

## UJI EFEKTIVITAS PESTISIDA ORGANIK CAIR TERHADAP BAKTERI PATOGEN YANG MENYERANG DAUN TANAMAN PEPAYA (*Carica papaya* L.)

Ayu Paraswati Kusuma Dewi<sup>1</sup>, Erma Suryanti<sup>1</sup>, Risa Rosita<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung 35365, Indonesia

<sup>2</sup>Science Innovation Technology Department, SEAMEO BIOTROP, Bogor 16134, Indonesia

\*Penulis korespondensi, e-mail: [risa@biotrop.org](mailto:risa@biotrop.org)

### Abstrak

Bakteri patogen dapat menyebabkan daun tanaman menjadi kasar, daun pepaya menjadi gugur, tulang daun mengerut serta terdapat bercak kuning kecoklatan. Perlu dilakukan pengendalian dengan memberikan pestisida organik, salah satunya terbuat dari asap cair tempurung kelapa untuk membasmi serta membunuh penyakit yang mengganggu tanaman pepaya. Tujuan penelitian ini adalah mengisolasi bakteri patogen yang menyerang daun tanaman pepaya serta mengetahui dampak dari pemberian pestisida organik cair dalam menghambat gejala bakteri patogen pada daun tanaman pepaya. Tahapan dari penelitian ini yaitu survei dan sampling lokasi pengambilan sampel daun tanaman pepaya, praisolasi, isolasi, peremajaan bakteri, identifikasi bakteri yang meliputi morfologi koloni, bentuk sel, uji pewarnaan gram, uji hipersensitivitas, uji postulat koch, dan uji efektivitas pestisida organik pada tanaman pepaya. Bakteri patogen yang menyebabkan nekrotik tinggi pada daun pepaya dan memiliki karakteristik morfologi serta gejala penyakit yang sama dengan isolat awal pada tanaman pepaya yaitu BP4. Dampak pemberian pestisida organik Liqcorist pada konsentrasi 12% tidak memberikan pengaruh karena konsentrasi pestisida yang rendah kurang efektif. Pada konsentrasi 15% memiliki tingkat efektivitas yang baik, karena mampu mengendalikan penyakit akibat serangan bakteri patogen pada tanaman pepaya. Sedangkan pada konsentrasi 17% tidak memberikan pengaruh karena tingginya konsentrasi yang diberikan dapat mengakibatkan fitotoksisitas pada daun tanaman pepaya (*Carica papaya* L.).

**Kata kunci:** bakteri patogen, pestisida organik cair, tanaman pepaya

### PENDAHULUAN

Tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) pada proses budidayanya terdapat salah satu permasalahan yang dihadapi oleh para petani maupun masyarakat yakni adanya bakteri patogen yang menyebabkan daun tanaman menjadi kasar, berguguran, tulang daun mengerut serta terdapat bercak kuning kecoklatan pada daun, dan dapat mengakibatkan kematian pada tanaman (Karanja, 2021). Adapun bakteri yang biasanya menyerang antara lain virus mosaik pepaya, virus bercak cincin pepaya, hawar daun bakteri disebabkan oleh bakteri *Erwinia papaya*, layu bakteri *Bacterium papayae* (*Ralstonia solanacearum*) disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas solanacearum*, dan penyakit bintik bakteris disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas caricapapayae* (Simatupang, 2008).

Upaya pengendalian penyakit bakteri patogen pada tanaman pepaya yaitu dengan pemberian pestisida. Pada umumnya pestisida kimia digunakan untuk membasmi penyakit pada tanaman karena mudah didapatkan dan efektif. Namun, penggunaan pestisida kimia secara terus menerus dapat berdampak buruk bagi lingkungan, serta berbahaya jika tanaman tersebut dikonsumsi oleh masyarakat (Astuti, 2016). Penelitian ini menggunakan pestisida organik cair yang dibuat dari asap cair tempurung kelapa asal SEAMEO BIOTROP yang berfungsi untuk membasmi bakteri patogen pada daun tanaman pepaya. Penggunaan pestisida organik cair lebih ramah lingkungan, karena bahan organik mudah terurai, tidak beracun sehingga dapat menggantikan pestisida kimia (Isa, 2019).

