization rate (FR) sebesar 97,3%, nilai derajat penetasan atau Hatching rate (HR) sebesar 91,02%, dan tingkat kelangsungan hidup larva atau Survival rate (SR) sebesar 99,3%.

Nilai parameter kualitas air pemijahan cukup optimal dengan temperatur 29°C, pH 8,33 dan Oksigen terlarut 5,3 mg/L. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pemijahan ikan gurami secara alami di UPTD BIAT dikategorikan baik yang didukung dengan kualitas air yang baik.

**Kata kunci:** Derajat pembuahan, Derajat Penetasan, Ikan Gurami, Pemijahan, Survival rate

## PENDAHULUAN

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang sudah lama dibudidayakan dan dikonsumsi masyarakat Indonesia karena rasa dagingnya yang lezat, sehingga memiliki nilai ekonomi tinggi. Upaya budidaya tidak terlepas dari kegiatan pembenihan. Subsistem pembenihan ikan gurami meliputi kegiatan pemeliharaan induk, pemijahan, penetasan telur dan perawatan larva hingga menghasilkan benih (Amri & Khairuman, 2005). Pemijahan ikan gurami memegang peranan penting dalam pemenuhan kebutuhan benih, terutama dalam proses penetasan telur. Teknik pemijahan merupakan proses perkawinan secara eksternal dimana induk betina akan mengoviposisikan oosit kemudian dibuahi spermatozoa yang dikeluarkan oleh induk jantan.

Umumnya pemijahan dalam usaha pembenihan dilakukan untuk melestarikan dan mendapatkan benih unggul. Benih yang unggul akan meningkatkan kelulushidupan larva sehingga akan meningkatkan nilai jual benih. Salah satu teknik pemijahan dapat diupayakan dengan teknik pemijahan alami. Teknik pemijahan ini bantuan dari manusia sehingga induk jantan dan betina akan lebih nyaman dan tidak stress. Pemijahan ikan

gurami secara alami dan berpasangan induk dengan perbandingan 1:1, 1:2, dan 1:3 telah diteliti sebelumnya (Irawan dan Sorodiana, 2017). Perbedaan antara jumlah induk jantan dan betina tidak berpengaruh terhadap derajat pembuahan, derajat penetasan, abnormalitas larva, dan jumlah larva yang mati.

Efektivitas pemijahan gurami terus dikaji untuk memperoleh perbandingan yang efektif dalam menghasilkan benih. Perlu informasi perbandingan induk jantan dan betina yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Kegiatan pemijahan diawali dengan menyeleksi indukan terlebih dahulu yang sudah matang gonad dengan perbandingan jantan dan betina 1:4, kemudian induk jantan dan induk betina diletakkan ke dalam kolam pemijahan. Proses pemijahan memerlukan waktu hingga 14 hari kemudian telur dapat dipanen (Amri & Khairuman, 2005). Benih gurami yang berasal dari hasil pemijahan alami dipengaruhi oleh musim merupakan suatu kesulitan tersendiri karena ketersediaannya yang tidak kontinu dan masih sangat terbatas (Arfah *et al.*, 2006). Selain hal tersebut permasalahan yang dihadapi dalam pemijahan ikan gurami yaitu daya tetas telur yang masih rendah dan tingkat kelulushidupan yang masih rendah. Pada fase larva masih rentan terhadap perubahan lingkungan. Menurut Effendie (1997), embrio dan larva merupakan fase pertumbuhan ikan yang paling sensitif terhadap kondisi lingkungan dan nutrisi. Hal tersebut berkaitan dengan perkembangan bukaan mulut yang belum bisa menerima pakan dengan ukuran yang lebih besar dari ukuran mulut. Dengan demikian, perlu dievaluasi produktivitas pemijahan induk ikan gurami dengan perbandingan 1:4 secara alami terhadap keberhasilan daya fertilisasi dan daya tetas telur.

## **METODE**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan untuk pemijahan ikan gurami adalah kolam pemijahan, ember, seser, jaring, sendok, *handycounter*, alat tulis, alat dokumentasi, jaring, pisau, gerobak sorong, sosog, spons, pH meter, dan DO meter. Bahan yang digunakan untuk pemijahan ikan gurami adalah induk ikan gurami (jantan dan betina) ukuran bobot 1,5-3 kg yang matang gonad berjumlah 15 jantan dan 60 betina, daun sente, cacing sutera, *methylene blue*, ijuk, dan pelet.

Penelitian ini dilakukan secara survei observasional dengan memijahkan induk gurami dengan perbandingan 1 jantan dengan 4 betina secara alami. Pemijahan diulang sebanyak 15 kali ulangan dengan sistem kolam sekat. Variabel yang diamati adalah produktivitas induk dalam pemijahan. Parameter yang diukur adalah derajat pembuahan atau *fertilization rate* (FR), nilai derajat penetasan atau *hatching rate* (HR) dan tingkat kelangsungan hidup larva atau survival rate (SR). Selain parameter tersebut juga diukur parameter pendukung yaitu temperatur, pH dan oksigen terlarut.

## Prosedur Penelitian

### Persiapan Kolam Pemijahan Induk

Kolam pemijahan induk gurami disiapkan dengan ukuran 50m x 8m x1m yang terbuat dari semen atau biasa disebut kolam permanen yang disekat menggunakan bambu dengan ukuran 4,5m x4m x1m persekatnya. Lumpur-lumpur yang berada di kolam beton dibersihkan, kolam dikeringkan selama 3 hari hingga dasar kolam mengering. Pengeringan dilakukan dengan tujuan untuk memutus siklus hama dan penyakit, sosog dipasang ditepi atau ditengah kolam sebagai tempat pembuatan sarang induk betina dengan substrat berupa ijuk, air diisi sampai ketinggian 80 cm dari dasar kolam dan ditambahkan *methylene blue* secukupnya agar ikan tidak stres dalam adaptasi dengan lingkungan baru.

### Kolam Pemeliharaan Larva

Kolam pemeliharaan larva ikan gurami disiapkan dan digunakan berupa bak fiber berukuran panjang 2 meter dan lebar 1 meter dengan kedalaman 50 cm. Lumut-lumut yang berada di bak fiber dibersihkan menggunakan spons, serta air diisi sampai ketinggian 50 cm.

### Seleksi Induk dan Pemijahan Induk

Seleksi induk dilakukan dengan cara menangkap induk yang sudah matang gonad dengan ukuran bobot 1,5-3 Kg menggunakan jaring. Induk jantan dan betina yang sudah diseleksi dimasukkan ke dalam kolam pemijahan dengan perbandingan jantan dan betina 1:4 dengan jumlah induk jantan 15 ekor dan betina 60 ekor. Pemijahan terjadi pada malam hari sekitar jam 18.00-21.00, induk jantan akan mengeluarkan milt dan induk betina mengeluarkan oosit sehingga fertilisasi terjadi secara eksternal. Pemberian pakan induk gurami saat pemijahan diberikan dengan daun sente dan pelet Hi Pro Vite 781 ukuran 2 mm dengan protein 31% dengan frekuensi satu hari sekali pada pagi hari.

### Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan satu minggu sekali dan dimulai saat telur dipanen pada pagi hari. Parameter yang diukur yaitu pH dan suhu menggunakan pH meter dan oksigen terlarut menggunakan DO meter.

### Pemanenan Telur

Pemanenan telur dilakukan dengan memeriksa sarang induk (sosog) satu hari sekali saat pagi hari, dan jika terdapat telur sarang dimasukkan telur ke dalam ember. Telur dipisahkan dari sarang dengan menaruh sarang ke dalam ember berisi air dan telur akan mengapung di permukaan air. Telur dihitung secara manual menggunakan *handycounter* dan di pindahkan ke bak penetasan. Minyak pada telur diambil menggunakan daun singkong atau daun pepaya. Kemudian telur disortir antara yang terbuahi dan tidak terbuahi untuk mendapatkan data FR (*fertilization rate*) dengan menggunakan rumus Mukti *et al.*, (2001):

$$FR = \frac{\sum \text{Telur yang dibuahi (butir)}}{\sum \text{Telur Total (butir)}} \times 100 \dots\dots\dots \text{Rumus. 1}$$

## Penetasan Telur

Penetasan telur dilakukan di dalam bak penetasan, telur akan menetas di hari kedua. Telur yang menetas dan tidak menetas dihitung untuk memperoleh data HR (*hatching rate*) dengan menggunakan rumus Mukti *et al.*, (2001):

$$HR = \frac{\sum \text{Telur Menetas (butir)}}{\sum \text{Telur Total (butir)}} \times 100 \dots\dots\dots \text{Rumus. 2}$$

Larva dipindahkan ke dalam bak fiber yang sudah disiapkan dan diberi pakan berupa cacing sutera. Larva dipelihara selama 14 hari untuk mendapatkan data SR (*survival rate*) dengan menggunakan rumus Effendie (1997):

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \dots\dots\dots \text{Rumus. 3}$$

Keterangan :

Nt : Jumlah ikan akhir (ekor)

No: Jumlah ikan awal (ekor)

## Analisis Data

Seluruh parameter dianalisis menggunakan secara deskripsi. Keterkaitan antar parameter dihitung nilai korelasi (r).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

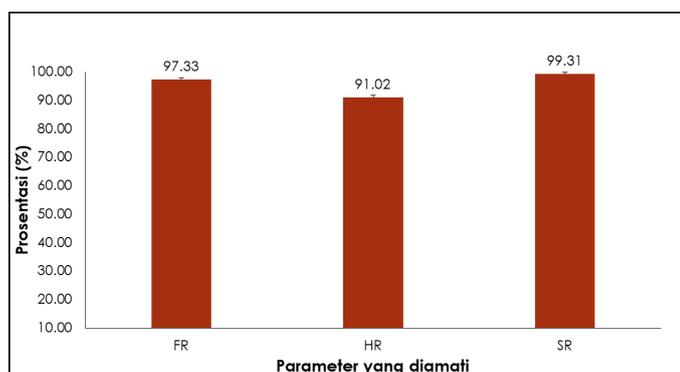
Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jumlah fekunditas oosit, jumlah oosit terfertilisasi dan tidak terfertilisasi, jumlah oosit menetas dan jumlah post larva yang *survive* (Tabel 1). Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menghitung persentase *Fertilization rate* (FR), *Hatching rate* (HR) dan *Survival rate* (SR) (Gambar 1).

**Tabel 1. Jumlah fekunditas, jumlah oosit terfertilisasi dan tidak terfertilisasi, jumlah oosit menetas dan jumlah post larva yang *survive*.**

No	Parameter	Rata-rata jumlah
1	Jumlah fekunditas	5037
2	Jumlah oosit terfertilisasi	4901
3	Jumlah oosit yang menetas/jumlah larva awal	4461
4	Jumlah post larva akhir	4432

Pemanenan telur ikan gurami dilakukan dengan pemeriksaan sarang di setiap kolam. Pemeriksaan sarang dilakukan sehari sekali pada pagi hari, dikarenakan kebiasaan ikan gurami melakukan pemijahan di sore hari. Ciri sarang berisi telur adalah terdapat lapisan

minyak di atas permukaan air dekat sarang, mulut sarang tertutup, tercium bau amis menyengat, biasanya induk jantan berada dekat sarang, jika sarang ditusuk dengan jari telur akan terlihat keluar terapung di permukaan. Proses pengambilan telur dilakukan secara hati-hati, untuk sarang tertutup rapat dan tidak berlubang, maka diambil secara perlahan dari sosog dengan bagian depan sarang menghadap keatas, kemudian dipindahkan ke dalam bak yang sudah terisi air. Rata-rata telur yang dihasilkan adalah 5037 butir (Tabel 1). Hasil fekunditas penelitian ini lebih tinggi dari pada penelitian sebelumnya dimana perlakuan induk gurami dengan pengkayaan energi (kcal/Kg), pengkayaan lipid dan protein memberikan performa fekunditas yang berbeda (Masrizal *et al.*, 2015). Hal serupa pada induk gurami yang dipelihara dalam kolam dengan pemberian pakan daun sente memiliki rata-rata fekunditas 4290,4 butir dan telur terfertilisasi rata-rata 3742,8 butir (Nasrulloh *et al.*, 2021). Dengan demikian, baik fekunditas maupun telur yang terfertilisasi dari penelitian ini lebih baik dibanding penelitian sebelumnya. Selain nutrisi, faktor lingkungan, kualitas telur yang baik sangat dipengaruhi oleh regulasi hormonal baik pada level GnRH, level FSH dan LH maupun hormon estrogen (Degani, 2020).



**Gambar 1. Rata-rata ( $\pm$ Standar Dev) *Fertilization rate* (FR), *Hatching rate* (HR) dan *Survival rate* (SR)**

Pemisahan telur dari sarang dilakukan dengan meletakkan sarang ke dalam bak ember berisi air kemudian sarang dibuka perlahan dan telur akan mengapung di permukaan air. Lapisan minyak yang berada di permukaan air dibersihkan terlebih dahulu menggunakan daun singkong bagian depan daun dengan cara digesek-gesekan secara perlahan pada permukaan air untuk memisahkan telur di sekitar telur. Daun singkong digunakan karena memiliki struktur menjari sehingga memudahkan untuk memisahkan telur. Selain daun singkong daun pepaya juga bisa digunakan atau daun yang memiliki struktur morfologi menjari. Telur yang dibuahi akan berwarna kuning bening, sedangkan telur yang sudah rusak berwarna kuning pucat, atau kuning keputihan. Telur rusak tidak akan menetas karena terkontaminasi jamur, bakteri, atau parasit yang lainnya. Telur yang terbuahi berwarna kuning bening dipisahkan dari telur yang rusak atau tidak terbuahi berwarna kuning keputihan atau kuning pucat.

Penghitungan telur dilakukan saat telur sudah di dalam ember. Penghitungan telur

bertujuan untuk menghitung jumlah keseluruhan telur dalam satu sarang. Telur dihitung secara manual menggunakan *handycounter*. Pada saat penghitungan telur dilakukan penyortiran telur yang bertujuan untuk memisahkan telur ikan yang terbuahi dan tidak terbuahi. Telur yang terbuahi dan tidak terbuahi dihitung keseluruhan untuk mengetahui derajat pembuahan telur / *fertilization rate* (FR). Data sampling rata rata derajat pembuahan telur (FR) yang diperoleh adalah 97,3% (Gambar 1.). Nilai FR tersebut lebih tinggi daripada hasil pemijahan gurami dengan pengkayaan kalori, lipid dan protein pada pakan (Masrizal, *et al.*, 2015) dan lebih tinggi juga dari pemijahan induk gurami di Balai Benih Ikan Ngoro, Jombang sebesar 53,54 % (Budiana & Rahardja, 2018). Pola pemeliharaan alami dalam kolam dengan pemberian pakan daun sente memberikan nilai FR 86,6% (Nasrullah *et al.*, 2022). Walaupun dengan pola pemeliharaan yang sama namun hasil penelitian Nasrullah *et al.*, (2022) masih di bawah dari hasil penelitian ini. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kualitas dan jumlah sperma baik untuk membuahi telur. Daya fertilitas sangat dipengaruhi oleh kualitas sperma, telur, media dan penanganan telur (Arfah *et al.*, 2006).

Penetasan telur dilakukan di bak ember yang diisi air bersih. Penetasan dilakukan di dalam *hatchery* untuk modifikasi suhu agar aklimatisasi suhu terjaga. Telur ikan gurami rata-rata menetas setelah 2 hari. Telur yang menetas menghasilkan larva yang masih memiliki kuning telur. Pada proses penetasan telur tidak semua telur menetas, hal ini dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang dimaksud yaitu kualitas telur yang dihasilkan dari pemijahan, adapun faktor eksternal yaitu kondisi lingkungan seperti air, suhu, dan lainnya. Telur yang mati harus langsung dipisahkan karena akan menjadi substrat jamur *Saprolegnia sp.* Jamur yang menempel pada telur awalnya tidak terlalu berbahaya namun, bila tidak dihentikan jamur akan menyebar pada telur yang lain dan telur yang lain akan mati (Ghofur *et al.*, 2014). Data sampling derajat penetasan telur atau *hatching rate* (HR) 91,02% (Gambar 1). Nilai HR yang diperoleh sedikit lebih rendah dari laporan sebelumnya pada gurami yang diberi pengkayaan protein (40%) sebesar  $92.33 \pm 2.687$  (Masrizal *et al.*, 2015). Namun lebih tinggi dari induk yang diberikan pakan dengan daun sente dengan HR = 87,8% (Nasrullah *et al.*, 2022). Nilai derajat penetasan sangat dipengaruhi dari penanganan telur yang efektif dengan pengontrolan telur serta aerasi dan kualitas air yang baik (Arfah *et al.*, 2006).

Larva yang berumur 10 hari segera diberi pakan alami cacing sutera karena kuning telur dalam larva habis. Cacing sutera sangat baik bagi pertumbuhan ikan air tawar termasuk benih gurami post larva karena kandungan proteinnya tinggi. Frekuensi pemberian pakan alami cacing sutera adalah dua kali sehari. Larva yang baru menetas tidak perlu diberi pakan karena masih memiliki cadangan makanan berupa kuning telur (Lucas *et al.*, 2015). Kandungan nutrisi cacing sutera adalah terdiri dari protein murni 65%, lemak 15%, karbohidrat 14% dan abu 16%. Larva dipelihara di bak fiber yang telah diisi air untuk menghitung *survival rate* dari larva hingga berumur 14 hari. Data sampling kelangsungan hidup sebesar 99,3% (Gambar 1.). Besar kecilnya kelulushidupan dipengaruhi oleh faktor internal yang meliputi jenis kelamin, keturunan, umur, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit dan faktor eksternal meliputi kualitas air, padat penebaran, jumlah dan komposisi kelengkapan asam amino dalam pakan (Nugroho *et al.*, 2015). Keberhasilan pemijahan

tidak terlepas adanya keterkaitan antar *fertilization rate* oosit, daya *hatching rate* dan *survival rate* larva. Berikut ini adalah data korelasi antar parameter tersebut (tabel 2).

**Tabel 2. Keterkaitan nilai *fertilization rate* (FR), *hatching rate* (HR) dan *survival rate* (SR)**

Parameter	Nilai korelasi
FR dengan HR	0,60
FR dengan SR	0,87
HR dengan SR	0,89

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa kondisi oosit yang terfertilisasi akan menentukan rata-rata penetasan oosit sebesar 60% dan sisanya dipengaruhi faktor lain. Beberapa faktor yang berpengaruh berasal dari kualitas oosit dan kualitas media penetasan. Kualitas media penetasan dapat dilihat pada tabel 3. Hal yang sama terlihat pada keberhasilan *survival rate* post larva yang ditentukan oleh prosentasi oosit terfertilisasi (87%) dan penetasan oosit (89%).

**Tabel 3. Nilai parameter kualitas air pada inkubasi oosit**

Parameter	Satuan	Nilai
Suhu	°C	29
pH		8,33
Oksigen Terlarut	mg/L	5,2

Kualitas air inkubasi oosit termasuk dalam katagori bagus, hal ini sesuai dengan ketentuan SNI dimana suhu optimal untuk pemeliharaan ikan gurami berkisar 25-30 oC dan nilai pH kisaran 6,5-8,5 (BSNI, 2000). Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk ikan gurami 4-6 mg/L (Sitanggung, 2007). Hasil pengukuran baik temperatur, pH dan oksigen terlarut mirip dengan induk gurami yang diperlihara dikolam alami dengan pemberian variasi kandungan protein dan lipid yang berbeda (Masrizal *et al.*, 2015) dan pemberian pakan daun senter (Nasrullah *et al.*, 2022). Selain kondisi kualitas air yang baik, factor curah hujan juga berkontribusi terhadap kualtitas pemijahan (Slembrouck *et al.*, 2020).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pemijahan induk ikan gurami berpasangan satu jantan dengan empat betina secara alami dikatagorikan baik yang didukung dengan kualitas air yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar-Juárez, M., Ruiz-Campos, G. and Paniagua-Chávez, C.G., 2014. Cold Storage of The Sperm of The Endemic Trout *Oncorhynchus Mykiss* Nelsoni: A Strategy For Short-Term Germplasm Conservation Of Endemic Species. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1), pp.294-300.

- Akbar. 2001. *Pembenihan dan Pembesaran Nila Gift*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Amri, K. & Khairuman. 2005. *Pembenihan dan Pembesaran Gurami secara Intensif*. Jakarta : Agro Media Pustaka.
- Amrullah., Mohammad, A. B., & Wahidah. 2018. Produksi Pakan Mandiri untuk Budidaya Ikan Nila Di Kabupaten Pangkep. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Borneo*, 2 (1): 1-7.
- Arfah, H., L. Maftucha., & Odang, C. 2006. Pemijahan Secara Buatan pada Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) Lac. By dengan Penyuntikan Ovaprim. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(2): 103-112.
- Badan Standar Nasional Indonesia (BSNI). 2000. Produksi Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*, Lac) Kelas Benih Sebar. *Standar Nasional Indonesia*. 01-6485.3-2000 : 1-7.
- Bardach M. 1972. *Aquaculture The Farming and Husbandry of Fresh Water and Marine Organism*. Jhon Milley and Son, Toranto.
- Budiana. & B. S. Rahardja. 2018. Teknik Pembenuhan Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) di Balai Benih Ikan Ngoro Jombang. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 7 (3): 90-97.
- Cahyono, B. 2001. *Budidaya Ikan di Perairan Umum*. Yogyakarta : Kanisius.
- Degani, G. 2020. Brain Control Reproduction by the Endocrine System of Female Blue Gourami (*Trichogaster trichopterus*). *Biology*. 9 (209): 1-14.
- Effendie, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Fais, M. 2008. Analisis Strategi Bisnis Usaha Pembenuhan Ikan Gurame pada Kelompok UPR Gurame Mitra Karya Mandiri, Desa Barengkok, Kecamatan Leuwiliang, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Skripsi*, Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Ghofur, M., M. Sugihartono., & R. Thomas. 2014. Efektifitas Pemberian Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle*. L) terhadap Penetasan Telur Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 14 (1) : 37-44.
- Gunadi, B., Lamanto., & Febrianti, R. 2010. Pengaruh Pemberian Pakan Tambahan dengan Kadar Protein yang Berbeda terhadap Jumlah dan Fertilitas Telur Induk Gurame. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 2(1) : 817-822.
- Harahap, M. 2011. Analisis Tataniaga Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) Desa Pabuaran, Kecamatan Kemang, Kabupaten Bogor. *Skripsi*, Fakultas Ekonomi dan Manajemen. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Kristina, M. & Sulantiwi. 2015. Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Kualitas Bibit Ikan Gurame Di Pekon Sukosari menggunakan Aplikasi Visual Basic 6.0. *Jurnal Technology Acceptance*, 4 : 26-33.
- Lucas, W. G. F., O. J. Kalesaran., & C. Lumenta. 2015. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan Pemberian Beberapa Jenis Pakan. *Jurnal Budidaya Perairan*, 3 (2) : 19-28.
- Masrizal., Z. Udin., M. Zein and U. Bulanin. 2015. Effect of Energy, Lipid and Protein Content in Broodstock Diets on Spawning Fecundity and Eggs Quality of Giant Gourami (*Osphronemus gouramy* Lac). *Pakistan Journal of Nutrition*. 14 (7): 412-416.
- Mukti, A. T., Rustidja., B. S. Sutiman dan M. S. Djati. 2001. Poliploidisasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati Biosain*. 1(1): 111-123.
- Nasrullah, S., N.A. Sari., L. Arshad. 2022. Evaluation on feeding with sente leaves and enrichment on the conditioning of giant gourami (*Osphronemus gouramy*) broodstock. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1036
- Nugroho, I. I., Subandiyono., & V. E. Herawati. 2015. Tingkat Pemanfaatan Artemia sp. Beku, Artemia sp. Awetan dan Cacing Sutera Untuk Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4 (2) : 117-124.
- Pridgeon, J.W., Klesius, P.H., Mu, X., & Song, L. 2011. An in vitro screening method to evaluate chemicals as potential chemotherapeutants to control *Aeromonas hydrophila* infection in channel catfish. *Journal of Applied Microbiology*, 111: 114-124.
- Salsabila, M., & Suprpto, H. 2018. Teknik pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

- di instalasi budidaya air tawar pandaan, Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 7(3): 118-123.
- Saparinto, C. 2008. *Panduan Lengkap Gurami*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Slembrouck, J., Arifin, O.Z., Pouil, S., Subagja, J., Yani, A., Asependi, A., Kristanto, A.H. and Legendre, M., 2020. Seasonal variation of giant gourami (*Osphronemus goramy*) spawning activity and egg production in aquaculture ponds. *Aquaculture*, 527, p.735450.
- Sitanggang, M. 2007. *Budidaya Gurami*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sulhi, M. 2010. Produksi Benih Gurame Dilahan Sempit. *Seminar Nasional Pangan Sedunia XXVII*. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor.
- Sulhi, M., Samsudin, R., J. Subagja., & Hendra. 2012. Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Produksi Benih Gurame Melalui Penggunaan Ekstrak Daun Sente (*Alocasia macrorrhiza*) dalam Pakan Induk. *Prosiding Indoaqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 535-540.
- Susanto, H. 1987. *Budidaya Ikan Gurame*. Jakarta : Penebar Swadaya.

**ANALISIS MORTALITAS DAN KEMAMPUAN MAKAN KUTU KANDANG  
*Alphitobius diaperinus* AKIBAT TERPAPAR EKSTRAK BIJI MAHONI  
DAN BIJI PEPAYA**

**L Afifah<sup>1\*</sup>, P Widiyaningrum<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

\*Email: laelatulafifah205gmail.com

**ABSTRAK**

Biji mahoni dan biji pepaya mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, tanin, steroid dan fenolik yang dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Penelitian ini bertujuan menganalisis mortalitas dan kemampuan makan *Alphitobius diaperinus* yang terpapar ekstrak biji mahoni dan biji pepaya. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Uji mortalitas menggunakan 6 perlakuan ekstrak dengan konsentrasi 0%,20%,40%,60%,80% dan 100% dengan 4 kali ulangan selama 3x24 jam. Uji penghambatan konsumsi pakan digunakan 6 perlakuan ekstrak dengan konsentrasi 0%,10%,20%,30%,40% dan 50% dengan 5 kali ulangan selama 4 minggu. Data mortalitas di analisis deskriptif dan analisis probit untuk menentukan nilai LC50 dan LC90. Data penghambatan konsumsi pakan dianalisis menggunakan one-way ANOVA dan uji lanjut LSD. Feeding Deterrent Index (FDI) dihitung untuk mengetahui seberapa kuat efek antifeedant dari kedua ekstrak. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak biji mahoni memberi efek mortalitas lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak biji pepaya. Nilai LC50 dan LC90 ekstrak biji mahoni berturut-turut 43,060% dan 47,735%. Nilai LC50 dan LC90 ekstrak biji pepaya berturut-turut 70,225% dan 72,911%. Perbedaan konsentrasi ekstrak berpengaruh terhadap konsumsi pakan, dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi pula kemampuan penghambatan pakan. Berdasarkan nilai FDI, ekstrak biji mahoni memberikan efek penghambatan konsumsi pakan kategori sedang, sedangkan ekstrak biji pepaya memberi efek kategori rendah.

**Kata Kunci:** ekstrak, biji, insektisida, mahoni, pepaya

**PENDAHULUAN**

Serangga lebih banyak dikenal sebagai hama baik hama pertanian, perkebunan bahkan hama peternakan. Ordo dari serangga yang dapat berpotensi sebagai hama diantaranya ordo Lepidoptera, Coleoptera dan Hemiptera (Rimbing, 2015). Bidang peternakan tidak luput dari efek negatif serangga, salah satunya adalah kutu kandang (*Alphitobius diaperinus*) yang umumnya ditemukan di lingkungan peternakan ayam. Kutu kandang merupakan serangga yang menjadi vektor bagi bakteri ataupun jamur. Pengendalian populasi kutu kandang dilakukan dengan menggunakan insektisida sintetis seperti cyfluthrin, tetrachlorvinphos, imidakloprid, spinosad, atau chlorfenapyr (Singh & Johnson, 2015). Penggunaan insektisida sintetis dalam jangka waktu yang lama juga terbukti menimbulkan resistensi pada hama, munculnya hama sekunder, dan pencemaran lingkungan (Koneri, 2016)

Oleh karena itu perlu adanya eksplorasi sumber-sumber insektisida nabati potensial. Efek yang ditimbulkan dari penggunaan insektisida nabati antara lain seperti efek pengusir (Repellent), mengurangi nafsu makan (Antifeedant), menghambat proses reproduksi, serta mengganggu proses metamorfosis serangga seperti merusak perkembangan telur, larva dan pupa, serta menghambat pergantian kulit (Saenong, 2016). Bagian tanaman yang berpotensi sebagai bioinsektisida adalah biji-bijian seperti biji mahoni (*Swietenia mahagoni*) dan biji pepaya (*Carica papaya*). Bagian biji, daun ataupun kulit pada tanaman mengandung bahan

alami yang berfungsi sebagai larvasida, yaitu golongan sianida, saponin, tannin, flavonoid, alkaloid, steroid dan minyak atsiri (Iskandar *et al.*, 2017).

## **METODE**

### **Pembuatan Ekstrak**

Biji pepaya dan biji mahoni dikeringkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk hingga halus kemudian diberikan pelarut etanol dengan perbandingan etanol 95% dan serbuk (w/v) adalah 1:5. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi selama 3x24 jam. Hasil ekstraksi kemudian dilanjutkan dengan proses pemekatan atau penguapan pelarut menggunakan *rotary evaporator* hingga ekstrak menjadi pekat dan sedikit mengandung etanol. Ekstrak pekat ini diasumsikan sebagai ekstrak konsentrasi 100%, dan akan digunakan untuk uji coba dan analisis fitokimia.

### **Preparasi Serangga Uji**

Indukan kutu kandang diaklimasi dengan menyiapkan toples besar dengan media sekam dan pakan ayam pedaging kemudian diletakkan kapas atau styrofoam. Indukan kutu kandang diletakkan pada toples dan diberikan pakan ayam. kelembaban dijaga dengan menyemprot atau meneteskan air di bagian styrofoam setiap 2-3 hari sekali.

### **Uji Mortalitas Kutu Kandang**

Ekstrak biji pepaya dan ekstrak biji mahoni disiapkan dalam 6 level konsentrasi yaitu 0, 20, 40, 60, 80, 100% dan aquades sebagai pengencer dengan total 5 kali ulangan dan jumlah total kutu kandang ada 600 ekor. Sebanyak 200  $\mu$ L ekstrak di tiap konsentrasi diteteskan ke salah satu sisi di dalam toples (diameter 5cm, tinggi 4,5cm). Kemudian 10 ekor kutu kandang dimasukkan ke dalam toples agar terjadi kontak langsung antara kutu dengan ekstrak. Setiap toples perlakuan kemudian ditambahkan 5 gram pakan bentuk crumble di bagian sisi dalam yang lain. Setiap 24 jam diamati dan dicatat jumlah larva yang mati. Pencatatan dilakukan pada masa 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Mortalitas di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$M = \frac{r}{n} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan

M = Mortalitas

r = Jumlah larva yang mati

n = Jumlah larva keseluruhan

Data hasil pengamatan mortalitas disajikan dalam gambar grafik batang dan dianalisis secara deskriptif. data mortalitas pada kurun waktu 72 jam dianalisis menggunakan analisis Probit untuk mendapatkan nilai Lethal Concentration (LC50 dan LC90) dengan alat bantu program SPSS.

### **Pengamatan Konsumsi Pakan**

Pengujian konsumsi pakan digunakan perlakuan konsentrasi ekstrak 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dengan masing masing 4 kali ulangan dengan total kutu kandang 1200 ekor. Kutu uji diletakkan ke dalam toples yang telah ditetesi 500  $\mu$ L ekstrak sesuai konsentrasi

perlakuan dengan masing-masing 25 ekor. Ekstrak dengan berbagai konsentrasi yang sebelumnya sudah diteteskan pada tisu kemudian didiamkan selama 1 menit, setelah itu pakan sebanyak 5 gram baru dimasukan ke dalam toples. Penimbangan sisa pakan dilakukan satu minggu sekali dengan cara diayak terlebih dahulu sebelum ditimbang dengan total pengamatan selama 4 minggu. Konsumsi pakan larva uji dihitung berdasarkan selisih berat pakan di awal perlakuan dengan berat pakan di akhir perlakuan dalam satuan miligram. Selain menghitung konsumsi pakan, juga diukur seberapa kuat efek ekstrak terhadap penghambatan kemampuan makan kutu kandang berdasarkan Feeding Deterrent Index (FDI) (Liu *et al*, 2007 dalam Widiyaningrum *et al.*, 2020). FDI dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$FDI (\%) = \frac{C-T}{C} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

FDI = Feeding Deterrent Index

C = jumlah pakan kelompok kontrol

T = jumlah pakan kelompok perlakuan

Hasil perhitungan FDI kemudian dikonversikan kedalam kriteria kualitatif sebagai berikut.

FDI < 30%: Tidak ada efek antifeedant (-)

50% > FDI ≥ 30%: Antifeedant rendah (+)

70% > FDI ≥ 50%: Antifeedant sedang (++)

FDI ≥ 70%: Antifeedant kuat (+++)

Data rata-rata konsumsi pakan dianalisis statistik oneway ANOVA. Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh signifikan ( $\alpha \leq 0.05$ ) akan dilanjutkan uji LSD. Efek antifeedant dianalisis deskriptif berdasarkan nilai FDI.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Fitokimia Ekstrak

Hasil uji fitokimia mengindikasikan ekstrak biji mahoni dan biji pepaya memiliki kandungan yang sama yaitu alkaloid, steroid, fenolik dan tanin. Salim *et al.* (2018) menyatakan bahwa kandungan senyawa aktif tertinggi pada biji pepaya adalah tanin sebanyak, 0,7213%, fenol 0,6799%, saponin 0,2468%, dan flavonoid 0,124%. Penelitian yang dilakukan oleh Koneri *et al.* (2016) menunjukkan dalam 100 gram serbuk biji mahoni mengandung flavonoid 0,394%, alkaloid 0,178%, saponin 0,033%, steroid 0,014% dan terpenoid 0,028%.

Deteksi kandungan senyawa metabolit sekunder pada tanaman dapat menunjukkan hasil yang beragam meskipun dari jenis dan bagian tanaman yang sama. Menurut Mishra (2016) faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban, intensitas cahaya, air, mineral dan CO<sub>2</sub> mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan produksi metabolit sekunder sehingga setiap tanaman akan berbeda kandungan dan kadar senyawa metabolit sekundernya tergantung dimana habitat tanaman itu tumbuh. Konsentrasi pelarut yang digunakan pada saat

maserasi juga berpengaruh terhadap komponen senyawa metabolit sekunder yang terikat. Penggunaan etanol 96% akan lebih efektif untuk mengikat komponen polifenol dan juga tanin Rahmi *et al.* (2021). Pelarut etanol 70% merupakan konsentrasi pelarut optimum berdasarkan total kandungan flavonoid dan total fenolik (Ngo *et al.*, 2017). 50% EtOH, 70% EtOH dan aseton merupakan pelarut pilihan terbaik untuk ekstraksi ekstrak kaya senyawa fenolik (Dirar *et al.*, 2019).

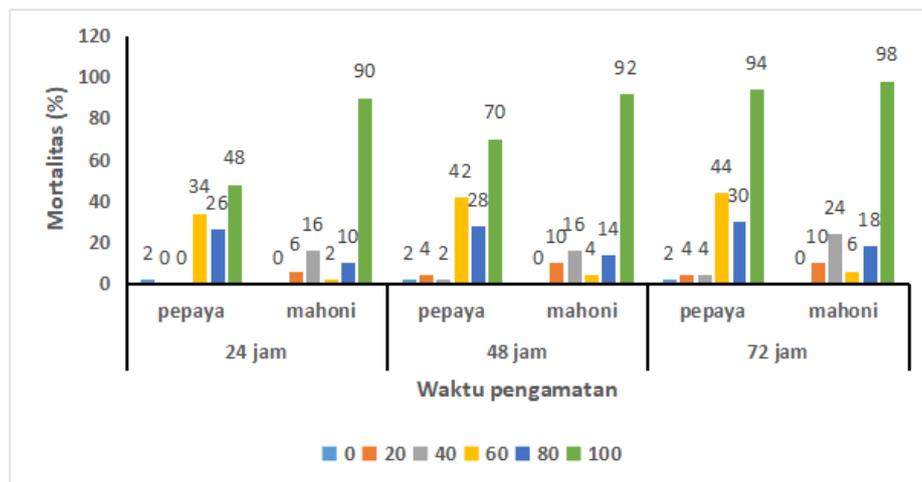
**Tabel 1. Hasil analisis fitokimia ekstrak biji mahoni dan biji pepaya**

No.	Parameter	Hasil	
		Mahoni	Pepaya
1.	Alkaloid	+	+
2.	Steroid	+	+
3.	Terpenoid	-	-
4.	Flavonoid	-	-
5.	Fenolik	+	+
6.	Saponin	-	-
7.	Tanin	+	+

### Uji Mortalitas

Uji mortalitas pada pengamatan 24 jam menunjukkan persentase kematian kutu kandang masih rendah, satu-satunya yang telah mencapai 90% terjadi pada perlakuan ekstrak biji mahoni konsentrasi 100%. Berbeda dengan ekstrak mahoni, perlakuan konsentrasi 100% ekstrak biji pepaya dalam 24 jam baru menyebabkan kematian sebesar 48%, pada pengamatan 48 jam, mortalitas mencapai 70%, dan pada pengamatan 72 jam mencapai 92%.

Hasil uji mortalitas pengamatan 72 jam, kematian kutu yang terpapar ekstrak biji mahoni dan biji pepaya menunjukkan persentase yang cukup tinggi. Berdasarkan analisis probit diketahui LC50 dan LC90 ekstrak biji mahoni terhadap kutu kandang adalah pada konsentrasi 43% dan 47.7%. Artinya, dengan menggunakan konsentrasi 43% ekstrak biji mahoni, dapat membunuh 50% populasi kutu kandang, atau dengan ekstrak konsentrasi 47%, dapat membunuh 90% kutu kandang dalam waktu 72 jam. Adapun pada ekstrak biji pepaya, LC50 adalah pada konsentrasi 70,225% dan LC90 pada konsentrasi 72,911%. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman memiliki aktivitas yang luas yang dapat mempengaruhi serangga pada tingkat sel, jaringan dan organ. Chowański *et al.* (2016) mengemukakan pengaruh fisiologis meliputi perubahan subletal dalam berbagai jaringan dan organ, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Metabolit sekunder yang ada pada tanaman dapat bekerja secara sinergis dalam mengatasi serangga. Isman (2002) dalam Arivoli & Tennyson (2020) melaporkan bahwa efek sinergis dari campuran senyawa fitokimia yang ada pada ekstrak tanaman berperan penting sebagai solusi pertahanan terhadap serangga. Beberapa senyawa, baik secara terpisah atau sinergis, memberikan sifat anti-makan, toksisitas, atau bertindak sebagai prekursor sistem pertahanan fisik.



**Gambar 2. Persentase Mortalitas Kutu Kandang Setelah Terpapar Ekstrak**

**Tabel 2. Tabel Estimasi  $LC_{50}$  dan  $LC_{90}$  Ekstrak Biji Mahoni dan Biji Pepaya**

Estimasi	Ekstrak	
	Biji Mahoni	Biji Pepaya
$LC_{50}$	43.060	70.225
- Batas atas	54.035	78.345
- Batas bawah	22.206	41.453
$LC_{90}$	47.735	72.911
- Batas atas	58.138	80.431
- Batas bawah	27.396	46.864

Beberapa jenis senyawa metabolit sekunder menargetkan sitoskeleton sel atau mengganggu proses pembelahan sel (Divekar *et al.*, 2022). Kematian yang terjadi diakibatkan oleh kandungan senyawa metabolit sekunder. Menurut Jing *et al.* (2012) Sterol mempengaruhi reproduksi serangga dengan dua cara yaitu jika sterol yang dikonsumsi serangga terlalu rendah makan akan berdampak negatif pada rerproduksi dan jika sterol yang diberikan dalam jumlah yang terlalu tinggi hal ini juga akan berdampak negatif bagi reproduksi serangga. Tanin memberikan efek toksik yang dapat mengikat mengikat protein saliva dan enzim pencernaan termasuk tripsin dan kimotripsin yang mengakibatkan inaktivasi protein sehingga serangga mati secara perlahan kelaparan. Campuran kompleks senyawa sekunder dalam ekstrak tumbuhan berkontribusi besar untuk sinergisme, yang meningkatkan aksi bersama senyawa aktif melawan serangga dan mengurangi laju perkembangan resistensi (Mohammed, 2014)

Kandungan fenol pada biji mahoni dan biji pepaya merupakan golongan polifenol yang dapat menyebabkan penghambatan konsumsi pakan. Oksidasi fenol akan membuat pembentukan kuinon yang mengikat secara kovalen pada protein daun dan menghambat pencernaan protein pada herbivora atau serangga yang mengkonsumsi bagian tanaman yang mengandung fenol (Easwar *et al.*, 2017). Alkaloid dapat menyebabkan kematian akibat gangguan saraf pusat (Matsuura & Fett-Neto, 2015). Alkaloid dapat membuat asetilkolin

mengalami peningkatan dan mencegah enzim asetilkolinesterase memecah asetilkolin yang menyebabkan depolarisasi karena perpindahan ion  $Na^+$  membuat asetilkolin tidak dapat dipecah sehingga akan tertimbun pada sinapsis. Hal ini berakibat kelebihan ion positif pada membran sehingga terjadi gangguan pada sistem penghantaran impuls ke sel sel otot serangga sehingga akan mengalami kejang secara terus menerus dan kelumpuhan hingga kematian.