Pada penelitian dilakukan pengujian terkait tingkat efektivitas pestisida organik cair Liqcorist yang terbuat dari asap cair tempurung kelapa dapat menghambat pertumbuhan penyakit dan daya hidup sel mikroba karena memiliki kandungan senyawa antimikroba (Pangestu, 2014). Salah satu kandungan dari asap cair tempurung kelapa yaitu asam asetat dan senyawa fenol yang mampu dalam membasmi bakteri, karena memiliki sifat bakteri statis yang tinggi sehingga mampu menghambat

bakteri dalam berkembangbiak (Pinardi, 2018). Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan bagi para petani maupun masyarakat yang tanamannya terserang penyakit patogen dengan dilakukan penanganan dan pengendalian menggunakan pestisida organik cair Liqcorist.

## METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2022 sampai dengan April 2023. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biosistem Lanskap dan Manajemen, Rumah Kaca, SEAMEO BIOTROP, Bogor. Laboratorium Mikrobiologi, Rumah Kaca, Institut Teknologi Sumatera.

**Alat dan Bahan.** Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung ukur, tabung erlenmeyer, tabung reaksi, tabung duran, rak tabung, beaker glass, pinset, magnetic stirrer, hot plate, kain kasa, kapas, tisu, microtips, mikropipet, batang L, plastik tahan panas, plastik wrap, pinset, jarum ose, kaca preparat, pestle, box plastik, gunting, polybag, bunsen, korek api, alumunium foil, curter, sekop/cangkul, botol spray, botol kaca, sedotan, jarum suntik, kuas, neraca analitik mettler, hand sprayer, autoclave tomy SX 500, laminar air flow thermo scientific heraguard 0,9, oven 32L memmert UN30, water bath memmert WNB 14 with shaker, mikroskop stereo dan mikroskop binokuler. Bahan yang digunakan penelitian adalah daun tanaman pepaya yang bergejala (terdapat bercak) menunjukkan adanya bakteri, aquades steril, Pestisida Organik Cair (SEAMEO BIOTROP), *Soybean Casein Digest Medium (Tryptone Soya Broth)*, Agar, Alkohol 70%, Alkohol 95%, larutan NaCl Fisiologis 0,85%, spiritus, media tanah, benih tanaman pepaya, pupuk NPK mutiara (16:16:16), tanaman tembakau, safranin, kristal violet, dan iodine.

**Survei dan Sampling Lapangan.** Sampling dilakukan pada bulan juni 2022 di SMKN PP CIANJUR, Jawa Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif eksploratif dengan cara purposive sampling untuk pengambilan sampel penyakit pada daun tanaman pepaya.

**Praisolasi.** Daun tanaman pepaya yang terserang penyakit dibawa ke laboratorium dan dilakukan praisolasi dengan tahapan disiapkan wadah tertutup dan dibersihkan menggunakan alkohol 70%. Tisu disusun di dalam wadah dengan ketebalan 0,5 cm dan diberi aquades steril hingga menjadi lembab, lalu sedotan disusun diatas tisu dan lapisinya dengan alumunium foil. Setelah itu, bunsen dihidupkan dan sampel daun berpenyakit diambil menggunakan pinset yang telah steril dan dimasukkan kedalam wadah. Wadah ditutup dan sekeliling wadah disemprot menggunakan alkohol agar tetap steril. Selanjutnya diinkubasi selama 1 minggu dengan suhu ruang (Rosita, 2022).

**Isolasi.** Sampel daun tanaman yang terdapat bercak dibersihkan menggunakan tisu yang telah diberi alkohol 70% lalu dibilas dengan aquades steril. Bercak daun dipotong sebesar 0,5 cm dan diletakkan pada media TSA. Daun yang terdapat bercak dipotong lalu ditimbang sebanyak 0,6 gr dan dimasukkan kedalam larutan NaCl Fisiologis (5,4 ml), kemudian di shaker selama 30 menit dengan kecepatan 170 rpm. Pengenceran dilakukan dengan tingkat  $10^{-1}$  sampai  $10^{-6}$ . Pada pengenceran tingkat  $10^{-4}$  sampai  $10^{-6}$  diambil sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan pada media TSA dan dilakukan penyebaran bakteri pada permukaan dengan menggunakan batang L agar mendapatkan kultur murni bakteri. Isolat bakteri diinkubasi dan diamati setiap hari selama 1 minggu (Darmayasa, 2008).