Biji mahoni memiliki tingkat toksisitas lebih baik karena tergolong kedalam Famili Meliaceae yang memiliki kandungan limonoid. Limonoid merupakan turunan dari Azadirachtin yang berperan sebagai antifeeding yang dapat mempengaruhi nafsu makan (Telrandhe *et al.*, 2022). Mekanisme aksi Azadirachtin akan berpengaruh terhadap metabolisme hormon di otak serangga (Fathoni *et al.*, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh (Farder-Gomes *et al.*, 2022) dengan menguji Biopestisida berbasis azadirachtin pada *Anticarsia gemmatalis* mengindikasikan adanya penurunan konsumsi makan dan perubahan hispatologi Usus tengah.

### Penghambatan konsumsi pakan

Hasil analisis data menunjukkan data berdistribusi secara normal dengan nilai signifikan  $P > 0,05$  Berdasarkan hasil uji One-way ANOVA menunjukkan hasil taraf signifikansi  $< 0,05$  yang berarti ekstrak biji mahoni berpengaruh terhadap penurunan konsumsi pakan kutu kandang. Hasil uji Oneway Anova ekstrak biji pepaya menunjukkan hasil yang sama yaitu signifikansinya  $< 0,05$  sehingga dapat dikatakan ekstrak biji pepaya juga berpengaruh pada penghambatan makan kutu kandang. Untuk melihat perbedaan pengaruh konsentrasi masing-masing ekstrak terhadap kutu kandang, maka dilakukan uji lanjut LSD (Tabel 3).

**Tabel 3. Tabel Rata-rata konsumsi pakan *A. diaperinus* selama 4 minggu**

Perlakuan Konsentrasi Ekstrak (%)	Rata-Rata Konsumsi Pakan (mg/ekor/minggu)	
	Biji Pepaya	Biji Mahoni
0	12.95 <sup>a</sup>	13.56 <sup>a</sup>
10	11.53 <sup>a</sup>	9.38 <sup>b</sup>
20	10.00 <sup>b</sup>	9.67 <sup>b</sup>
30	9.39 <sup>b</sup>	9.10 <sup>b</sup>
40	9.16 <sup>b</sup>	7.69 <sup>b</sup>
50	6.13 <sup>c</sup>	4.94 <sup>c</sup>
Rata-rata <sup>ns</sup>	9.86	9.07

**Keterangan.** Huruf superskrip yang berbeda dalam kolom rata rata menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada taraf 5% berdasarkan uji LSD. Superskrip huruf 'ns' pada baris rata-rata artinya tidak ada perbedaan

Berdasarkan hasil uji LSD untuk perlakuan ekstrak biji pepaya, terlihat konsumsi pakan pada konsentrasi 0% dan 10% tidak menunjukkan perbedaan. Demikian pula konsumsi pakan pada konsentrasi 20%,30% dan 40% tidak ada perbedaan, tetapi ketiganya berbeda nyata dibanding kontrol. Pada konsentrasi 50%, nilai rata-rata konsumsi pakan yang paling sedikit dan berbeda secara signifikan dibanding konsentrasi yang lain. Terlihat

ada kecenderungan semakin tinggi konsentrasi ekstrak semakin sedikit konsumsi pakan.

Hasil uji LSD untuk ekstrak biji mahoni, memperlihatkan bahwa konsumsi pakan pada perlakuan konsentrasi 10%,20%,30% dan 40% tidak berbeda nyata. Sedangkan konsumsi pakan pada perlakuan konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi lain begitu juga pada konsentrasi 50%. Pada penelitian ini, pemakaian ekstrak konsentrasi 50% menunjukkan rata-rata konsumsi pakan kutu kandang yang paling rendah dibanding kontrol. Rata-rata konsumsi pakan kutu kandang pada konsentrasi 50% ekstrak biji mahoni memiliki rata-rata lebih kecil dibandingkan ekstrak biji pepaya.

FDI pada biji mahoni dan biji pepaya menunjukkan adanya peningkatan selaras dengan konsentrasi ekstrak (Tabel 4). Berpedoman pada kriteria kualitatif oleh Liu *et al.* (2007) dalam Widiyaningrum *et al.* (2020) ekstrak biji mahoni pada konsentrasi 10% sudah menunjukkan efek penghambatan konsumsi pakan atau antifeedant rendah dengan persentase FDI 30,8%. Pada konsentrasi 50% efek antifeedant masuk kategori sedang dengan persentase 63,5%. Pada ekstrak biji pepaya mulai menunjukkan efek antifeedant kategori rendah pada konsentrasi 50% dengan nilai FDI 52,6 %. Dengan demikian ekstrak biji mahoni memberikan efek antifeedant lebih baik dibandingkan ekstrak biji pepaya.

**Tabel 4. Nilai FDI ekstrak biji mahoni dan biji pepaya**

No.	Ekstrak	Konsentrasi (%)	FDI (%)
1.	Mahoni	10	30,8
		20	28,7
		30	32,9
		40	43,3
		50	63,5
2.	Pepaya	10	10,9
		20	22,8
		30	27,5
		40	29,3
		50	52,6

Mohammed (2014) melaporkan golongan senyawa metabolit sekunder yang dapat menghambat kemampuan makan serangga atau memiliki aktivitas antifeedant dari tanaman adalah fenol, alkaloid, quassinoid, chromenes, saponin, polyacetylenes, cucurbitacins, asam siklopropanoid, terpenoid dan turunannya. Siamtuti *et al.* (2017) menyebutkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antifeedant kuat adalah tanin yang bertindak sebagai antinutrient dan inhibitor enzim yang dapat menyebabkan serangga mengalami kelaparan hingga kematian.

Tanin masuk dengan cara kontak langsung atau melalui saluran pernapasan akan mengikat protein pada ludah serangga dan enzim pencernaan yaitu tripsin dan kimotripsin, sehingga menyebabkan keracunan pada serangga (Abubakar *et al.*, 2019). Pengikatan tanin dengan protein pada saliva dapat mengakibatkan penurunan daya cerna protein makanan, penghambatan enzim pencernaan dan kemungkinan penolak rasa dan astringency (Torawane *et al.*, 2020). Efek astringen yang ditimbulkan membuat kutu kandang tidak bisa mengkonsumsi pakan secara maksimal sehingga lama kelamaan akan terjadi kelaparan

dan kematian kutu kandang. Kandungan fenol akan membuat pembentukan kuinon yang mengikat secara kovalen pada protein daun dan menghambat pencernaan protein pada herbivora atau serangga (Easwar *et al.*, 2017). Kandungan alkaloid pada ekstrak biji mahoni dan biji pepaya berperan sebagai pertahanan yang dapat menimbulkan rasa pahit, gangguan fungsi protein setelah konsumsi dan metabolisme, dan perubahan sistem saraf pusat (Matsuura & Fett-Neto, 2015).

Azadirachtin pada ekstrak biji mahoni dapat menyebabkan gangguan sistem saraf, antifeedant dan juga gangguan proses molting serangga. Perilaku makan pada serangga tergantung pada input saraf yang diterima dari sensor kimia serangga, misalnya reseptor rasa di bagian mulut, tarsi dan rongga mulut (Telrandhe *et al.*, 2022). Sensor ini mengintegrasikan kode sensorik yang dikirim ke sistem saraf pusat. Antifeedancy oleh azadirachtin terjadi melalui stimulasi sel pencegah di kemoreseptor ini dan dengan menghalangi stimulasi makan pada serangga yang menyebabkan penurunan efisiensi pencernaan setelah menelan yang disebabkan oleh gangguan pada sistem hormonal dan fisiologis (Chaudhary *et al.*, 2017). Hal ini yang menyebabkan ekstrak biji mahoni memiliki nilai FDI lebih tinggi dibandingkan ekstrak biji pepaya.

## KESIMPULAN

Analisis fitokimia secara kualitatif menunjukkan bahwa ekstrak biji mahoni dan biji pepaya positif mengandung alkaloid, steroid, tanin, dan fenolik yang memiliki efek toksik dan berpotensi sebagai bioinsektisida. Ekstrak biji mahoni memberikan efek mortalitas dan penghambatan makan lebih baik terhadap kutu kandang *A. diaperinus*, dibandingkan ekstrak biji pepaya. Nilai LC50 dan LC90 ekstrak biji mahoni berada pada konsentrasi 43,060% dan 47,735%, sedangkan ekstrak biji pepaya pada konsentrasi 70,225% dan 72,911%. Berdasarkan nilai FDI, ekstrak biji mahoni mempunyai efek antifeedant kategori sedang, lebih baik dibanding ekstrak biji pepaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Y., Tijjani, H., Egbuna, C., Adetunji, C. O., Kala, S., Kryeziu, T. L., & Patrick-Iwuanyanwu, K. C. (2019). Pesticides, history, and classification. *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*, 29–42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00003-8>
- Arivoli, S., & Tennyson, S. (2020). Antifeedant activity of leaf extracts against *Spodoptera litura* Fabricius 1775 (Lepidoptera: Noctuidae) highlighting the mechanism of action. *London Journal of Research in Science: Natural and Formal*, 20(4), 67–80.
- Chaudhary, S., Kanwar, R. K., Sehgal, A., & Cahill, D. M. (2017). Progress on *Azadirachta indica* Based Biopesticides in Replacing Synthetic Toxic Pesticides. *Biopesticides to Replacing Synthetic Toxic Pesticides*, 8(May), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00610>
- Chowański, S., Adamski, Z., Marciniak, P., Rosiński, G., Büyükgüzel, E., Büyükgüzel, K., Falabella, P., Scrano, L., Ventrella, E., Lelario, F., & Bufo, S. A. (2016). A review of bioinsecticidal activity of *Solanaceae* alkaloids. *Toxins*, 8(3), 1–28. <https://doi.org/10.3390/toxins8030060>
- Divekar, P. A., Narayana, S., Divekar, B. A., Kumar, R., Gadratagi, B. G., Ray, A., Singh, A. K., Rani, V., Singh, V., Singh, A. K., Kumar, A., Singh, R. P., Meena, R. S., & Behera, T. K. (2022). Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for

- Sustainable Crop Protection. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5). <https://doi.org/10.3390/ijms23052690>
- Easwar Rao, D., Divya, K., Prathyusha, I. V. S. N., Rama Krishna, C., & Chaitanya, K. V. (2017). Insect-Resistant Plants. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Crop Modification, Nutrition, and Food Production*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63661-4.00003-7>
- Farder-Gomes, C. F., Saravanan, M., Martínez, L. C., Plata-Rueda, A., Zanuncio, J. C., & Serrão, J. E. (2022). Azadirachtin-based biopesticide affects the respiration and digestion in *Anticarsia gemmatalis* caterpillars. *Toxin Reviews*, 41(2), 466–475. <https://doi.org/10.1080/15569543.2021.1892764>
- Fathoni, M., Yanuwadi, B., & Leksono, A. S. (2013). The effectiveness of combination Mahogany (*Swietenia mahogany*) seed and Sour Sup (*Annona muricata*) leaf pesticide to the time of stop feeding and LC50 mortality on armyworm (*Spodoptera litura* F.). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 3(11), 71–77. <http://www.innspub.net/wp-content/uploads/2013/10/JBES-Vol3No11-p71-77.pdf> <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143050520>
- Iskandar, I., Horiza, H., & Fauzi, N. (2017). Efektivitas bubuk biji pepaya (*Carica Papaya Linnaeus*) sebagai larvasida alami terhadap kematian larva Eedes aegypti. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 18(01), 12–18. <https://doi.org/10.24036/eksakta/vol18-iss01/12>
- Jing, X., Grebenok, R. J., & Behmer, S. T. (2012). Plant sterols and host plant suitability for generalist and specialist caterpillars. *Journal of Insect Physiology*, 58(2), 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2011.11.013>
- Koneri, R. (2016). Uji Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla*) terhadap Larva Aedes aegypti Vektor Penyakit Demam Berdarah. *The Indonesian Journal of Public Health*, 12(4), 216–223.
- Matsuura, H. N., & Fett-Neto, A. G. (2015). Plant Alkaloids: Main Features, Toxicity, and Mechanisms of Action. *Plant Toxins*, January, 1–15. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6728-7\\_2-1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6728-7_2-1)
- Mishra, T. (2016). Climate change and production of secondary metabolites in medicinal plants: A review Tulika Mishra. *International Journal of Herbal Medicine*, 4(4), 27–30.
- Mohammed, M. (2014). Prospect of Antifeedant Secondary Metabolites As Post. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(1), 8701–8708.
- Rahmi, N., Salim, R., Miyono, M., & Rizki, M. I. (2021). Pengaruh Jenis Pelarut dan Metode Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antibakteri dan Penghambatan Radikal Bebas Ekstrak Kulit Kayu Bangkal (*Nauclea subdita*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 39(1), 13–26. <https://doi.org/10.20886/jphh.2021.39.1.13-26>
- Rimbing, S. C. (2015). Keanekaragaman Jenis Serangga Hama Pasca Panen Pada Beberapa Makanan Ternak Di Kabupaten Bolaang Mongondow. *Zootec*, 35(1), 164. <https://doi.org/10.35792/zot.35.1.2015.7225>
- Saenong, M. S. (2016). Tumbuhan indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Litbang Pertanian*, 35(5), 131–142. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p131-142>
- Salim, A. N., Sumardianto, S., & Amalia, U. (2018). Efektivitas Serbuk Simplisia Biji Pepaya sebagai Antibakteri pada Udang Putih (*Penaeus merguensis*) Selama Penyimpanan Dingin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 188. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.22836>
- Siamtuti, W. S., Aftiarani, R., Wardhani, Z. Kusuma, Alfianto, N., & Hartoko, I. V. (2017). Potensi Tannin Pada Ramuan Nginang. *Bioeksperimen*, 3(2), 83–93.
- Singh, N., & Johnson, D. (2015). Baseline Susceptibility and Cross-Resistance in Adult and Larval *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) Collected from Poultry Farms in Arkansas. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1994–1999. <https://doi.org/10.1093/jee/108.4.1994>
- Telrandhe, U. B., Kosalge, S. B., Parihar, S., Sharma, D., & Lade, S. N. (2022). Phytochemistry and Pharmacological Activities of *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae). *Scholars Academic Journal of Pharmacy*, 9531(1), 6–12. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6728-7\\_2-1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6728-7_2-1)

[org/10.36347/sajp.2022.v11i01.002](https://doi.org/10.36347/sajp.2022.v11i01.002)

- Torawane, S. D., Suryawanshi, Y. C., & Mokat, D. N. (2020). Controlled release of functional bioactive compounds from plants. In *Encapsulation of Active Molecules and Their Delivery System*. INC. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819363-1.00006-5>
- Widiyaningrum, P., Indriyanti, D. R., Priyono, B., Asiyah, N., & Putri, P. L. F. (2020). Antifeedant effect of some medicinal plant extracts against rice weevil. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23(7), 953–958. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2020.953.958>

# PENGARUH EKSTRAK KULIT PISANG KEPOK TERHADAP KADAR GAMMA-GLUTAMYL TRANSFERASE TIKUS JANTAN YANG DIPAPAR ASAP ROKOK

E Handayani<sup>1\*</sup>, W Christijanti<sup>1</sup>, Lisdiana<sup>1</sup>, A Marianti<sup>1</sup>

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: emihandayani02@students.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Asap rokok merupakan radikal bebas eksogen yang dapat menyebabkan peroksidasi lipid dan meningkatkan stres oksidatif. Stres oksidatif yang berkelanjutan akan menyebabkan kerusakan organ, salah satunya hepar. Untuk memperbaiki rusaknya sel-sel hepar, maka dibutuhkan antioksidan eksogen untuk menangkal radikal bebas. Ekstrak kulit pisang kepok merupakan salah satu antioksidan eksogen yang dapat membantu menangkal radikal bebas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ekstrak kulit pisang kepok terhadap kadar gamma-glutamyl transferase (GGT) serum darah tikus yang dipapar asap rokok. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 25 ekor tikus putih jantan galur wistar yang dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kelompok kontrol (K), kelompok yang hanya dipapar asap rokok (K+), kelompok perlakuan (P1, P2, P3) yang masing masing diberi paparan asap rokok dan diberi ekstrak kulit pisang kepok secara berturut-turut 28 mg/kgBB, 56 mg/kgBB, dan 112 mg/kgBB. Perlakuan dilakukan selama 21 hari dan paparan asap rokok diberikan sebanyak 2 batang per hari. Kadar GGT diukur menggunakan metode kolorimetri. Data dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis dan uji lanjut Post Hoc. Hasil penelitian menunjukkan kadar GGT berbeda signifikan pada kelompok K (17,90) dengan P1 (11,65), kelompok K+ (21,46) dengan P2(13,93) dan P3 (11,65).

**Kata kunci:** Asap rokok, ekstrak kulit pisang, GGT

## PENDAHULUAN

Zat kimia yang paling toksik pada asap rokok yaitu tar, nikotin, dan karbonmonoksida yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan (Batubara *et al.*, 2013). Perokok pasif menghirup asap tiga kali lebih banyak jika dibandingkan dengan perokok aktif (Perdana, 2014). Berdasarkan data WHO, setiap tahunnya, sejumlah 225.720 warga Indonesia terbunuh karena penyakit akibat tembakau dengan jenis rokok yang dihisap paling banyak adalah rokok kretek dengan persentase 67,8%. Kandungan bahan toksik pada asap rokok yang masuk ke dalam tubuh melebihi antioksidan dalam tubuh dapat menimbulkan stress oksidatif (Ulilalbab *et al.*, 2017). Kandungan nikotin pada asap rokok juga dapat menyebabkan inflamasi pada jaringan hati dan dapat menyebabkan nekrosis serta perlemakan hati (Damayanti *et al.*, 2020). Indikator kerusakan hepar dapat dilihat berdasarkan kada Gamma Glutamyl Transferase (GGT).

Enzim Gamma Glutamyl Transferase (GGT) merupakan enzim yang paling banyak ditemukan di hati dan berperan dalam menjaga ketersediaan asam amino untuk menangkal radikal bebas (Ndrepapa dan Kastrati, 2016 dalam Syarah, 2021). Dengan demikian, kadar serum GGT menunjukkan hubungan yang signifikan dengan jumlah rokok. Semakin banyak rokok dikonsumsi, maka kadar serum GGT juga akan meningkat (Lee *et al.*, 2019).

Peningkatan kadar GGT disebabkan karena paparan radikal bebas yang terlalu tinggi, sehingga dibutuhkan antioksidan eksogen untuk menetralkan stress oksidatif. Kulit pisang kepok merupakan salah satu antioksidan eksogen yang memiliki kandungan antioksidan 95,14% (Supriyanti *et al.*, 2015) dengan kandungan fitokimianya berupa flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan triterpenoid (Lumowa and Bardin, 2018). Kandungan antioksidan, flavonoid, dan fenolik pada kulit pisang kepok paling tinggi di antara jenis kulit pisang yang lain, dengan kapasitas antioksidannya 3601 mg/100g, kandungan flavonoidnya 2259 mg/100g, dan kandungan fenoliknya 276 mg/100g (Rita *et al.*, 2020)

## **METODE**

### **Sampel Penelitian**

Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus putih (*Ratus norvegicus*) jantan dengan bobot 150-300 g yang dibagi menjadi lima kelompok perlakuan.

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sebanyak 25 ekor tikus putih dikelompokkan secara acak menjadi 5 kelompok yang berbeda (K, K+, P1, P2, dan P3) dengan 5 ekor di setiap kelompoknya. Kelompok kontrol (K) merupakan kelompok yang tidak diberikan perlakuan. Kelompok kontrol positif (K+), tikus hanya diberi paparan asap rokok. Perlakuan 1 (P1) sebagai kelompok yang diberi paparan asap rokok dan ekstrak kulit pisang kepok 28 mg/kgBB. Perlakuan 2 (P2) diberi paparan asap rokok dan ekstrak kulit pisang kepok 56 mg/kgBB. Perlakuan 3 (P3) diberi paparan asap rokok dan ekstrak kulit pisang kepok 112 mg/kgBB. Sebelum perlakuan, hewan coba diaklimatisasi selama 7 hari. Tikus diberi pakan standar dan air minum secara *ad libitum* selama penelitian. Paparan asap rokok dilakukan setiap pagi menggunakan 2 batang rokok dan perlakuan dilakukan selama 21 hari. Pemberian ekstrak kulit pisang kepok dilakukan satu jam setelah paparan asap rokok.