**Identifikasi Bakteri.** Isolat bakteri yang telah didapatkan kemudian diidentifikasi dengan cara dilakukan pengamatan secara morfologi. Adapun pengamatan secara morfologi yaitu dengan mengamati morfologi koloni meliputi bentuk koloni bakteri, tepi koloni, elevasi koloni, warna koloni dan mengamati bentuk sel bakteri dari setiap jenis bakterinya yakni *coccus*, *bacilli*, atau *spiral*.

**Uji Pewarnaan Gram.** Teknik pewarnaan gram dilakukan dengan cara kaca preparat dibersihkan menggunakan alkohol dan dilewatkan beberapa kali pada nyala api bunsen sehingga bebas dari kotoran. Kaca preparat ditetesi aquades, kemudian isolat bakteri diambil dengan jarum ose dan dioleskan tipis pada kaca preparat. Isolat bakteri kemudian ditetesi kristal violet (1 menit). Kemudian ditetesi dengan larutan iodine (1 menit). Selanjutnya dilakukan dekolorisasi dengan

ditetesi alkohol 96% (30 detik), kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghentikan aktivitas dekolonisasi. Setelah itu ditetesi dengan safranin (1 menit), dicuci dengan air mengalir dan dibersihkan dengan tisu lalu dikering anginkan dan diamati dibawah mikroskop (Rahmatullah, 2021).

**Uji Hipersensitivitas.** Pengujian reaksi hipersensitivitas dilakukan dengan membuat suspensi bakteri dari biakan yang telah diinkubasi selama 48 jam, kemudian inokulum bakteri disuntikkan sebanyak 0,5 ml pada permukaan bawah daun tembakau yang berumur 3 bulan. Dalam pengaplikasiannya membutuhkan 2 tanaman tembakau untuk dilakukan pengujian hipersensitif, sebanyak 5x ulangan disetiap daun, serta terdapat kontrol dalam pengaplikasiannya yakni menggunakan aquades steril (Rosita, 2022). Gejala hipersensitivitas akan terlihat dalam kurun waktu 1 - 4 hari, reaksi positif terlihat jika pada bagian yang disuntik suspensi bakteri terjadi nekrotik pada daun (Suwarno, 2020).

**Uji Postulat Koch.** Tahapan yang dilakukan yaitu dengan menginokulasikan suspensi bakteri  $10^8$  sel/ml yang diduga patogen pada tanaman inang bakteri tersebut. Pengukuran jumlah bakteri  $10^8$  sel/ml dilakukan dengan melihat tingkat kekeruhan menggunakan standar McFarland 0,5 (Aviany, 2020). Suspensi bakteri  $10^8$  sel/ml yang telah dibuat disuntikkan pada permukaan bawah daun tanaman pepaya yang sehat sebanyak 0,5 ml (Rosita, 2022). Setelah gejala penyakit muncul dilakukan reisolasi, kemudian dibandingkan dengan gejala awal pada daun yang telah diisolasi (Firmansyah, 2016).

### **Uji Efektivitas Pestisida Organik terhadap Bakteri Penyebab Penyakit pada Tanaman Pepaya**

**Pembenihan dan Penanaman Tanaman Pepaya.** Benih pepaya yang digunakan adalah jenis benih pepaya California. Sebelum dilakukan penyemaian, benih pepaya direndam terlebih dahulu menggunakan air hangat selama 1 hari 1 malam. Selanjutnya polybag diberi lubang dan setiap polybag ditanami 1 benih tanaman. Setelah tanaman berusia 4 minggu dengan tinggi tanaman sekitar 12-20 cm. Tanaman pepaya dilakukan penyiraman satu kali sehari sampai media tanam cukup basah (Imanda, 2018). Dalam pemeliharaan bibit tanaman pepaya yang berumur 2 minggu dirawat dengan menyiram bibit dan juga memberikan pupuk NPK (16:16:16) berupa produk jadi yaitu pupuk mutiara dengan takaran 10 ppm (0,01 gr/L) setiap tiga hari selama 4 minggu (Rosita, 2020).

**Aplikasi Pestisida Organik Cair pada Tanaman Pepaya.** Dalam pengaplikasian pestisida organik cair ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL 1 Faktorial) yaitu dosis pemberian pestisida organik cair Liqcorist, dengan isolat bakteri yang diperoleh berdasarkan hasil dari beberapa pengujian dan faktor perlakuan konsentrasi (0%, 12%, 15%, dan 17%). Pestisida organik cair yang akan diaplikasikan pada tanaman pepaya dilakukan pengenceran:

- K : Kontrol yakni perlakuan tanpa penginjeksian bakteri patogen dan tanpa pemberian pestisida
- K0 : 0% yakni perlakuan dengan penginjeksian bakteri patogen dan tanpa pemberian pestisida
- K1 : 12% konsentrasi pengenceran 880 ml air : 120 ml pestisida organik cair
- K2 : 15% konsentrasi pengenceran 850 ml air : 150 ml pestisida organik cair
- K3 : 17% konsentrasi pengenceran 830 ml air : 170 ml pestisida organik cair.

Tanaman pepaya yang digunakan berumur 3 bulan. Sebelum dilakukan perlakuan pemberian pestisida organik cair dengan beberapa konsentrasi, tanaman pepaya terlebih dahulu diinjeksi dengan bakteri patogen. Kemudian tanaman pepaya yang akan diberikan perlakuan, dipilih berdasarkan tinggi tanaman yang sama dengan dilakukan pengukuran. Tanaman pepaya yang diberikan perlakuan dengan konsentrasi (0%, 12%, 15%, dan 17%) dilakukan pengulangan sebanyak 4x, dengan cara pestisida organik di semprotkan pada tanaman pepaya hingga basah secara merata. Pada setiap perlakuan diaplikasikan pestisida organik cair hingga merata ke seluruh permukaan daun yang telah terinfeksi bakteri patogen. Penyemprotan dilakukan sebanyak 2x per minggu. Selanjutnya tanaman pepaya dilakukan pengamatan dan perawatan setiap hari sampai penelitian selesai.

**Parameter Penelitian.** Parameter penelitian dilakukan dengan pengamatan setiap tanaman pepaya, adapun parameter yang perlu diamati yakni jumlah daun dengan cara menghitung jumlah daun pada setiap sampel tanaman yang akan dilakukan pengamatan (Karnilawati, 2018). Gejala penyakit pada daun pepaya dilakukan pengamatan dengan melihat gejalanya seperti daun terdapat bercak berwarna coklat, menguning, bintik-bintik pada daun, daun berkerut serta mengalami kematian (Sari, 2020).

### 2.5 Analisis Gejala Infeksi Penyakit dalam Menyerang Daun (%)

Tanaman pepaya yang telah diberikan perlakuan, dilakukan analisis gejala infeksi yang terjadi pada tanaman pepaya. Infeksi gejala penyakit diamati pada semua tanaman. Adapun pengukuran persentase dari infeksi gejala penyakit dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Rosita, 2022).



Gambar 3.1 Hasil uji hipersensitif pada daun tembakau menunjukkan tanda nekrotik

### Uji Postulat Koch

Uji postulat koch dilakukan untuk memastikan bahwa bakteri tersebut bersifat patogen yang menyebabkan penyakit pada tanaman pepaya (Soesanto, 2023). Pada pengujian postulat koch digunakan isolat bakteri konsentrasi  $10^4$  yang memiliki tingkat nekrotik tinggi yaitu BP4, BP5, dan BP8 karena daun menunjukkan bercak daun pada seluruh permukaan daun. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa isolat bakteri yang dinyatakan sama dengan yang diinokulasikan yaitu pada BP4, karena dapat dilihat dari bentuk serta warna koloninya sama dengan isolat awal, sehingga isolat bakteri tersebut yang digunakan dalam uji efektivitas pestisida organik. Menurut Wahyudi (2011) menyatakan bahwa bakteri patogen mampu menginfeksi daun tanaman pepaya melalui luka akibat penyuntikan isolat bakteri pada permukaan daun tanaman pepaya yang kemudian bakteri tersebut akan memproses perbanyakannya.