### **Ekstraksi Kulit Pisang Kepok**

Ekstrak kulit pisang kepok dibuat menggunakan metode maserasi dan menggunakan pelarut etanol 70%. Kulit pisang kepok dipotong potong menjadi bagian kecil dan dikering anginkan selama 2-3 hari. Kulit pisang yang sudah kering diblender dengan menambahkan etanol 70% sampai terendam. Setelah halus, dipindahkan ke dalam wadah dan ditutup rapat, dan diinkubasi selama 3x24 jam. Hasil maserasi disaring menggunakan saringan. Filtrat yang dihasilkan kemudian diuapkan menggunakan oven sampai dihasilkan ekstrak dengan tekstur kental.

### **Perlakuan Dan Pemeriksaan Sampel**

Pada hari ke-22, hewan coba diambil darahnya melalui sinus orbitalis menggunakan hematokrit dan diinkubasi selama 30 menit, kemudian disentrifuge dengan kecepatan 3.000 rpm selama 10 menit. Serum darah diambil menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam microtube dan dimasukkan ke dalam cool box. Sampel darah kemudian diperiksa di Laboratorium Pangan dan Gizi UGM untuk diuji kadar GGT. Pemeriksaan dilakukan menggunakan metode kolorimetri dengan panjang gelombang 405 nm.

## Analisis Data

Data hasil penelitian diuji menggunakan SPSS 26.0 *for windows*. Uji yang digunakan adalah uji non parametrik *Kruskal Wallis*. Jika terdapat perbedaan yang bermakna, maka dilakukan uji lanjut *Post Hoc* untuk mengetahui kelompok yang berbeda signifikan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

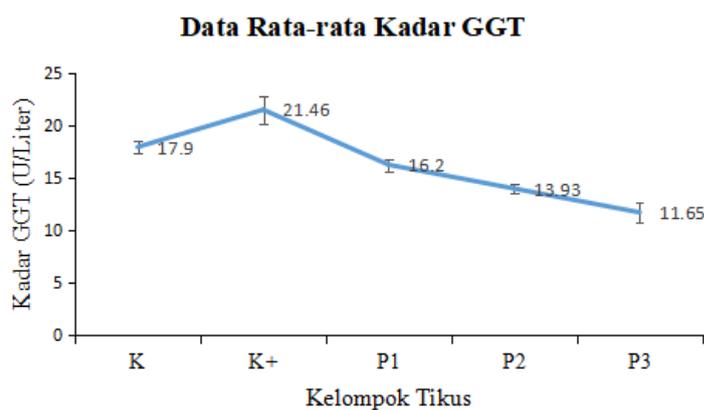
Hasil analisis rerata aktivitas GGT serum pada kelompok K, K+, P1, P2, dan P3 adalah sebagai berikut:

**Tabel 1. Rerata aktivitas kadar GGT tikus jantan yang dipapar asap rokok**

Kelompok	Aktivitas GGT	Uji	Uji	Uji	Uji
	(U/L)	Normalitas	Homogenitas	Kruskal	Post
	Rerata	Kadar		Wallis	Hoc
	GGT ± SD				
K	17,90 ± 0,594 <sup>a</sup>	0,314			
K+	21,46 ± 1,275 <sup>de</sup>	0,377	0,032	0,000	0,000
P1	16,20 ± 0,594 <sup>c</sup>	0,314			
P2	13,93 ± 0,389 <sup>b</sup>	0,006			
P3	11,65 ± 0,953 <sup>ab</sup>	0,201			

Keterangan: angka yang disertai huruf yang berbeda (<sup>a,b,c</sup>) menunjukkan perbedaan signifikan pada setiap kelompok perlakuan

Aktivitas GGT serum pada kelompok K, K+, P1, P2, dan P3 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti gambar di bawah ini.



**Gambar 1. Grafik rerata aktivitas kadar GGT tikus jantan yang dipapar asap rokok**

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan aktivitas GGT serum yang tinggi pada kelompok K+ jika dibandingkan dengan kelompok yang lainnya. Analisis data diawali dengan uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji didapatkan sebaran data yang tidak normal dan variansi yang tidak homogen karena nilai signifikansi  $< 0,05$ . Dengan demikian dilakukan uji non parametrik menggunakan Uji *Kruskal Wallis*. Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan perbedaan yang signifikan minimal pada dua kelompok perlakuan, dengan nilai *asympt. Sig.*  $0,000$  ( $p < 0,05$ ). Kemudian dilakukan uji lanjut *Post Hoc* dan didapatkan nilai  $p < 0,05$ . Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa kadar GGT kelompok kontrol (K) berbeda signifikan dengan kadar GGT kelompok perlakuan 3 (P3). Kadar GGT kelompok kontrol positif (K+) berbeda signifikan dengan kadar GGT kelompok perlakuan 2 (P2) dan perlakuan 3 (P3).

### **Pembahasan**

Terjadinya peningkatan kadar GGT disebabkan karena kandungan toksik yang ada pada asap rokok. Kandungan nikotin yang ada pada asap rokok jika masuk ke dalam tubuh akan meningkatkan radikal bebas. Nikotin akan mengganggu rantai pernapasan mitokondria sehingga menyebabkan peningkatan anion superoksida dan hidrogen peroksida (Menshaw *et al.*, 2019). Anion superoksida nantinya akan diubah menjadi hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) dan selanjutnya akan diubah menjadi radikal hidroksil (OH) yang akhirnya menyebabkan peroksidasi lemak pada membran sel sehingga sel mengalami kerusakan (Schieber dan Chandel, 2014). Peningkatan radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh secara terus menerus akan menyebabkan stress oksidatif. Stress oksidatif yang berkelanjutan akan menyebabkan kerusakan DNA yang mengarah pada mutasi genetik, inflamasi dan fibrosis hati, dan kerusakan sel sehingga mengakibatkan berbagai macam penyakit (Zhu *et al.*, 2012)

Nikotin akan dimetabolisme di hati dan memainkan peran patogen di hati. Mekanisme peningkatan radikal bebas terhadap hati yaitu bermula dari ROS yang dihasilkan oleh kandungan oksidan asap rokok diproses di mitokondria dan retikulum endoplasma melalui enzim sitokrom P450 (Jensen *et al.*, 2012). Radikal bebas akan merusak lapisan fosfolipid yang merupakan bagian yang menyusun membran hepatosit yang mengakibatkan rusaknya permeabilitas membran sel sehingga akan meningkatkan influks kalsium ekstraseluler ataupun pelepasan kalsium dari retikulum endoplasma dan mitokondria. Peningkatan influks ini akan menyebabkan penurunan sintesis ATP dan pengurangan sintesis protein mitokondria, perubahan sistem fosforilasi oksidatif, dan kerusakan DNA mitokondria (Cichoż-lach dan Michalak, 2014).

Peningkatan kadar GGT pada kelompok positif (K+) terjadi karena adanya kerusakan pada sel-sel hepar sehingga GGT dari hepatosit bocor dan keluar menuju aliran darah. GGT memainkan peran penting dalam mengatur ketersediaan glutathion (GSH). GSH dapat melawan radikal bebas dengan cara mengubah hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) menjadi air ( $H_2O$ ) dan disulfida teroksidasi (GSSG) (Nimse dan Pal, 2015). GSSG merupakan GSH yang bertugas untuk menangkap radikal bebas. Enzim GGT akan memecah molekul tripeptida GSH menjadi glutamat dan dipeptida. Asam amino GSH tersebut akan diambil kembali oleh sel melalui transporter asam amino, sehingga glutamat dapat digunakan kembali untuk

membentuk tripeptida GSH yang baru. Stress oksidatif yang disebabkan karena paparan asap rokok menyebabkan ketersediaan glutathion di hepar menurun, sehingga akan terjadi peningkatan kadar GGT untuk menjaga kadar glutathion agar tetap dalam batas normal (Furiyani *et al.*, 2019). Penipisan GSH nantinya akan menyebabkan disfungsi mitokondria dan akan mengakibatkan kematian sel hepar (Simeonova *et al.*, 2014). Peningkatan kadar GGT secara terus menerus akan menyebabkan kerusakan atau kematian sel yang nantinya akan berujung pada fibrosis dan nekrosis hati.

Kandungan antioksidan yang tinggi pada ekstrak kulit pisang kepok digunakan untuk mengurangi dan mencegah peradangan pada hati (Qomariyah, 2015). Hasil penelitian pada perlakuan P1, P2, dan P3 menunjukkan kadar GGT yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok positif. Beberapa kandungan fitokimia yang tinggi yang ada pada kulit pisang meliputi kandungan fenolik, saponin, tanin, dan terpenoid. Aktivitas antioksidan dari komponen fenol memiliki kemampuan untuk mereduksi radikal bebas pada gugus hidroksi pada struktur molekulernya. Efek fenol sebagai antioksidan bekerja dengan mekanisme mendonorkan elektron dan melengkapi elektron yang kurang pada radikal bebas serta menghambat reaksi berantai pembentukan radikal bebas (Mar'atirrosyidah dan Estiasih, 2015). Atom hidrogen dari antioksidan disumbangkan ke radikal bebas sehingga menjadi netral (Dungir *et al.*, 2012).

## KESIMPULAN

Ekstrak kulit pisang kepok berpengaruh dalam menurunkan kadar GGT serum tikus yang dipapar asap rokok.

## DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, I.V.D., Wantouw, B. and Tendean, L. (2013) 'Pengaruh Paparan Asap Rokok Kretek terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan (*Mus musculus*)', *Jurnal e-Biomedik*, 1(1), pp. 330–337.
- Cichoż-lach, H. and Michalak, A. (2014) 'Oxidative Stress as a Crucial Factor in Liver Diseases', *World Journal of Gastroenterology*, 20(25), pp. 8082–8091.
- Damayanti, I.A.M., Antari, N.W.S. and Sukmaningsih, A.A.S.A. (2020) 'Uji Aktivitas Filter Buah Juwet (*Syzygium cumini*) sebagai Peluruh Radikal Bebas terhadap Paparan Asap Rokok pada Hati Mencit Jantan (*Mus musculus L.*)', *Jurnal Riset Kesehatan Nasional*, 4(2), pp. 14–20.
- Dungir, S.G., Katja, D.G. and Kamu, V.S. (2012) 'Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenolik dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*)', *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 1(1), pp. 11–15.
- Furiyani, Syafril, S. and Nst, B. (2019) 'Hubungan Kadar Serum Gamma-Glutamyl Transferase dengan Profil Lipid pada Diabetes Melitus-Tipe 2 (DM-2) Terkontrol dan Tidak Terkontrol di Rumah Sakit Umum Pusat Haji, Adam Malik Medan, Indonesia', *Intisari Sains Medis*, 10(3), pp. 487–491.
- Jensen, K. *et al.* (2012) 'General Mechanisms of Nicotine-Induced Fibrogenesis', *The FASEB journal*, 26(12), pp. 4778–4787.
- Lee, D., Kang, H.W. and Kim, Y. II (2019) 'Association between Cigarette Smoking and Serum Gamma-Glutamyl Transferase Level', *International Journal of Respiratory and Pulmonary Medicine*, 6(2), pp. 1–6.
- Lumowa, S.V.T. and Bardin, S. (2018) 'Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiacal.*) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek', *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(9), pp.

- Mar'atirrosyidah, R. and Estiasih, T. (2015) 'Aktivitas Antioksidan Senyawa Bioaktif Umbi-umbian Lokal Inferior : Kajian Pustaka', *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), pp. 594–601.
- Menshaw, M.M. *et al.* (2019) 'Histopathological and Histochemical Effects of Nicotine on the Liver and Kidney of Adult Male Rats', *Journal of The Arab Society for Medical Research*, 14(1), pp. 7–13.
- Nimse, S.B. and Pal, D. (2015) 'Free Radicals, Natural Antioxidants, and Their Reaction Mechanisms', *RSC advances*, 5(35), pp. 27986–28006.
- Perdana, D.A. (2014) 'Kampanye Pencegahan Perokok Pasif pada Anak-Anak', *Kampanye Pencegahan Perokok Pasif pada Anak-Anak*, 3(1), pp. 1–10.
- Qomariyah, D.N. (2015) 'Pengaruh Ekstrak Kulit Pisang Kepok terhadap Hepatosit yang Diinduksi Aspirin', *Majority*, 4(7), pp. 1–6.
- Rita, W.S. *et al.* (2020) 'Antibacterial Activity and Antioxidant Capacity of Selected Local Banana Peel (*Musa Sp.*) Methanol Extracts Cultivated in Bali', *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 5(03), pp. 242–251.
- Schieber, M. and Chandel, N.S. (2014) 'ROS Function in Redox Signaling and Oxidative Stress', *Current Biology*, 24(10), pp. R453–R462.
- Simeonova, R. *et al.* (2014) 'Some In Vitro/In Vivo Chemically-Induced Experimental Models of Liver Oxidative Stress in Rats', *BioMed Research International*, pp. 1–6.
- Supriyanti, F.M.T., Suanda, H. and Rosdiana, R. (2015) 'Pemanfaatan Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa Bluggoe*) sebagai Sumber Antioksidan pada Produksi Tahu', *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VII*, pp. 393–400.
- Syarah, Y. (2021) *Gambaran Kadar Gamma-Glutamyl Transfarase (GGT) pada Peminum Alkohol*. Politeknik Kesehatan Medan.
- Ulilalbab, A., Wirjatmadi, B. and Adriani, M. (2017) 'Ekstrak Kelopak Rosella Merah Mencegah Kenaikan Malondialdehid Tikus Wistar yang Dipapar Asap Rokok', *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 13(2), pp. 215–220.
- World Health Organization (2018) 'Heart disease and stroke are the commonest ways by which tobacco kills people Factsheet 2018 Indonesia 264.0 million'.
- Zhu, R. *et al.* (2012) 'Oxidative Stress and Liver Disease', *Hepatology Research*, 42(8), pp. 1–9.

# IDENTIFIKASI, INTENSITAS ENDOPARASIT PADA TIKUS DAN CECEURUT YANG BERPOTENSI ZONOSIS DI KELURAHAN KEDUNGPAHE KECAMATAN MIJEN KOTA SEMARANG

T Irsyad<sup>1</sup>, N Setiati<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

\*Email: ningsetiati@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Tikus dan ceceurut merupakan hewan yang dapat merugikan kehidupan manusia karena selain mengganggu secara langsung juga sebagai perantara penularan penyakit. Tikus dan ceceurut menjadi reservoir penyakit parasit pada manusia dan hewan yang beberapa jenisnya berpotensi zoonosis. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis dan tingkat intensitas endoparasit pada tikus dan ceceurut. Lokasi pengambilan bertempat di Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen. Metode penelitian yang digunakan berupa deskriptif kualitatif diawali dengan penangkapan menggunakan trap dilanjutkan dengan proses identifikasi berlandaskan buku panduan identifikasi. Endoparasit diamati di bawah mikroskopis di Laboratorium Biologi UNNES. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan 4 jenis tikus dan 1 jenis ceceurut yang terdiri dari *Rattus norvegicus*, *Bandicota indica*, *Rattus exulans*, *Rattus tanezumi*, dan *Suncus murinus*. Jenis endoparasit yang didapat 4 jenis endoparasit diantaranya *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta*, *Diphyllobothrium latum*, dan *Ancylostoma* spp.. Hasil perhitungan intensitas endoparasit yang ditemukan pada masing-masing tikus dan ceceurut tergolong dalam kategori rendah.

**Kata kunci:** endoparasit, intensitas parasit, tikus dan ceceurut

## PENDAHULUAN

Tikus dikenal sebagai reservoir penyakit sejak tahun 1320 sebelum Masehi. Penyakit di dunia yang bersumber dari tikus 31 jenis disebabkan oleh cacing, 28 jenis disebabkan oleh virus, 26 jenis disebabkan oleh bakteri, 14 jenis disebabkan oleh protozoa, 8 jenis disebabkan oleh rickettsia, dan 4 jenis disebabkan cacing (Ristiyanto *et al.*, 2015). Tikus merupakan rodentia yang dapat merugikan kehidupan manusia karena dapat menjadi perantara penularan penyakit. (Coomansingh *et al.* 2009). Di bidang kesehatan, tikus menjadi reservoir penyakit parasit pada manusia dan hewan yang beberapa jenisnya berpotensi zoonosis (Soeharsono, 2002)

Sama halnya dengan makhluk hidup lainnya, tikus berinteraksi dengan lingkungan hidupnya, baik abiotik maupun biotik. Lingkungan abiotik diantaranya suhu dan kelembaban. Lingkungan hidup tersebut sangat menentukan struktur komunitas tikus disuatu habitatnya (Ristiyanto *et al.*, 2014)

Di daerah tropis (termasuk Indonesia), parasit cacing yang menginfeksi manusia masih banyak ditemukan. Parasit tersebut meliputi kelas *Nematoda*, *Trematoda*, dan *Cestoda*. Eksistensi kehidupan cacing-cacing ini ditunjang oleh lancarnya proses daur hidup dan cara penularannya. Daur hidup cacing yang ada pada manusia memerlukan satu atau lebih hospes perantara. Beberapa spesies cacing ada yang tidak memerlukan hospes perantara. Parasit yang mempunyai satu atau lebih hospes perantara (*intermediate host*)

memiliki peluang penularan yang semakin tinggi. Ada beberapa jenis parasit (cacing) pada manusia yang ditemukan pula dalam tubuh tikus.(Astuti, 2010)

Endoparasit yang hidup di dalam tubuh tikus mayoritas merupakan cacing. Salah satu penyakit yang disebabkan Endoparasit pada tikus yaitu *Hymenolepiasis* karena infeksi cacing *Hymenolepis nana* dan *Hymenolepis diminuta*.(Priyanto *et al.*, 2014) Kedua cacing tersebut sering ditemukan di dalam tubuh tikus. *Hymenolepiasis* diperkirakan menginfeksi lebih dari 21 juta orang dari seluruh dunia.(Setyaningrum, 2016)

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan, melukiskan, menerangkan, menjelaskan dan menjawab secara lebih rinci permasalahan yang akan diteliti. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan eksplorasi. Data yang diteliti adalah data dari sampel tikus dan ceurut di Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen, Kota Semarang.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-November tahun 2021 dengan pemasangan perangkap di siang hari pukul 15.00 dan pengambilan perangkap pada pukul 07.00. Pemasangan perangkap tikus yang ideal yaitu dalam setiap wilayah 10 m<sup>2</sup> diberi satu buah perangkap dan diletakan di daerah yang sering dilewati oleh tikus dan ceurut(Astuti, 2013). Tikus dan ceurut ditangkap menggunakan live trap pintu tunggal yang diletakan di 2 lokasi yaitu, TPA Jatibarang dan desa wisata Jamalsari dengan umpan berupa kelapa bakar atau ikan asin (P2B2 Banjarnegara, 2014)

### **Identifikasi Tikus dan Ceurut**

Tikus yang ditangkap dibius dengan ketamin dengan dosis 100 mg/Kg berat badan tikus dengan cara menyuntikkan pada otot tebal bagian paha tikus kemudian dilakukan pencatatan lokasi dan tanggal penangkapan. Proses identifikasi tikus dilakukan dengan mengukur morfometri tubuh dan pengamatan fisik. Pengukuran morfometri yang dilakukan adalah pengukuran berat badan, panjang badan, panjang ekor, panjang telinga, dan panjang kaki belakang. Pengamatan fisik dilakukan dengan mengamati jenis kelamin, warna rambut badan, dan warna ekor. Proses identifikasi tikus mengacu pada buku “Rodent in Java” (Suyanto, 2006).

### **Identifikasi Endoparasit**

Endoparasit dikumpulkan dengan melakukan pembedahan perut tikus dan organ pencernaan seperti hati, lambung, dan usus tikus kemudian dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut. Endoparasit dicari dengan mengeluarkan isi dari organ tikus di bawah mikroskop diseccting. Endoparasit yang ditemukan, selanjutnya diambil menggunakan pinset, kemudian dimasukkan kedalam botol vial yang telah diisi alkohol 70%. Selanjutnya Endoparasit yang ditemukan dimasukkan ke dalam larutan gliserin alkohol 70% selama 2 jam untuk melarutkan kutikula kemudian dimasukkan ke larutan semichon’s

carmin dye selama 20 menit, kemudian diklarifikasi dalam alkohol 70%, 80%, 90%, dan absolut. Spesimen yang terwarnai dengan baik ditempatkan pada slide mikroskop untuk diamati di bawah mikroskop compound (Ristiyanto *et al.*, 2014; Mabarwat, 2015).

### Intensitas Parasit

Intensitas parasit merupakan jumlah parasit yang menginvasi organisme pada suatu satuan ruang dan waktu. Penghitungan intensitas ektoparasit yang telah di diperoleh di hitung menggunakan rumus Kabata (1985) dibawah ini :

$$\text{Intensitas (idn/ekor)} = \frac{\text{Jumlah parasit yang ditemukan}}{\text{Jumlah tikus dan ceccurut yang terinfeksi}}$$

**Tabel 1. Kategori Intensitas**

No	Intensitas	Kategori
1	<1	Sangat rendah
2	1-5	Rendah
3	6-55	Sedang
4	51-100	Parah
5	>100	Sangat parah
7	>1000	Super infeksi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan yang dilakukan tercatat total tikus dan ceccurut yang tertangkap yaitu 87 ekor dengan 4 jenis tikus dan 1 jenis ceccurut. Spesies yang berhasil diidentifikasi antara lain *Rattus norvegicus*, *Bandicota indica*, *Rattus tanezumi*, *Rattus exulans*, dan *Suncus murinus*. Spesies yang paling banyak ditemukan dalam penelitian ini ialah *Rattus norvegicus* atau biasa dikenal sebagai Tikus Got. Hal ini dikarenakan pada lokasi pengamatan terdapat banyak saluran air yang merupakan tempat kesukaannya (Ristiyanto *et al.*, 2014). Hasil tikus yang tertangkap secara lengkap dapat dilihat pada Tabel.1

*Rattus norvegicus* merupakan spesies yang paling sering ditemukan dan banyak kontak dengan manusia. Seringnya kontak antara tikus dengan kehidupan manusia akan memperbesar risiko terjadinya penularan penyakit. Tikus biasanya terinfeksi parasit yang zoonotik yang mengindikasikan risiko potensial untuk kesehatan manusia maupun hewan domestik. Keadaan lingkungan tempat tinggal manusia yang tidak terjaga higiene dan sanitasinya, serta kepadatan tikus tinggi memperbesar risiko penularan penyakit (Nurisa & Ristiyanto, 2005)

Dari hasil penelitian di Pakistan bahwa dari isolasi didapatkan cacing zoonosis pada *Rattus norvegicus* dan memiliki risiko yang tinggi terhadap kesehatan. *Rattus norvegicus* yang terdeteksi di Qatar dilaporkan telah terinfeksi *Hymenolopis diminuta* ( Rafique *et al.*, 2009)

Berdasarkan pengamatan jumlah individu tikus dan ceccurut pada kedua lokasi tidak jauh berbeda. Yang menandakan bahwa persebaran tikus dikedua lokasi merata. Hal ini

disebabkan jarak lokasi yang tidak begitu jauh. Pada proses penangkapan, lebih banyak tikus yang terjebak di perangkap yang tersebar diluar rumah. Hal ini ditandai dengan sedikitnya spesies *Rattus tanezumi* yang tertangkap jebakan. Faktor yang menyebabkan sedikitnya tikus rumah ini tertangkap salah satunya ialah kondisi rumah yang masuk dalam kategori sedang. Kondisi kelayakan bangunan dikatakan sedang manakala atap terbuat dari genteng, rumah berlantai semen, dinding tembok, pembagian ruang dalam rumah cukup jelas, serta pencahayaan yang relatif sedang – baik (Hanifah & Widyastuti, 2016)

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa kedua spesies tikus tersebut (*Rattus norvegicus* dan *Rattus tanezumi*) adalah spesies dominan yang ditemukan di daerah perumahan (Benacer *et al.*, 2016; Widiastuti *et al.*, 2016). Kedua spesies tikus tersebut adalah jenis tikus “komensal” yang berarti segala aktivitas hidupnya berdekatan dan tergantung pada lingkungan pemukiman manusia (Tung *et al.*, 2013; Feng & Himsworth, 2014)

**Tabel 1. Jenis Tikus dan Ceccurut yang Tertangkap**

Spesies	Lokasi		Total (ekor)
	TPA Jatibarang	Desa Wisata Jamalsari	
<i>Rattus norvegicus</i>	9	18	27
<i>Bandicota indica</i>	13	10	23
<i>Rattus tanezumi</i>	7	11	18
<i>Rattus exulans</i>	5	3	8
<i>Suncus murinus</i>	8	3	11
Jumlah (ekor)	42	45	87

Faktor abiotik juga dapat menjadi penentu keberadaan tikus dan ceccurut. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangbiakan tikus yaitu jenis makanan, susunan barang, suhu dan kelembaban dll. Tikus memiliki kecenderungan untuk memakan makanan yang disukai oleh manusia dan membuat sarang yang tidak jauh dari sumber makanan. Susunan barang yang tidak teratur akan memudahkan tikus membuat sarang. Secara naluri, tikus dapat aktif di malam hari walaupun pada tikus rumah dapat aktif baik siang maupun malam hari (Wijayanti dan Marbawati, 2018).

**Tabel 2. Data Faktor Abiotik**

Lokasi	Suhu (°C)		Kelembaban (%)	
	Pengambilan pertama	Pengambilan kedua	Pengambilan pertama	Pengambilan kedua
TPA Jatibarang	26,21-27,39	25,59-27,65	75-83	76-85
Desa Jamalsari	26,58-27,20	25,10-27,32	73-85	77-84

Secara geografis TPA Jatibarang ialah daerah berbukit dan bergelombang dengan kemiringan lereng sangat curam (lebih dari 24%), dengan ketinggian bervariasi antara 63 sampai 200 meter dari permukaan air laut, dan bagian bawah (terendah mengalir Sungai Kreo). Sedangkan Desa Jamalsari daerah hutan sekunder. Secara astronomis TPA Jatibarang

berada di 7°2'27.9" LS dan 110°21'6.8" BT sedangkan Desa Jamalsari berada di 7°1'23.5" LS dan 110°21'23.6" BT. Kisaran suhu dan kelembaban pada pengambilan pertama dan kedua dapat dilihat pada Tabel 2.

Tikus mempunyai kisaran suhu yang relatif terbatas. Batas atas lebih bersifat mematikan daripada batas bawah. Untuk tikus daerah tropis, perubahan suhu lingkungan yang tidak ekstrim kurang berpengaruh terhadap perilaku binatang tersebut. Suhu rata-rata *Rattus exulans* suhu rata-rata harian 16-23°C. Hal tersebut menjadi salah satu faktor keberadaan tikus tersebut (Ristiyanto *et al*, 2014)

Pada identifikasi endoparasit, ditemukan 4 spesies cacing diantaranya yaitu *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta*, *Diphyllobothrium latum*, dan *Ancylostoma* spp. *Hymenolepis nana* adalah parasit terkecil dan paling banyak atau biasa ditemukan di lambung manusia, mamalia, dan rodentia. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Marbawati (2010), bahwa cacing *Hymenolepis nana* merupakan parasit yang paling sering ditemukan pada jenis hewan rodentia. Infeksi *Hymenolepis nana* banyak sekali ditemukan di seluruh bagian belahan dunia, terutama di negara yang memiliki jumlah penduduk banyak atau padat penduduk.

**Tabel 3. Jenis Endoparasit yang ditemukan**

Endoparasit	Spesies					Total
	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Bandicota indica</i>	<i>Rattus tanezumi</i>	<i>Rattus exulans</i>	<i>Suncus murinus</i>	
<i>Hymenolepis nana</i>	27	20	3	3	-	53
<i>Hymenolepis diminuta</i>	31	21	2	11	-	65
<i>Diphyllobothrium latum</i>	14	8	6	-	-	28
<i>Ancylostoma</i> spp.	6	17	13	-	-	36
Jumlah	78	66	24	14	-	182

Cacing *Hymenolepis diminuta* banyak ditemukan di hampir semua jenis tikus kecuali *Bandicota indica* pada daerah warung kelontong, sayur, dan kios daging ayam dengan kondisi suhu tinggi, sanitasi yang mampet, banyak tumpukan barang, sanitasi yang tidak berfungsi, banyak sampah sayuran yang telah membusuk dapat menjadi sarang inang perantara cacing *Hymenolepis diminuta*. Penyebaran *Hymenolepis diminuta* ke manusia dilaporkan biasa terjadi di daerah dengan suhu tinggi dan kondisi sanitasi yang buruk. *Hymenolepis diminuta* juga disebut sebagai cacing pita tikus, mirip dengan *Hymenolepis nana*.

*Diphyllobothrium* sp. termasuk dalam kelas Cestoda yang dapat menyebabkan penyakit Diphyllobothriasis. Tikus dapat terinfeksi cacing jenis ini karena memakan ikan atau krustasea yang sudah terinfeksi *Diphyllobothrium* sp. sehingga nantinya akan tumbuh dewasa di usus tikus. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa cacing ini dapat ditemukan pada hewan lainnya seperti ikan (Puspa, 2020), dan kucing (Endeyanti, 2020).

*Ancylostoma* spp. merupakan nematoda yang juga dikenal sebagai cacing tambang yang hidup di daerah sekum, usus besar, dan rectum. Pada *Ancylostoma* spp. dilengkapi

dua pasang gigi berbentuk lancip. Cacing jantan pada kedua cacing ini, ujung ekornya mempunyai bursa kopulatriks, sedangkan yang betina ujung ekornya lurus dan lancip (Soedarto, 2008). Injeksi cacing pada seorang anak dapat ditemukan secara tunggal maupun campuran, (Hadju *et al*, 1998) dan dapat menyebabkan malnutrisi, anemia, menurunnya kesehatan jasmani dan menurunkan selera makan sehingga dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, dan dapat menyebabkan penurunan kemampuan kognitif (Onggowaluyo dan Ismid, 1998)

Hasil penelitian Pramestuti (2015) melaporkan bahwa pada sekum tikus di areal permukiman Kabupaten Banyumas ditemukan telur cacing salah satunya *Ancylostoma* spp..

**Tabel 3. Intensitas Endoparasit**

Lokasi	Intensitas Endoparasit (ind/ekor)				Total Intensitas
	<i>Hymenolepis nana</i>	<i>Hymenolepis diminuta</i>	<i>Diphyllobothrium latum</i>	<i>Ancylostoma spp</i>	
TPA Jatibarang	1,70	1,85	1,64	1,44	1,65
Desa Wisata Jamalsari	1,96	2,03	1,47	1,63	1,77
Total Intensitas	1,83	1,94	1,55	1,53	

Dari hasil perhitungan intensitas endoparsit, pada dua lokasi di Kelurahan Kedungpane, dapatlah di lihat pada Tabel. 3

Intensitas merupakan jumlah rata-rata parasit per tikus yang terinfeksi cacing. Diba (2009) mengungkapkan bahwa intensitas merupakan derajat jenis parasit yang telah menginfestasi inang. Intensitas dari parasit yang menginfestasi inang merupakan suatu pendekatan dalam pemahaman dampak parasit terhadap populasi.

Menurut Williams dan Williams (1996) kriteria intensitas 1-5 termasuk kedalam tingkat infeksi rendah. Pada penelitian didapatkan nilai total intensitas endoparasit pada kedua lokasi pengamatan masuk kedalam kategori “Rendah”. Tinggi rendahnya nilai intensitas endoparasit pada setiap lokasi pengambilan sampel dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Salah satu faktor eksternalnya adalah iklim, dimana pada saat pengambilan sampel berada pada musim kemarau menjelang musim penghujan. Menurut Regassa *et al.*, (2006); Al-shaibani, (2016), tingkat infeksi endoparasit yang lebih tinggi secara signifikan pada musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau, hal ini berhubungan langsung dengan kelembaban dan suhu.

Intensitas endoparasit tertinggi pada spesies *Hymenolepis diminuta* dan intensitas terendah pada spesies *Ancylostoma* spp. Berdasarkan dari hasil intensitas endoparasit tersebut kondisi lingkungan masih dalam kategori aman. Namun tidak menutup kemungkinan terjadinya penularan zoonosis oleh tikus.

## KESIMPULAN

Spesies tikus dan ceurut yang tertangkap dalam penelitian ini adalah *Rattus norvegicus*, *Bandicota indica*, *Rattus tanezumi*, *Rattus exulans*, dan *Suncus murinus*. Endoparasit ditemukan pada organ pencernaan yaitu yaitu *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta*,

*Diphyllobothrium latum*, dan *Ancylostoma* spp.. Serta diketahui intensitas endoparasit pada lokasi tersebut masuk kategori rendah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-shaibani, I. (2016). *Prevalenc Of Gastrointestinal Helminthes In Sheep In And Around Thamar City , Yemen Prevalenc Of Gastrointestinal Helminthes In Sheep In And Around Thamar City , Yemen. January 2010.*
- Astuti, N. T. (2010). Laporan Kegiatan Pemeriksaan Endoparasit (Cacing Nematoda Dan Cestoda) Yang Di Temukan Dalam Organ Tikus. In *BALABA* (Vol. 6, Issue 02). <http://www.radil.missouri.edu/info/dora/ratpage/>
- Astuti, D.R. (2013). Keefektifan Rodentisida Racun Kronis Generasi Ii Terhadap Keberhasilan Penangkapan Tikus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 8(16), 183–189.
- Benacer, D., Nursheena, S., Zain, M., Sim, S. Z., Khairul, M., Mohd, N., Galloway, R. L., Souris, M., & Thong, K. L. (2016). Determination of *Leptospira borgpetersenii* serovar Javanica and *Leptospira interrogans* serovar Bataviae as the persistent *Leptospira* serovars circulating in the urban rat populations in Peninsular Malaysia. *Parasites & Vectors*, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1400-1>
- Feng, A. Y. T., & Himsworth, C. G. (2014). The secret life of the city rat: A review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*). *Urban Ecosystems*, 17(1), 149–162. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0305-4>
- Hadju, V., Stephenson L, Mohammed H. O., Bowman D.D., Parker R.S.( (1998). Improvements of growth, appetite, and physical activity in helminth-infected schoolboys 6 months after single dose of albendazole. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 7(2), 170–176.
- Hanifah, W., & Widyastuti, D. (2016). *Penilaian Lingkungan Fisik Permukiman Kumuh di Kawasan Pesisir Kota Semarang*. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(1), 1–10.
- Kabata, Z. (1985) *Parasites and Diseases of Fish Culture in the Tropics*. Taylor Francis, London, 107.
- Marbawati, D. (2010). Hymenolepis sp, Cacing Pita Parasit pada Tikus dan Manusia. *Balaba*, 6(02), 24–25.
- Setyaningrum AD. (2016). Jenis Tikus dan Endoparasit Cacing dalam Usus Tikus di Pasar Rasamala Kelurahan Srandol Wetan Kecamatan Banyumanik Kota Semarang. *J Kesehatan Masy*;4(3):50–9.
- Nurisa, I. dan R. (2005). Penyakit Bersumber Rodensia (Tikus dan Mencit) di Indonesia. In *Jurnal Ekologi Kesehatan* (Vol. 4, Issue 3, pp. 308–319).
- Onggawaluyo S, Ismid IS.(1998). Gangguan fungsi kognitif akibat infeksi cacing yang ditularkan melalui tanah. *Majalah Kedokteran Indonesia*.;48:198-203
- P2B2 Banjarnegara. (2014). *Mengenal Rodensia Tikus*. Balai Litbang. Banjarnegara: BALABA.
- Rafique A, Rana SA., Khan HA, and Sohail A, (2009), Prevalence of some helminths in rodents captured from different city structures including poultry farms and human population of Faisalabad, Pakistan. *Pakistan Vet. J*;29(3): 141-144.
- Regassa, F., Sori, T., Dhuguma, R., & Kiros, Y. (2006). Epidemiology of gastrointestinal parasites of ruminants in Western Oromia, Ethiopia. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 4(1), 51–57. <http://www.jarvm.com>
- Ristiyanto, Handayani, F D., Boewono, D T., dan Heriyanto, B., (2014), *Penyakit Tular Rodensia*, Cetakan Pertama, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ristiyanto, Wibawa, T., Budiharta, S., & Supargiono. (2015). Prevalensi Tikus Terinfeksi *Leptospira Interrogans*. *Vektora*, 7(2), 85–92.
- Siregar, C. D. (2016). Pengaruh Infeksi Cacing Usus yang Ditularkan Melalui Tanah pada Pertumbuhan Fisik Anak Usia Sekolah Dasar. *Sari Pediatri*, 8(2), 112. <https://doi.org/10.14238/sp8.2.2006.112-7>
- Soedarto. (2008). *Nematoda dalam : Helminologi Kedokteran*. Gaya Baru. Jakarta
- Soeharsono. (2002). *Zoonosis Penyakit Menular dari Hewan ke Manusia*. Kasinus,

Yogyakarta.

- Tung, K. C., Hsiao, F. C., Wang, K. S., Yang, C. H., & Lai, C. H. (2013). Study of the endoparasitic fauna of commensal rats and shrews caught in traditional wet markets in Taichung City, Taiwan. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, *46*(2), 85–88. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2012.01.012>
- Widiastuti, D., Sholichah, Z., Agustiningsih, & Wijayanti, N. (2016). Identification of pathogenic *Leptospira* in rat and shrew populations using *rpoB* gene and its spatial distribution in Boyolali district. *Kesmas*, *11*(1), 32–38. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v11i1.798>

# EFEK EKSTRAK KULIT PISANG KEPOK TERHADAP KADAR SOD PARU TIKUS YANG DIPAPAR ASAP ROKOK

IZ Nurhidayah\*, W Christijanti<sup>1</sup>, Lisdiana<sup>1</sup>, A Marianti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Raya Sekaran, Gunung Pati, Semarang 50229.

\*Email: ikazalma28@students.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Asap rokok mengandung 4.800 komponen kimia yang bersifat toksik bagi kesehatan. Radikal yang masuk kedalam paru-paru mampu menyebabkan terjadinya stress oksidatif karena ketidakseimbangan radikal bebas dan antioksidan. Stress oksidatif ditandai dengan penurunan kadar SOD. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa aktif dalam ekstrak kulit pisang kepok secara kualitatif dan menganalisis efek ekstrak kulit pisang kepok terhadap kadar SOD paru tikus jantan yang dipapar asap rokok. Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus jantan yang dibagi menjadi 2 kelompok, kelompok normal (K) dan kelompok yang dipapar asap rokok dan ekstrak kulit pisang selama 21 hari: kontrol positif (K<sup>+</sup>) dan tiga kelompok perlakuan Pr1 (28 mg), Pr2 (56 mg) dan, Pr3 (112 mg/kg BB). Kandungan senyawa aktif dalam ekstrak kulit pisang kepok diukur dengan pereaksi warna golongan dan kadar SOD paru diukur dengan metode kolorimetri. Analisis senyawa aktif dilakukan secara deskriptif dan kadar SOD menggunakan uji One Way Anova dan dilanjutkan uji LSD dengan taraf uji 95%. Hasil uji fitokimia menunjukkan ekstrak kulit pisang kepok mengandung senyawa terpenoid, fenolik, saponin, tanin. Hasil uji statistik menunjukkan ekstrak kulit pisang kepok memberi pengaruh secara nyata terhadap kadar SOD paru. Masing-masing kelompok menunjukkan beda nyata K (49,85%), K<sup>+</sup> (29,85%), Pr1 (66,27%), Pr2 (79,10%), dan Pr3 (83,58%).

**Kata kunci:** asap rokok, ekstrak kulit pisang, SOD paru

## PENDAHULUAN

Jumlah perokok yang berusia 18 tahun mencapai 3,67% pada tahun 2021. Jumlah perokok di provinsi Jawa Tengah mengalami kenaikan dari tahun 2020 sebesar 27,70% menjadi sebesar 28,24% pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2022). Jumlah perokok aktif akan meningkatkan prevalensi perokok pasif dimana perokok pasif akan menghirup asap rokok yang mengandung 75% bahan berbahaya (Nurjanah *et al.*, 2014).

Asap rokok mengandung komponen kimia yang berbahaya bagi kesehatan seperti tar, nikotin, karbon monoksida, dan nitrogen monoksida (Tirtosastro and Murdiyati, 2010). Komponen kimia yang masuk kedalam saluran pernafasan dapat menyebabkan terjadinya inflamasi. Tar bersifat karsinogenik. Nikotin dapat menyebabkan terjadinya fibrosis pada paru. Karbon monoksida memicu terjadinya pelebaran alveolus (Rohmani *et al.*, 2018).

Asap rokok yang masuk ke dalam paru-paru mampu menyebabkan terjadinya stress oksidatif yang memicu adanya kerusakan histopatologi paru dan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) (Santoso *et al.*, 2020). Stress oksidatif terjadi karena adanya penumpukan ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang lebih banyak daripada antioksidan endogen. Stress oksidatif ditandai dengan terjadinya penurunan kadar SOD (Nufus *et al.*, 2020). Paru-paru memiliki antioksidan endogen yang berfungsi sebagai pertahanan lini paru-paru untuk mendetoksifikasi ROS yang terjadi karena paparan asap rokok. Salah satu antioksidan

endogen yang terdapat dalam paru-paru adalah superoksida dismutase (SOD) (Ryter and Choi, 2010).

SOD merupakan antioksidan yang diproduksi oleh tubuh yang berfungsi sebagai pertahanan pertama terhadap berbagai radikal bebas (Astuti, 2012). SOD menangkal radikal bebas dengan cara menguraikan radikal menjadi senyawa yang kurang reaktif melalui mengkatalis superoksida menjadi hidrogen peroksidase (Simanjuntak and Zulham, 2020).

SOD yang menurun dapat ditingkatkan dengan penambahan antioksidan eksogen yang dapat bersumber dari molekul senyawa yang berasal dari satu atau komponen makanan, hasil reaksi melalui proses pengolahan, sumber alami yang diisolasi untuk ditambahkan dalam makanan (Yuslianti, 2018). Kulit pisang kepok merupakan salah satu bahan yang berpotensi sebagai antioksidan eksogen. Ekstrak kulit pisang mengandung senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan seperti flavonoid, fenolik, saponin, terpenoid, dan tanin (Yulis dan Sari, 2020).

Berdasarkan uraian diatas dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak kulit pisang kepok dan efek yang ditimbulkan ekstrak kulit pisang kepok terhadap kadar SOD paru tikus yang dipapar asap rokok

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus jantan galur wistar berumur 2-3 bulan yang sehat, tidak cacat secara anatomi, dan berat badan 150-200 gram yang dikelompokkan menjadi 2 kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol (K) dan kelompok yang dipapar asap rokok dan diberi ekstrak kulit pisang kepok: kelompok kontrol positif (K+) dan tiga kelompok perlakuan Pr1 (28 mg), Pr2 (56 mg), Pr3(112 mg/BB). Pemaparan asap rokok dilakukan selama 21 hari dengan dua batang rokok setiap harinya.

### **Pembuatan Ekstrak Kulit Pisang Kepok**

Ekstraksi kulit pisang kepok menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70%. Kulit pisang kepok dipotong kecil-kecil lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3-4 hari. Kulit pisang yang sudah kering lalu dihaluskan menggunakan blender bersama dengan etanol 70% sampai kulit pisang kepok terendam. Selanjutnya diinkubasi selama 72 jam dan suspensi yang diperoleh disaring dengan penyaring. Filtrat yang dihasilkan diuapkan menggunakan oven sampai dihasilkan ekstrak dengan tekstur kental.

### **Uji Fitokimia**

Uji fitokimia digunakan untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak kulit pisang kepok. Uji fitokimia dilakukan menggunakan metode pereaksi pendeteksi warna golongan yang meliputi uji flavonoid, alkaloid, tanin, terpenoid, saponin, dan fenolik.

### **Perlakuan Hewan Uji Coba**

Tikus diaklimatisasi selama 7 hari lalu dikelompokkan menjadi 5 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri 5 ekor. Paparan asap rokok dilakukan selama 21 hari dengan dua batang rokok setiap kelompok setiap harinya. Setelah satu jam pasca

pemaparan asap rokok, kelompok perlakuan diberikan ekstrak kulit pisang kepok secara oral menggunakan sonde.

### Pemeriksaan Kadar SOD Paru

Pemeriksaan kadar SOD paru menggunakan metode kolorimetri dengan *BioVision Assay Kit*. Sampel yang digunakan berupa supernatan.

### Analisis data

Analisis senyawa aktif ekstrak kulit pisang kepok dilakukan secara deskriptif. Analisis data menggunakan uji *One Way Anova* untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar kelompok dan dilanjutkan dengan uji *Least Significant Differences (LSD)* dengan taraf uji 95% untuk mengetahui perbedaan antar kelompok berbeda nyata atau tidak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Pengujian fitokimia ekstrak kulit pisang kepok menggunakan metode pereaksi warna golongan menghasilkan senyawa aktif sebagai berikut (Tabel 1).

Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa senyawa fenolik paling banyak terkandung dalam ekstrak kulit pisang kepok. Senyawa fenolik berpotensi sebagai antioksidan eksogen yang mampu meningkatkan kadar SOD paru yang dipapar asap rokok. Kadar SOD paru diuji menggunakan metode kolorimetri dengan *BioVision Assay Kit*. Hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data kadar SOD paru berdistribusi normal (nilai sign>0,05) dan memiliki varian data yang homogen (nilai sign>0,05).

**Tabel 1. Hasil uji fitokimia ekstrak kulit pisang kepok**

No	Senyawa	Hasil
1.	Alkaloid	-
2.	Steroid	-
3.	Terpenoid	+
4.	Flavonoid	-
5.	Fenolik	++
6.	Saponin	+
7.	Tanin	+

Keterangan:

(-) : tidak ada

(+) : ada

(++) : ada banyak

Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa ekstrak kulit pisang kepok memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar SOD paru (nilai Sign<0,05) dan uji lanjutan *LSD* menunjukkan bahwa kadar SOD paru terdapat perbedaan antar kelompok perlakuan (nilai sign<0,05). Kadar SOD paru pada masing masing kelompok berbeda nyata.

Tabel 2. Hasil rerata kadar SOD paru

Kelompok	Perlakuan	Kadar SOD (%)
K	Normal	49,85±3,09 <sup>a</sup>
K+	Asap rokok	29,85±2,36 <sup>b</sup>
Pr1	Asap rokok+ekstrak kulit pisang kepok 28 mg	66,27±5,02 <sup>c</sup>
Pr2	Asap rokok+ekstrak kulit pisang kepok 56 mg	79,10±2,36 <sup>d</sup>
Pr3	Asap rokok+ekstrak kulit pisang kepok 112 mg	83,58±2,36 <sup>e</sup>

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan pada setiap kelompok perlakuan dengan taraf ketelitian  $p < 0,05$ .

Berdasarkan tabel 2, kelompok perlakuan K+ memiliki kadar SOD paru terendah yang menunjukkan bahwa pemaparan asap rokok menggunakan dua batang rokok kretek menyebabkan kadar SOD paru menurun.

Kelompok Pr1, Pr2, dan Pr3 merupakan kelompok perlakuan yang dipapar asap rokok lalu diberi ekstrak kulit pisang kepok. Dosis ekstrak kulit pisang kepok yang semakin banyak menunjukkan kecenderungan dalam meningkatkan kadar SOD paru.

## Pembahasan

Asap rokok merupakan radikal bebas yang memicu adanya kerusakan paru-paru akibat terjadinya stress oksidatif. Stress oksidatif yang berkelanjutan akan memicu terjadinya kerusakan sel dan inflamasi. Asap rokok mampu meningkatkan protease yang disebabkan oleh aktivasi neutrofil dan defisiensi antiprotease. Radikal bebas yang berasal dari asap rokok akan menghambat antiprotease yang menyebabkan ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan (Idrus *et al.*, 2014). Radikal bebas yang terdapat dalam tembakau mampu menurunkan kadar antioksidan intraseluler yang terdapat dalam sel paru-paru (Fitria *et al.*, 2013). Radikal bebas yang semakin banyak memicu peningkatan enzim antioksidan yang menyebabkan penurunan kadar SOD yang berperan sebagai antioksidan endogen dalam tubuh (Astuti, 2012).

Superoksida Dismutase (SOD) merupakan antioksidan enzimatik yang berfungsi mendonorkan elektron dan mendaur ulang antioksidan teroksidasi menjadi tereduksi kembali. SOD memiliki kemampuan mempertahankan sel dari radikal bebas yang menyebabkan stress oksidatif. Mekanisme SOD dalam menangkal stress oksidatif dengan cara menghilangkan anion superoksida dan membentuknya menjadi  $H_2O_2$  (hidrogen peroksida) dan  $O_2$  (oksigen) (Stephenie *et al.*, 2020). SOD yang menurun menyebabkan terjadinya kerusakan sel yang memicu terjadinya berbagai penyakit karena kemampuan SOD dalam melindungi sel menurun (Perry *et al.*, 2010).

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa paparan asap rokok dapat menurunkan kadar SOD paru pada kelompok K+, yaitu 29,85%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Prayitno *et al.*, 2018) yang menunjukkan bahwa kadar SOD paru mencit yang dipapar asap rokok selama 14 hari mengalami penurunan. Senyawa kuinon, hidrokuinon, dan

semikuinon yang terkandung dalam asap rokok mampu membentuk radikal superoksida yang bereaksi dengan oksida nitrat membentuk peroksinitrit yang bersifat toksik sehingga mampu menurunkan kadar SOD (Çubukçu and Durak, 2021). Penurunan SOD yang terus menerus menyebabkan stress oksidatif yang mengakibatkan antioksidan endogen mengalami penipisan. Antioksidan endogen yang mengalami penurunan dapat diinduksi dengan penambahan antioksidan eksogen untuk mempertahankan antioksidan (Arise *et al.*, 2021).

Kelompok Pr1, Pr2, Pr3 menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kulit pisang kepok dapat meningkatkan kadar SOD paru yang turun setelah dipapar asap rokok. Kelompok Pr1 dengan dosis 28 mg/KgBB menunjukkan kadar SOD paru yang paling mendekati kelompok kontrol, yaitu 66,27%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian dari Ulfa *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa ekstrak kulit pisang kepok dengan pelarut etanol 70% memiliki aktivitas antioksidan  $IC_{50}$  128,46  $\mu$ m/ml mampu menaikkan kadar SOD organ hati tikus model hiperkolesterolemia. Kulit pisang kepok memiliki aktivitas antioksidan untuk menangkal radikal bebas. Mekanisme kulit pisang kepok yang berfungsi sebagai antioksidan eksogen, yaitu dengan menangkap radikal bebas, kelasi oleh transisi ion metal, mencegah pembentukan radikal bebas yang dibentuk oleh sel serta regenerasi  $\alpha$ -tokoferol dari radikal  $\alpha$ -tokoferoksil (Deborah dan Gemayangsura, 2015).

Berdasarkan hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak kulit pisang kepok mengandung senyawa metabolit sekunder seperti tanin, fenolik, saponin, dan terpenoid. Senyawa fenolik paling banyak terdapat dalam ekstrak kulit pisang kepok. Fenolik merupakan produk sekunder yang berasal dari metabolisme tanaman melalui pembentukan secara alami. Fenolik merupakan senyawa antioksidan primer yang berperan sebagai akseptor radikal bebas (Arinanti, 2018). Fenolik berperan sebagai antioksidan eksogen karena memiliki gugus hidroksil yang menangkal senyawa radikal dengan cara mendonorkan atom hidrogen (Manongko, Sangi and Momuat, 2020). Fenolik mampu melindungi sel dari radikal bebas dengan beberapa mekanisme, yaitu sebagai penangkal radikal bebas, pendonor hidrogen, pengkelat ion logam, pendinginan oksigen singlet, serta berperan sebagai substrat untuk radikal seperti superoksida dan hidroksil (Adwas *et al.*, 2019).

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit pisang mengandung senyawa aktif seperti fenolik, tanin, terpenoid, dan saponin. Fenolik merupakan senyawa paling banyak yang terkandung dalam ekstrak kulit pisang kepok. Ekstrak kulit pisang kepok mampu meningkatkan kadar SOD paru tikus jantan akibat dipapar asap rokok.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adwas, A. *et al.* (2019) 'Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body', *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 6(1), pp. 43–47.
- Arinanti, M. (2018) 'Potensi senyawa antioksidan alami pada berbagai jenis kacang', *Ilmu Gizi Indonesia*, 1(2), pp. 134–143.

- Arise, R.O. *et al.* (2021) 'Taurine and vitamin E protect against pulmonary toxicity in rats exposed to cigarette smoke', *Scientific African*, 13, pp. 1–10.
- Astuti, S. (2012) 'Isoflavon Kedelai Dan Potensinya Sebagai Penangkap Radikal Bebas', *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 13(2), pp. 126–136.
- Badan Pusat Statistika. (2022) *Persentase Merokok Pada Penduduk Umur  $\geq$  15 Tahun Menurut Provinsi (Persen), 2019-2021*, [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Available at: <https://www.bps.go.id/indicator/30/1533/1/persentase-merokok-pada-penduduk-usia-18-tahun-menurut-jenis-kelamin.html> (Accessed: 6 July 2022).
- Çubukçu, H.C. and Durak, İ. (2021) 'Effects of cigarette smoke on oxidant–antioxidant system of lung tissue', *Toxicological and Environmental Chemistry*, 103(3), pp. 269–278.
- Deborah, N. and Gemayangsura (2015) 'Khasiat Kulit Pisang Kepok ( *Musa acuminata* ) sebagai Agen Preventif Ulkus Gaster Banana Peel ( *Musa Acuminata* ) as Preventif Agent for Gastric Ulcer', *Majority*, 4(2), pp. 17–22.
- Fitria *et al.* (2013) 'Merokok dan Oksidasi DNA | Fitria | Sains Medika', *Sains Medika*, 5, pp. 113–120.
- Idrus, H.R. Al, Iswahyudi, I. and Wahdaningsih, S. (2014) 'Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Bawang Mekah (*Eleutherine americana* Merr.) Terhadap Gambaran Histopatologi Paru Tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar Jantan Pasca Paparan Asap Rokok', *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 1(2), pp. 51–60.
- Manongko, P.S., Sangi, M.S. and Momuat, L.I. (2020) 'Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.)', *Jurnal MIPA*, 9(2), pp. 64–69.
- Nufus, I. *et al.* (2020) 'Pengaruh Nikotin dalam Rokok Elektrik Terhadap Kadar MDA dan SOD pada Darah Tikus', *Life Science*, 9(2), pp. 161–170.
- Nurjanah, Kresnowati, L. and Mufid, A. (2014) 'Gangguan Fungsi Paru Dan Kadar Cotinine Pada Urin Karyawan Yang Terpapar Asap Rokok Orang Lain', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(1), pp. 43–52.
- Perry, J.J.P. *et al.* (2010) 'The structural biochemistry of the superoxide dismutases', *Biochimica et Biophysica Acta*, 1804(2), pp. 245–262.
- Rohmani, A., Yazid, N. and Rahmawati, A.A. (2018) 'Rokok Elektrik dan Rokok Konvensional Merusak Alveolus Paru', *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 1.
- Ryter, S.W. and Choi, A.M.K. (2010) 'Autophagy in the lung', *Proceedings of the American Thoracic Society*, 7(1), pp. 13–21.
- Santoso, P., Cahyaningsih, E. and Darmayanti, G.A.P.E. (2020) 'Pengaruh Pemberian Ekstrak n-Butanol Buah Dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) Terhadap Gambaran Histopatologi Paru Mencit (*Mus musculus*) Jantan Yang Dipapar Asap Rokok', *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 6(1), pp. 2356–4818.
- Simanjuntak, E.J. and Zulham, Z. (2020) 'Superoksida Dismutase (Sod) Dan Radikal Bebas', *Jurnal Keperawatan Dan Fisioterapi (Jkf)*, 2(2), pp. 124–129. doi:10.35451/jkf.v2i2.342.
- Stephenie, S. *et al.* (2020) 'An insight on superoxide dismutase (SOD) from plants for mammalian health enhancement', *Journal of Functional Foods*, 68(68), pp. 1–10.
- Tirtosastro, S. and Murdiyati, A.S. (2010) 'Kandungan Kimia Tembakau dan Rokok', *Buletin Tanaman Tembakau, Serat, & Minyak Industri*, 2(1), pp. 33–43.
- Ulfa, A., Ekastuti, D.R. and Wresdiyati, T. (2020) 'Potensi Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typica*) dan Uli (*Musa paradisiaca sapientum*) Menaikkan Aktivitas Superoksida Dismutase dan Menurunkan Kadar Malondialdehid Organ Hati Tikus Model Hiperkolesterolemia', *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 8(1), pp. 40–46.
- Yulis, P.A.R. and Sari, Y. (2020) 'Aktivitas Antioksidan Kulit Pisang Muli (*Musa acuminata* linn) dan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*)', *Al-Kimia*, 10(2), pp. 189–200.
- Yuslianti, E.R. (2018) *Perantara Radikal Bebas dan Antioksidan*. Yogyakarta: Deepublish.

# KEANEKARAGAMAN JENIS GASTROPODA DI RAWAPENING KABUPATEN SEMARANG JAWA TENGAH

<sup>1</sup>Partaya dan <sup>1</sup>N Setiati

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

E-mail: partaya@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Danau Rawapening merupakan danau yang telah mengalami eutrofikasi yang sangat tinggi dan telah mengalami pendangkalan serta banyak ditumbuhi eceng gondok. Proses eutrofikasi telah berlangsung cukup lama, sehingga meningkatkan jumlah biota yang hidup di danau tersebut. Salah satu biota yang menarik adalah gastropoda. Kehadiran gastropoda di perairan danau tersebut penting sekali diketahui kekayaan jenis dan keanekaragaman jenisnya yang hidup sebagai bentos dan perifiton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginventarisasi jenis gastropoda, menganalisis keanekaragaman jenis, pemerataan serta dominansi jenis gastropoda yang terdapat di Danau Rawapening. Pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dan menggunakan garis transek serta cuplikan dengan kuadrat 1 x1 meter. Hasil penelitian diperoleh 14 jenis gastropoda dan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener berkisar 1,02 – 2,10 yang termasuk kategori rendah sampai sedang, untuk indeks pemerataan jenisnya termasuk kriteria tinggi dijumpai di hulu Sungai Tuntang dan Muara Sungai Muncul. Sedangkan untuk dominansinya termasuk rendah, yang dijumpai di hulu Sungai Tuntang dan muara Sungai Muncul.

**Kata kunci : eutrofikasi, jenis gastropoda, indeks keanekaragaman. Rawapening.**

## PENDAHULUAN

Danau sebagai perairan tergenang termasuk perairan tertutup, salah satu danau yang ada di Propinsi Jawa Tengah adalah Danau Rawapening yang berada di Kabupaten Semarang. Danau Rawapening menampung limpasan air dari 14 sungai dan anak sungai yang berasal dari gunung yang ada di sekelilingnya antara lain Gunung Telomoyo, Gunung Ungaran dan Gunung Merbabu. Luas danau pada musim kemarau sekitar 650 Ha dan pada musim penghujan sekitar 2.667 hektar, dan danau Rawapening telah mengalami pendangkalan dengan kedalaman sekitar 3 meter pada kondisi saat ini (Prabandini *et al.*, 2021).

Kondisi danau Rawapening saat ini ditengarai adanya pencemaran air yang semakin tinggi dengan masuknya air dari wilayah pemukiman, pertanian, peternakan, limbah pabrik serta pesatnya pertumbuhan eceng gondok. Danau Rawapening memiliki peranan penting dalam menunjang pengairan, perikanan air tawar, dengan berbagai jenis ikan seperti nila, wader, gurami. Dengan adanya perikanan ini akan menambah masuknya bahan organik dan anorganik ke ekosistem baik melalui aliran sungai maupun pemberian pakan/ransum ikan, serta transportasi wisata air yang berpengaruh pada kualitas air danau. Kondisi Danau Rawapening saat ini telah berada pada tingkat kerusakan dan pencemaran yang tinggi, serta pertumbuhan eceng gondok yang berakibat pada penurunan kualitas air. Kondisi lahan di sekitar Danau Rawapening merupakan area pertanian yang dapat menyebabkan kerusakan daerah tangkapan air, penampungan air dari wilayah sekitarnya yang membawa sedimen, serta bertambahnya keramba jaring apung di perairan danau.

Pencemaran pada akhir 2019 terhitung paling parah karena menyebabkan ikan di Rawapening dan di di Kolam Tandu Harian (KTH) PLTA Timo banyak yang mati. Penyebab kematian diduga akibat alih fungsi lahan menjadi areal persawahan dan bertambahnya sedimentasi di danau, kondisi ini semakin parah pada musim kemarau, yaitu penggunaan lahan danau untuk pertanian karena penyusutan volume air danau yang dimanfaatkan oleh petani, keadaan ini sudah terjadi, sejak tiga tahun belakangan (Permana, 2019). Perubahan fungsi tepian Danau Rawapening berpengaruh terhadap kehidupan hewan invertebrata seperti gastropoda yang berperan sebagai hewan pemakan detritus.

Hewan gastropoda adalah organisme yang mampu hidup di tempat yang tercemar dengan tingkat pencemaran kriteria rendah sampai sedang atau kualitas air tingkat sedang di bawah tingkat kualitas air baik (Pratiwi *et al*, 2014). Beberapa jenis gastropoda dikenal sebagai bioindikator kualitas perairan seperti siput berpintu (operkulum) *Thiara pantherina* dan siput tanpa pintu (tanpa operkulum) seperti *Lymnaea rubiginosa* (Heryanto, 2011). Walaupun begitu beberapa jenis gastropoda dapat hidup di perairan dengan kadar keasaman lebih tinggi yaitu pada pH 5 seperti *Pila polita* (Purbosari, 2020). Dari permasalahan kualitas perairan Danau Rawapening dan jenis-jenis gastropoda perlu sekali diteliti ulang untuk memastikan kehadiran gastropoda pada lokasi yang berbeda-beda. Penelitian keanekaragaman gastropoda beberapa kali telah dilakukan di danau Rawapening, dengan kondisi yang semakin tinggi tingkat pencemaran dan aktivitas penduduk di Danau Rawapening tentu saja berpengaruh terhadap keberadaan gastropoda di danau tersebut. Permasalahan yang akan dikaji dari penelitian ini adalah bagaimana keanekaragaman jenis gastropoda, pemerataan dan dominansi jenis gastropoda di perairan Danau Rawapening ?

## **METODE**

Penelitian keanekaragaman gastropoda telah dilakukan di perairan Danau Rawapening, Ambarawa Kabupaten Semarang, yang dibagi menjadi 4 lokasi pengambilan sampel, yaitu hulu Sungai Tuntang tempat air keluar yang berbau menyengat), muara Sungai Galeh (tempat air masuk danau), muara Sungai Pathok (kriteria air jernih tidak berbau), muara sungai Muncul (jernih dari perbukitan). Untuk pengambilan sampel dilakukan pada sore hari Jam 15:00 WIB sampai jam 17:30 WIB. Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2020 Pada lokasi penelitian ditentukan titik/stasiun untuk pengambilan sampel dengan metode kuadrat dengan ukuran 1 x 1 meter, selanjutnya dilakukan pengenalan / identifikasi jenis secara umum dan penghitungan / sensus jumlah individu setiap jenis gastropoda. Gastropoda yang telah diketahui dan jumlah individu tiap jenis gastropoda yang melimpah maupun sedikit diambil sebagian saja untuk koleksi spesimen. Selanjutnya gastropoda diawetkan dalam botol spesimen yang diisi alkohol 70 persen atau diambil cangkangnya saja. Spesimen yang belum diketahui nama ilmiahnya diidentifikasi dari publikasi Swaminathan *et al*. (2017). Data yang diperoleh ditabulasikan dalam tabel data, selanjutnya dianalisis keanekaragaman jenisnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian keanekaragaman jenis gastropoda di Danau Rawapening dan sekitarnya ditemukan sebanyak 14 jenis gastropoda. Hasil penelitian diperoleh bahwa kekayaan jenis dan cacah individu tiap jenisnya dari tiap lokasi penelitian terdapat perbedaan. Pada lokasi hulu Sungai Tuntang ditemukan 14 jenis gastropoda, dan 5 jenis gastropoda memiliki proporsi paling banyak yaitu *Bellamyia javanica* dengan jumlah 168 individu, *Melanoides tuberculata* jumlahnya 57 individu, *Pila ampullacea* 31 individu, *Pupina* sp jumlahnya 25 individu dan *Pila polita* jumlahnya 28 individu. Dari keseluruhan jenis yang ada di hulu Sungai Tuntang jumlah individu terbanyak adalah *Bellamyia javanica*. Untuk jenis *Melanoides tuberculata* dan *Pila ampullacea* ditemukan di semua lokasi penelitian, hal ini ada kesesuaian dengan pendapat Gittenberger *et al.* (2017) bahwa *Melanoides tuberculata* penyebarannya sangat luas di wilayah tropis dan dikenal sebagai jenis/spesies invasif di perairan tawar.

Pada lokasi penelitian di muara Sungai Galeh ditemukan 6 jenis gastropoda, yang paling banyak adalah jenis *Pomacea canaliculata* (keong mas) sebanyak 94 individu, selebihnya jumlahnya sedikit bahkan beberapa jenis tidak ditemukan di lokasi ini. Berdasarkan wilayah di sekitar muara Sungai Galeh sebagian besar berupa areal persawahan. Sehingga memungkinkan perkembangan keong mas begitu besar dibandingkan gastropoda yang lain karena keong mas berperan sebagai hama tanaman.

Hasil pengamatan di Muara Sungai Pathok ditemukan 5 jenis gastropoda dengan individu yang paling sering dijumpai adalah *Thiara pantherina* dengan jumlah 37 individu, selanjutnya ditemukan jenis yang lain dengan jumlah sedikit yaitu jenis *Melanoides tuberculata*, *Pila ampullacea* dan *Anentome helena*. dengan jumlah kurang dari 10 individu.

Hasil penelitian di lokasi muara Sungai Muncul ditemukan 8 jenis gastropoda yang didominasi oleh *Pila ampullacea* sebanyak 45 individu, dan *Melanoides tuberculata* sebanyak 21 individu, selebihnya jenis yang lainnya jumlah individunya sedikit seperti *Bellamyia javanica*, *Pupina* sp, *Pila polita*, *Pila scutata*, *Anentome helena* dan *Thiara convellata*.

Kehadiran siput *Bellamyia javanica* di lokasi hulu Sungai Tuntang, muara Sungai Galeh dan muara Sungai Muncul dan tidak ditemukan di muara Sungai Pathok, karena *Bellamyia javanica* menyukai habitat perairan mengalir dan tersedia bahan makanan (bahan organik), hancuran bahan organik atau detritus, dan jenis tumbuhan berupa rumput-rumputan di tepian sungai, oleh karena itu *Bellamyia javanica* lebih menyukai tempat terbuka seperti di dekat persawahandan saluran irigasi dengan perairan yang mengalir. Untuk gastropoda yang berada di muara Sungai Pathok ditemukan jenis *Thiara pantherina* lebih dominan dengan kondisi sungai berbatu dan berpasir, serta kualitas dengan air yang jernih.

Indeks keanekaragaman jenis pada ke-empat lokasi di Danau Rawapening tertinggi di hulu Sungai Tuntang, berdasarkan analisis keanekaragaman jenis dari Shannon-Wiener dengan nilai 2,10 (kriteria sedang), indeks kemerataannya tinggi dan dominansinya rendah. Adapun di tiga lokasi muara Sungai Galeh indeks keanekaragamannya sebesar 1,02, muara Sungai Pathok memiliki indeks keanekaragamannya sebesar 1,08, dan muara Sungai Muncul indeks

keanekaragamannya sekitar 1,82, ketiga lokasi ini indeks keanekaragamannya termasuk kategori rendah ( lebih kecil dari 2,0), perlu diketahui bahwa indeks kemerataan di Muncul lebih merata dan dominansinya rendah, tetapi untuk jumlah jenisnya lebih rendah daripada di lokasi hulu Sungai Tuntang.

Keanekaragaman jenis gastropoda di perairan hulu Sungai Tuntang termasuk kriteria sedang , hal ini sangat menarik untuk didiskusikan, karena berdasarkan faktor fisikokimia dengan dasar /sedimen perairan yang hitam pekat dan berbau menyengat , pH air 5 lebih rendah , tetapi memiliki keanekaragaman jenis paling tinggi. Ada kemungkinan bahwa jenis gastropoda di Bendung Tuntang selain tersedianya bahan makanan berupa detritus/hancuran bahan organik dan juga material kayu yang membusuk/rapuh menjadi tempat untuk mencari makan bagi gastropoda.

**Tabel 1. Jenis Gastropoda, Jumlah Individu, Indeks Keanekaragaman dan Faktor Fisikokimia di Danau Rawapening Kabupaten Semarang.**

No.	Jenis Gastropoda	Tuntang	Galeh	Pathok	Muncul	Total
1	<i>Bellamyajavanica</i>	168	13	0	10	191
2	<i>Melanoides tuberculata</i>	57	7	3	21	88
3	<i>Melanoides torulosa</i>	11	0	0	0	11
4	<i>Pupina sp</i>	24	0	0	16	40
5	<i>Pila ampulacea</i>	31	8	5	45	89
6	<i>Pila pulita</i>	28	0	0	12	40
7	<i>Pila scutata</i>	5	0	0	8	13
8	<i>Brotia testudinaria</i>	15	0	0	0	15
9	<i>Thiara pantherina</i>	3	0	37	0	40
10	<i>Thiara convelata</i>	5	0	8	4	17
11	<i>Pomacea canaliculata</i>	3	94	0	0	97
12	<i>Anentome helena</i>	9	6	3	7	25
13	<i>Bradybaena similaris</i>	6	3	0	0	9
14	<i>Natica fasciata</i>	2	0	0	0	2
	Jumlah jenis	14	6	5	8	677
	Indeks keanekaragaman	2,10	1,02	1,08	1,82	
	Indeks kemerataan	0,70	0,57	0,67	0,87	
	Indeks dominasi	0,26	0,53	0,47	0,20	
	Bau / organoleptic	Busuk	Tawar	Tawar	Tawar	
	Warna air	Kecoklatan	Beming	Bening	Bening	
	pH	5	6	6	6	

Pada hulu Sungai Tuntang dengan indeks keanekaragaman tertinggi 2,10 (kriteria sedang), keadaan ini didukung oleh jumlah jenis yang lebih banyak dan jumlah individu tiap jenis gastropoda kemerataannya lebih tinggi, serta dominansinya rendah. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian dari Prabandini et al.(2021) bahwa jenis gastropoda di Rawapening ditemukan 5 jenis gastropoda, dan indeks keanekaragaman jenisnya berkisar 0,71 -1,40 termasuk kategori rendah. Komunitas dengan keanekaragaman jenis yang tinggi didukung oleh banyaknya jenis dan jumlah individu tiap jenis/spesies relatif merata atau seragam. Keanekaragaman jenis yang berbeda dijumpai pada lokasi muara Sungai Galeh, muara

Sungai Pathok dan muara Sungai Muncul yang memiliki jumlah jenis dan jumlah individu lebih sedikit dibandingkan dengan lokasi Bendung Tuntang. Pada ketiga lokasi tersebut jumlah individu setiap jenis tidak merata.

Jenis gastropoda *Melanoides tuberculata* dan *Pila ampulacea* ditemukan di semua tipe lokasi habitat air tawar, yaitu di perairan dari perbukitan/gunung, persawahan, pemukiman dan di pembuangan air danau (outlet) yang mana lokasi ini pHnya rendah dan lebih tercemar. Hal ini menunjukkan kemampuan untuk beradaptasi terhadap kondisi perairan. Menurut Purnama et al. (2022) bahwa *Melanoides tuberculata* mampu hidup di semua tipe habitat air tawar. Berdasarkan hasil penelitian di Perairan Rawapening, keberadaan *Melanoides tuberculata* cenderung menyukai perairan yang mengalir daripada perairan yang tergenang, hal ini didukung dari penelitian Galan et al. (2015) bahwa *Melanoides tuberculata*, *Thiara granifera* dan *Planorbis* sp hanya ditemukan di perairan mengalir.

## KESIMPULAN

Danau Rawapening dan sungai yang berada di sekeliling danau (inlet maupun outlet) memiliki kekayaan jenis sebanyak 14 jenis (spesies), dan kehadiran jenis gastropoda tertentu memiliki habitat dengan kondisi perairan yang berbeda-beda, hal ini menjadi bioindikator lingkungan perairan dengan jenis bahan pencemar yang berbeda. Indeks keanekaragaman jenis gastropoda di Danau Rawapening termasuk kategori rendah sampai kategori sedang. Indeks pemerataan tinggi di Muara Sungai Muncul dan hulu Sungai Tuntang, dan untuk dominansinya termasuk kategori rendah di hulu Sungai Tuntang dan muara Sungai Muncul.

## DAFTAR PUSTAKA

- Galan, G.I., M.M. Edisa, M.S Servasque & H.C. Porquis, (2015). Diversity of Gastropods in the Selected River and Lakes in Bukidnon. *International Journal of Environmental Science and Development*. 6(8): 615 -619.
- Gittenberger, E., P. Leda, K. Wangdi & S. Sherub. (2017). Bhutan Freshwater Gastropods and Trematodes, with a Warning. *Biodiversity Journal* 8(4):
- Neubauer, T.A., (2021). Extinction Risk is Linked to Lifestyle in Freshwater Gastropods. *Diversity and Distributions*. 27(12): 2357 -2368.
- Permana, Y. H., R. S. Wahyuni & I.S. Sari, (2020). Penguatan Strategi Pengembangan Kawasan Agropolitan Berbasis Peningkatan Daya Saing Produk Agribisnis Unggulan di Kabupaten Semarang
- Prabandini, F.A., Siti Rudiyananti & W. T. Taufani. (2021). Analisis kelimpahan dan keanekaragaman gastropoda sebagai indikator kualitas perairan di Rawapening *Pena akuantika* .20 (1) : 93-101
- Pratiwi, Niken T. M., M. Krisanti, S. Norsiyamah, I. Maryanto, R. Ubaidillah & M. Noerdjito. (2014). Ayo Kenali Kualitas Air Sungai di Sekitarmu. Bogor : P2- Biologi LIPI – Lab. Proling MSP-FPIK-IPB.
- Purbasari, Attika. (2020). Keanekaragaman dan Distribusi Gastropoda di Rawapening, Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Skripsi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Purnama, F.M., L.O.M.J. Sirsa, S.F. Sari, Salfiyah, Haslianti, Abdullah, Suwarjoyowirayatno, M.N. Findra, Nurhikma, A. Agriansyah, H. Hidayat Syukur & K. Anwar., (2022). Diversity Report of Freshwater Gastropods in Buton Island, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(4):1938 -1949.
- Swaminathan, R., N. Karthick & R. Venktesan, (2017). Studies on the Distribution Pattern

## PENGATURAN PEMANFAATAN DAN PEREDARAN IKAN HIU DAN PARI DI WILAYAH PULAU SULAWESI

S Wardono<sup>1</sup>, G Hehanussa<sup>2</sup>, S Pranoto<sup>1</sup>, H Haruna<sup>2</sup>, G Aries<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sekretariat Ditjen Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan

<sup>2</sup> Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Makassar, Kementerian Kelautan dan Perikanan

<sup>3</sup> Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jakarta.

\*Email: sukowardono@yahoo.com

### ABSTRAK

Tingginya pemanfaatan ikan hiu dan pari menyebabkan ketersediaannya mulai berkurang bahkan ada yang sudah mulai punah, sehingga beberapa jenis hiu dan pari dilindungi menurut peraturan perundangan nasional dan Konvensi Internasional. Salah satu bentuk pengendalian tersebut adalah penerbitan dokumen perizinan atas pemanfaatan dan peredaran jenis ikan tersebut melalui pungutan PNBPN. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran atas perizinan dan PNBPN yang dihasilkan dari pemanfaatan dan peredaran ikan hiu dan pari di wilayah Sulawesi. Metode pengumpulan data melalui pencatatan, identifikasi jenis dan dokumentasi pada kegiatan lalu lintas perdagangan jenis ikan dilindungi dan/atau jenis yang tercantum dalam Appendix CITES serta jenis yang mempunyai kemiripan (look alike spesies) di Wilayah Sulawesi pada kurun waktu tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 132 surat rekomendasi pemanfaatan hiu dan pari dengan komposisi 167,78 ton daging hiu, 41,062 ton sirip, 0,86 ton kulit dan 27 hiu/pari hidup; dan surat angkut jenis ikan sebanyak 29 surat dari peredaran hiu sebanyak 21.004,65 ton dan pari sebanyak 1.633,97 ton. Nilai PNBPN yang diperoleh atas pemanfaatan perdagangan jenis ikan sebesar Rp355.466.793,00 dengan perincian 82% dari PNBPN Rekomendasi DN, 11% dari PNBPN surat angkut jenis ikan dalam negeri dan 7% dari PNBPN rekomendasi LN. Penelitian ini memberikan informasi jenis ikan hiu dan pari yang sudah dimanfaatkan dan kontribusi PNBPN yang telah dihasilkan.

**Kata Kunci :** Dilindungi, Pengendalian, Peredaran, Sulawesi.

### PENDAHULUAN

Hiu dan pari (*Elasmobranchii*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang penting di Indonesia. Indonesia tercatat sebagai negara dengan produksi perikanan hiu dan pari terbesar dan diyakini memiliki kekayaan jenis hiu dan pari tertinggi di dunia (Utami *et al.*, 2014). Permintaan pasar dunia terhadap hasil produksi *Elasmobranchii* seperti sirip, kulit, dan minyak hati, telah memacu upaya industri perikanan di dalam negeri dan di mancanegara untuk mengejar sasaran produksi. Total tangkapan ikan *Elasmobranchii* di Indonesia mencapai 121.750 ton pada tahun 2004, yang terdiri atas 59.230 ton hiu (*Shark*) dan 62.520 ton pari (*Elasmobranchii*). Secara rerata, tangkapan tahunan untuk ikan hiu (*Shark*) telah menurun 0,96%, akan tetapi terjadi peningkatan penangkapan untuk pari (*Elasmobranchii*) rerata setiap tahun 6,94% (DGCF, 2005). Dengan jumlah total tangkapan tersebut, Indonesia telah dikenal sebagai negara dengan total produksi ikan *Elasmobranchii* tertinggi di dunia (TRAFFIC, 2002). Sehingga, perikanan *Elasmobranchii* di Indonesia telah menjadi perhatian dunia yang peduli terhadap keberlangsungan sumber daya ikan hiu dan pari. Di dalam usaha perikanan tersebut, hampir semua bagian tubuh hiu dan pari dimanfaatkan mulai dari sirip, daging, jeroan, tulang, gigi, kulit bahkan hingga limbah olahan.

Nilai ekonomi yang tinggi dari penjualan sirip hiu juga memacu para pedagang untuk menjual di pasaran (Hardiningsih, dkk., 2017). Hal ini jika diteruskan maka menimbulkan dampak bahaya bagi lingkungan yaitu hilangnya predator utama dalam rantai makanan yang tentunya akan berdampak bahaya bagi kelangsungan hidup manusia. Oleh karena itu, penerapan peraturan pemerintah sangat diperlukan. Penelitian Easteria, *et al.* (2018) di Provinsi Bali menunjukkan tingkat penangkapan dan jual beli ikan hiu dilakukan oleh 40% nelayan dan 50% kelompok pengepul. Hal ini dikarenakan ikan hiu dimintai oleh banyak konsumen dan harga jualnya yang cukup tinggi.

Tingginya pemanfaatan hiu dan pari menyebabkan ketersediaan sumber daya ikan hiu dan pari mulai berkurang bahkan ada yang sudah mulai punah, oleh karena itu beberapa jenis hiu dan pari dilindungi menurut peraturan perundangan nasional dan Konvensi Internasional. Beberapa penelitian status konservasi ikan hiu dan pari telah dilakukan di beberapa lokasi. Penelitian Setiati, dkk. (2020) di Pantai Utara Jawa Tengah menunjukkan dari 10 (sepuluh) jenis ikan pari yang didaratkan, 3 (tiga) spesies termasuk kategori *Critically endangered* (CR) atau sangat terancam. Penelitian Marasabessy (2021) di Kota Sorong menunjukkan dari 3 (tiga) jenis ikan pari yang didaratkan, semuanya termasuk kategori CR. Serta penelitian Setiati, dkk. (2020) di Tegalsari Kota Tegal menunjukkan dari 10 (sepuluh) jenis ikan *Chondrichthyes*, satu jenis termasuk kategori EN (*endangered*).

Atas hal tersebut maka diperlukan pengaturan dan pengendalian terhadap peredaran pemanfaatan jenis ikan dimaksud. Bentuk pengendalian tersebut antara lain dengan membuat peraturan yang terkait pemanfaatan dan peredaran ikan hiu dan pari. Dengan terbitnya Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 61 Tahun 2018 tentang tentang Pemanfaatan Jenis Ikan yang Dilindungi dan/atau Jenis Ikan Yang Tercantum dalam *Appendiks Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES), peran Unit Pelaksana Teknis (UPT) pada Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) akan menjadi sangat besar dalam mengurus perizinan jenis ikan yang dilindungi dan *Appendiks* CITES, salah satunya Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makassar sebagai UPT dibawah Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, KKP, dengan wilayah kerjanya mencakup seluruh Pulau Sulawesi.

Perairan sekitar Sulawesi memiliki kelimpahan dan keragaman sumber daya ikan cukup tinggi, pengendalian peredaran dan pemanfaatan jenis ikan dilindungi di Pulau Sulawesi dilakukan oleh BPSPL Makassar. Sebagai bentuk kontribusi terhadap pelestarian sumberdaya ikan maka sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 2021 tentang Jenis dan Tarif PNBP yang Berlaku di KKP dan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 85 Tahun 2021 tentang Harga Patokan Pemanfaatan Jenis Ikan Dilindungi dan/atau Dibatasi Pemanfaatannya Dalam Perhitungan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak, selanjutnya pemanfaatan dan peredaran jenis ikan dilindungi dan/atau *Appendiks* CITES, serta jenis yang mempunyai kemiripan (*look alike species*) yang disyaratkan dokumen perizinan dan dikenakan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP). Penerapan aturan ini merupakan salah satu bentuk komitmen dalam menjaga keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya laut. Kajian ini dimaksudkan untuk menyampaikan informasi terkait pelaksanaan pengendalian dan pemanfaatan ikan hiu dan pari di wilayah Sulawesi.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif merupakan sebuah metode penelitian yang memanfaatkan data kualitatif dan dijabarkan secara deskriptif. Memperhatikan proses perizinan atas peredaran atas pemanfaatan hiu dan pari di wilayah Sulawesi dilakukan di Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makasar maka pengumpulan data dilakukan di BPSPL Makasar yang merupakan Unit Pelaksana Teknis Kementerian Kelautan dan Perikanan dengan wilayah kerja mencakup seluruh wilayah Sulawesi pada kurun waktu tahun 2021. Metode pengumpulan data dilakukan dengan identifikasi terhadap ketentuan aturan, pencatatan dan pendokumentasian pada kegiatan lalu lintas peredaran jenis hiu dan pari yang dilindungi dan/atau masuk *Appendiks* CITES serta jenis yang masuk dalam *look alike spesies*. Data yang diperoleh dari hasil pendataan akan diolah dan dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel serta uraian secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Pengaturan Pemanfaatan Jenis Hiu dan Pari yang Dilindungi dan/atau Masuk *Appendiks* CITES serta *Look Alike Spesies***

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 61/PERMEN-KP/2018 tentang Pemanfaatan Jenis Ikan yang Dilindungi dan/atau Jenis Ikan yang Tercantum dalam *Appendiks* CITES, pemanfaatan jenis ikan yang dilakukan melalui kegiatan perdagangan dibedakan menjadi 2 yaitu spesies dilindungi/*Appendiks* dan *look alike spesies* atau jenis yang memiliki kemiripan dengan jenis ikan yang dilindungi.

Dokumen perizinan yang disyaratkan adalah Surat Izin Pemanfaatan Jenis Ikan (SIPJI), Surat Angkut Jenis Ikan (SAJI) dan Sertifikat untuk Spesies Dilindungi/*Appendiks* serta Rekomendasi untuk *look alike spesies*. Di wilayah Sulawesi, pelaksanaan pemberian izin dan rekomendasi dilakukan oleh BPSPL Makasar, prosesnya diawali dengan pengajuan permohonan oleh pelaku usaha maupun perorangan, atas permohonan tersebut petugas layanan melakukan verifikasi, identifikasi dan pencatatan serta memberikan surat izin atau rekomendasi sesuai dengan ketentuan.

Sebelum surat izin atau rekomendasi diberikan, dilakukan pembayaran atas pungutan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) yang besarnya sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 2021 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis PNBP yang Berlaku pada KKP dan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 85 Tahun 2021 tentang Harga Patokan Pemanfaatan Jenis Ikan Dilindungi dan/atau Dibatasi Pemanfaatannya Dalam Perhitungan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak.

### **Surat Rekomendasi Perdagangan dan Surat Angkut Jenis Ikan Surat Rekomendasi**

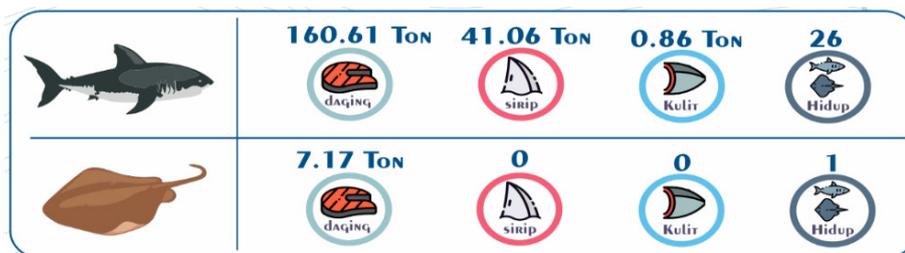
Surat Rekomendasi Hiu dan Pari dipersyaratkan untuk pengiriman hiu dan pari yang tidak dilindungi dan/atau memiliki kemiripan dengan jenis yang dilindungi (*look alike spesies*). Di tahun 2021, jumlah total Surat Rekomendasi Hiu dan Pari yang sudah diterbitkan oleh BPSPL Makassar sebanyak 132 Surat Rekomendasi dengan rincian 123 Surat Rekomendasi Hiu, 2 Surat Rekomendasi Pari, dan 7 Surat rekomen-

dasi Hiu dan Pari. Produk hiu dan pari yang dikirimkan dalam dan keluar wilayah kerja BPSPL Makassar melalui Surat Rekomendasi selama tahun 2021 antara lain: daging, sirip, kulit, dan produk hidup.

**Tabel 1. Jenis produk pemanfaatan hiu dan pari di Sulawesi**

No	Gambar	Nama Produk	Keterangan
1		Sirip	Berupa potongan sirip <i>dorsal</i> , <i>pectoral</i> , <i>caudal</i>
2		Kulit pari kering	Kulit pari bagian tengah yang diproses untuk bahan baku kerajinan kulit.
3		daging	Potongan hiu/pari tanpa kepala, sirip, dan isi perut.
4		Hiu/pari hidup	Hiu/Pari hidup untuk akuarium

Dari keempat produk hiu dan pari tersebut, yang paling banyak dikirimkan pada tahun 2021 yaitu produk daging. Adapun komposisi jumlah masing-masing produk yang dilalulintaskan yaitu 167,78 ton daging, 41,062 ton sirip, 0,86 ton kulit dan 27 ekor hiu/pari hidup.



**Gambar 1. Jumlah tiap produk hiu dan pari yang dikirimkan selama tahun 2021**

Jumlah produk hiu dan pari yang terkirim pada tahun 2021 mengalami penurunan dibandingkan dengan jumlah pengiriman produk pada tahun 2020. Produk daging dan produk hidup mengalami penurunan, sedangkan produk sirip dan kulit mengalami peningkatan secara total walaupun produk sirip mengalami penurunan untuk tujuan ekspor. Untuk perbandingan jumlah produk yang dikirimkan antara tahun 2020 dan tahun 2021 dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2. Jumlah produk yang dikirimkan tahun 2020 dan 2021**

No	Jenis Produk	Tahun 2020			Tahun 2021		
		Lokal	Ekspor	Total	Lokal	Ekspor	Total
1	Sirip	7.8 Ton	25.8 Ton	33.6 Ton	15.86 Ton	25.2 Ton	41.06 Ton
2	Daging	176.9 Ton	-	176.9 Ton	167.78 Ton	-	167.78 Ton
3	Kulit	0,44 kg	-	0,44 kg	0.86 Ton	-	0.86 Ton
4	Hidup	40 ekor	-	40 ekor	26 ekor	1 ekor	27 ekor

Spesies Hiu dan Pari yang teridentifikasi melalui penerbitan surat rekomendasi sebanyak 26 jenis Hiu dan 7 jenis Pari yang dilalulintaskan selama tahun 2021. Jenis hiu yang paling dominan adalah *Carcharhinus limbatus* dengan jumlah produk sebanyak 108.184,96 Kg, sedangkan untuk pari yang dominan adalah jenis *Taeniura lymma* dengan jumlah produk sebanyak 4.857,2 Kg. Berikut semua jenis dan jumlah produk hiu dan pari yang telah dilalulintaskan:

**Tabel 3. Jumlah produk hiu dan pari yang dikirimkan tiap spesies**

No	Spesies Hiu	Jumlah Produk (Kg)	Jumlah Produk
1	<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	2286.24	
2	<i>Carcharhinus brevipinna</i>	17798.64	
3	<i>Carcharhinus leucas</i>	2236.24	
4	<i>Carcharhinus limbatus</i>	108184.96	
5	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	4287.94	
6	<i>Carcharhinus obscurus</i>	733.37	
7	<i>Galeocerdo cuvier</i>	35602.76	
8	<i>Prionace glauca</i>	18689.51	
9	<i>Triacnodon obesus</i>	2038.45	
10	<i>Hemipristis elongata</i>	985.32	
11	<i>Carcharhinus altimus</i>	21.9	
12	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	205.34	
13	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	66.52	
14	<i>Stegostoma fasciatum</i>	64	4
15	<i>Chiloscyllium punctatum</i>	147	
16	<i>Carcharhinus sealei</i>	157.28	
17	<i>Carcharhinus signatus</i>	1016.98	
18	<i>Carcharhinus amblyrhynchus</i>	1783.09	
19	<i>Carcharhinus tjujot</i>	20.74	
20	<i>Paragaleus tengi</i>	1527.2	
21	<i>Negaprion brevirostris</i>	16.76	
22	<i>Centrophorus sp</i>	0.13	
23	<i>Nebrius ferrugineus</i>	255.56	21
24	<i>Carcharhinus amblyrhynchoides</i>	36.6	
25	<i>Stegostoma tigrinum</i>		1
26	<i>Scoliodon macrochynchos</i>	0.45	

No	Spesies Pari	Jumlah Produk (Kg)	Jumlah Produk
1	<i>Pateobatis jenkinsii</i>	4480.6	
2	<i>Taeniurops meyeri</i>	95.5	
3	<i>Neotrygon orientalis</i>	2000	
4	<i>Potamotrygon sp</i>		1
5	<i>Dasyatis cf us hiei</i>	68.54	
6	<i>Taeniura lymma</i>	4857.2	
7	<i>Himantura uarnak</i>	37.4	

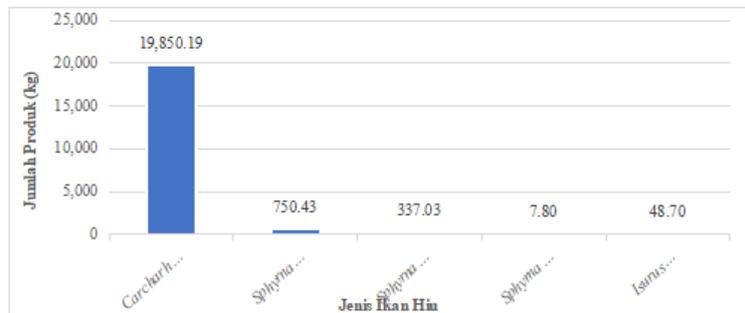
Dari 132 surat rekomendasi yang sudah diterbitkan didominasi untuk pengiriman produk hiu dan pari lintas pulau atau di dalam negeri dengan Kota Surabaya sebagai tujuan pengiriman terbanyak. Sedangkan untuk tujuan ekspor produk hiu dan pari yang berasal dari wilayah Sulawesi hanya ada dua tujuan yaitu Hongkong dan Singapura.



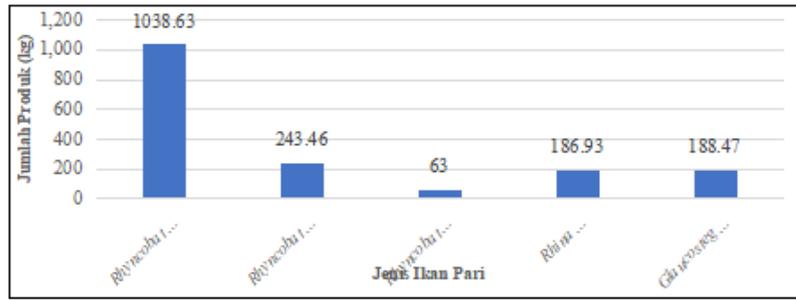
**Gambar 2. Prosentase tujuan lalu lintas pengiriman produk hiu dan pari dalam negeri dan luar negeri**

### Surat Angkut Jenis Ikan (SAJI)

Dokumen SAJI dipersyaratkan untuk pengiriman produk hiu dan pari yang masuk dalam *Appendiks II CITES*. Pengiriman menggunakan dokumen SAJI di BPSPL Makassar dimulai pada Bulan Mei tahun 2021. Hal ini dikarenakan para pelaku usaha baru mendapatkan SIPJI yang menjadi persyaratan dalam pengiriman jenis ikan dilindungi pada bulan tersebut. Perizinan Hiu dan Pari yang telah diterbitkan oleh BPSPL Makassar mulai dari Mei sampai dengan Desember 2021 adalah sebanyak 29 SAJI. Rincian 29 SAJI yang telah dilalulintaskan adalah 25 (dua puluh lima) SAJI Luar Negeri (LN) dan 4 (empat) SAJI Dalam Negeri (DN). Penerbitan SAJI paling banyak berasal dari Sulawesi Selatan dengan total sebanyak 23 SAJI dengan 22 SAJI LN tujuan Hongkong dan 1 SAJI DN tujuan Medan. Jumlah produk yang dilalulintaskan sebanyak 21.587,69 Kg untuk Produk Sirip Kering tujuan Hongkong dan 1.126,95 Kg untuk tujuan dalam negeri yaitu Medan. Jenis hiu *Appendiks II* yang paling banyak dilalulintaskan adalah *Carcharhinus falciformis* sebanyak 19.850,19 Kg. Sedangkan untuk pari *Appendiks* sebanyak 6 spesies dengan jumlah pengiriman terbanyak adalah *Rhynchobatus Australiae* sebanyak 1.038,63 Kg.



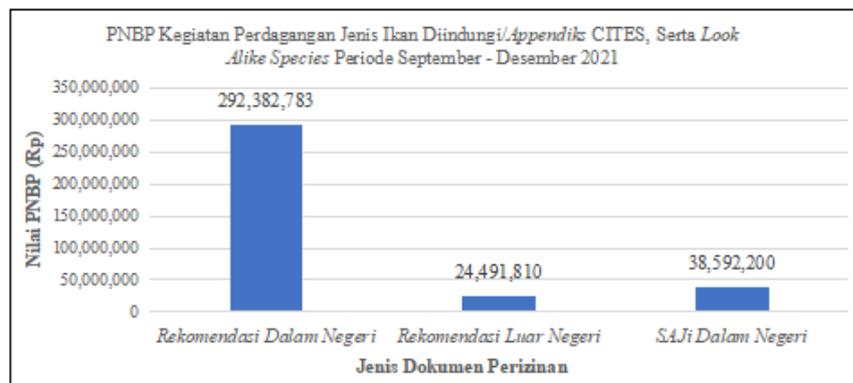
**Gambar 3. Komposisi jenis hiu Appendiks CITES yang dilalulintaskan dari wilayah Sulawesi**



Gambar 4. Komposisi jenis pari *Appendiks* CITES yang dilalulintaskan

### 3.3 Pungutan Negara Bukan Pajak (PNBP)

Hasil rekapitulasi Pungutan PNBP selama tahun 2021 adalah sebanyak Rp355.466.793,00 dengan perincian Rp292.382.783,00 berupa PNBP rekomendasi dalam negeri (82%), Rp38.592.200,00 berupa PNBP surat angkut jenis ikan dalam negeri (11%), dan Rp24.491.810,00 berupa PNBP rekomendasi luar negeri (7%). Angka pungutan PNBP ini memang belum maksimal karena aturan atas pungutan PNBP mulai diberlakukan pada Bulan September 2021 yaitu sejak implementasi dari Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 2021 Tentang Jenis dan Tarif Atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku Pada Kementerian Kelautan dan Perikanan. Peraturan Pemerintah ini adalah revisi dari Peraturan Pemerintah Nomor 75 Tahun 2015.



Gambar 5. Penerimaan Negara Bukan Pajak dari Kegiatan Perdagangan Hiu dan Pari di Wilayah Sulawesi Tahun 2021

## KESIMPULAN

Pengaturan pemanfaatan dan peredaran ikan hiu dan pari di wilayah Pulau Sulawesi telah dilakukan oleh BPSPL Makassar melalui proses layanan pemberian izin dan rekomendasi. Berdasarkan data layanan perizinan selama tahun 2021 telah dikeluarkan 132 Surat Rekomendasi untuk 26 jenis Hiu dan 7 jenis Pari. Jenis hiu yang paling dominan adalah *Carcharhinus limbatus* dengan jumlah produk sebanyak 108.184,96 Kg, sedangkan untuk pari yang dominan adalah jenis *Taeniura lymma* dengan jumlah produk sebanyak

4.857,2 Kg. Surat rekomendasi terbanyak diberikan untuk lalu lintas tujuan dalam negeri dengan Kota Surabaya. Sedangkan dokumen SAJI yang dikeluarkan adalah sebanyak 29 SAJI dengan perincian 25 (dua puluh lima) SAJI Luar Negeri (LN) dan 4 (empat) SAJI Dalam Negeri (DN). Penerbitan SAJI paling banyak berasal dari Sulawesi Selatan dengan total sebanyak 23 SAJI dengan 22 SAJI LN tujuan Hongkong dan 1 SAJI DN tujuan Medan. Jumlah produk yang dilalulintaskan sebanyak 21.587,69 Kg untuk Produk Sirip Kering tujuan Hongkong dan 1.126,95 Kg untuk tujuan dalam negeri yaitu Medan. Jenis hiu *Appendiks II* yang paling banyak dilalulintaskan adalah *Carcharhinus falciformis* sebanyak 19.850,19 Kg.

Atas pelaksanaan pengaturan peredaran dan pemanfaatan hiu dan pari telah memberikan kontribusi PNBP sebesar Rp355.466.793,00 dengan perincian 82% dari PNBP rekomendasi dalam negeri, 11% dari PNBP surat angkut jenis ikan dalam negeri dan 7% dari PNBP rekomendasi luar negeri.

Selanjutnya untuk mengetahui manfaat implementasi penerbitan perizinan dan pungutan PNBP, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sejauh mana dampaknya atas perlindungan jenis ikan hiu dan pari yang dilindungi dan dibatasi pemanfaatannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- DGCF, (2005), *Capture fisheries statistics of Indonesia, 1999-2004*, Jakarta, Directorate General of Capture Fisheries
- Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut, Ditjen PRL, (2015), *Rencana Aksi Nasional (RAN) Konservasi dan Pengelolaan Hiu dan Pari*. Jakarta : Kementerian Kelautan dan Perikanan. 84 pp.
- Hardiningsih, W., Hari P., & Emmy L., (2017), Dampak Ketiadaan Pengaturan Kuota Ekspor Hiu Tikus (*Alopias ssp.*) di Indonesia. *Jurnal Padjajaran Ilmu Hukum*. 4(3): 558-605. ISSN 2460-1543.
- Marasabessy, I. (2021). Identifikasi Jenis dan Status Konservasi Ikan Pari yang Diperdagangkan Keluar Kota Sorong pada Loka Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Sorong. *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*. 3(1): 290-302. ISSN 2686-0813.
- Last, Peter R. (2010), *Sharks and Rays of Borneo*, The National Library of Australia Cataloguing-in-Publication entry. Australia: CSIRO Publishing. 306 pp.
- Easteria, G., Yuneni, R.R., and Pinandita, L.K., (2018), Pemanfaatan Produk Hiu dan Distribusinya di Provinsi Bali. *Prosiding Simposium Nasional Hiu pari Indonesia Ke-2 Tahun 2018*.
- Setiati, N., Indriyanti, D.R., N.A., Partaya (2020). Status Kepunahan dan Upaya Konservasi Jenis-Jenis Ikan Chondricytes yang Teridentifikasi di TPI Tegalsati, Kota Tegal. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, Vol. 5 (1): 34-41, ISSN 2527-3221.
- Setiati, N., Lestari, N.A., Partaya, Priyono, B (2020). Kajian Aspek Biologi dan Status

Kepunahan Ikan Pari yang Diperdagangkan di TPI Pantai Utara Jawa Tengah. *Artikel Pemakalah Paralel*: ISSN 2527-533X.

Veron, J. E. N., L. M. Devantier, E. Turak, A. L. Green, S. Kininmonth, M. Stafford-Smith, dan N. Peterson, (2009). *Delineating the Coral Triangle* (Menguraikan Segitiga Terumbu Karang), *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies* (Jurnal Kajian Terumbu Karang) 11:91–100.

Traffic. (2002). *A cites priorities: shark and the twelfth meeting of the conference of the parties to CITES*. Santiago Chile: IUCN and TRAFFIC Brienfinf Document. P 2 (Online) Available at: [http://www.traffic.org/news/sharks Co P12.pdf](http://www.traffic.org/news/sharks_Co_P12.pdf). Accessed 6 February 2004.

Utami. M. N. S, S. Redjeki dan N. T. SPJ. 2014. Studi Biologi Ikan Pari (*Dasyatis* sp) di TPI Agung Rembang. Semarang : Universitas Diponegoro. Vol. 2 (3) : 79-85

White, W.T., Last, P.R., Stevens, J.D., Yearsley, G.K., Fahmi & Dharmadi, (2006), *Economically Important Sharks and Rays of Indonesia*. Canberra : ACIAR Monograph Series, No.124, ACIAR Publishing. 329 pp.