### Uji Efektivitas Pestisida Organik Liqcorist pada Tanaman Pepaya

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Intensitas Gejala Penyakit (IGP) Tanaman Pepaya setelah aplikasi penyemprotan pestisida organik Liqcorist setelah 31 hari aplikasi

Perlakuan	Intensitas Gejala Penyakit (IGP)		Persentase Kenaikan IGP (%)
	0 HSA	31 HSA	
Kontrol	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,00
Konsentrasi 0%	10,79±7,37 <sup>ab</sup>	36,52±4,80 <sup>a</sup>	25,72
Pestisida Liqcorist 12%	16,44±10,13 <sup>b</sup>	29,72±6,03 <sup>b</sup>	13,29
Pestisida Liqcorist 15%	20,38±6,98 <sup>b</sup>	2,92±0,79 <sup>b</sup>	-17,46
Pestisida Liqcorist 17%	15,24±8,48 <sup>b</sup>	34,10±9,37 <sup>b</sup>	18,86

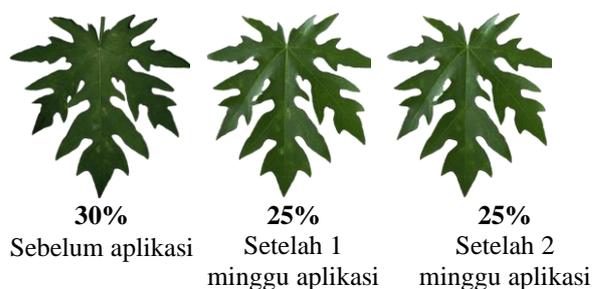
IGP = Intensitas Gejala Penyakit; HSA = Hari Setelah Aplikasi

\*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) berdasarkan uji Duncan

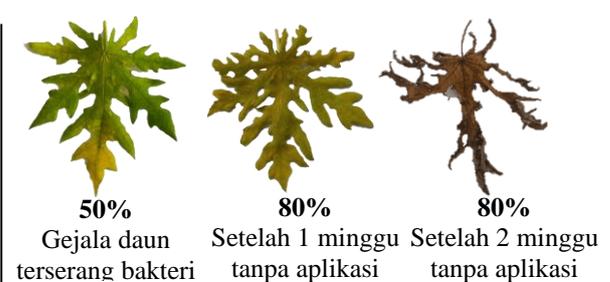
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) diperoleh bahwa setelah aplikasi (31 HSA), perlakuan penyemprotan pestisida memberikan pengaruh terhadap nilai intensitas gejala penyakit (IGP) dengan  $p$ -value sebesar 0,001 ( $p < 0,05$ ) (Tabel 3.2). Berdasarkan uji lanjut Duncan penyemprotan dengan menggunakan Pestisida Liqcorist 15% merupakan cara yang efektif dalam

mengendalikan bakteri patogen penyebab penyakit pada daun pepaya. Sementara itu, pada perlakuan kontrol intensitas gejala penyakit tidak mengalami peningkatan maupun penurunan atau dalam taraf yang normal, hal tersebut terjadi karena tanaman pepaya tidak menunjukkan adanya gejala penyakit. Selanjutnya pada perlakuan dengan konsentrasi 0% menunjukkan adanya peningkatan intensitas serangan penyakit, hal tersebut terjadi karena pada konsentrasi ini tidak dilakukan pengaplikasian pestisida organik Liqcorist sehingga serangan penyakit akan semakin meningkat serta dapat mengakibatkan kematian pada tanaman pepaya karena tidak adanya pengendalian serangan penyakit.

Pengendalian serangan penyakit dengan pestisida organik Liqcorist pada konsentrasi 12% menunjukkan konsentrasi yang rendah kurang efektif dalam membasmi penyakit pada tanaman pepaya. Menurut Noor (2014) menyatakan bahwa konsentrasi yang rendah menyebabkan menurunnya tingkat kepekatan zat aktif (seperti fenol dan asam asetat) karena tingginya kandungan air dalam pestisida. Sedangkan pada konsentrasi 17% dapat dikatakan kurang efektif karena menurut Anisah (2014) menyatakan bahwa pestisida memiliki kandungan asam asetat yang tinggi, sehingga jika pemberian konsentrasi terlalu tinggi maka akan menyebabkan semakin besar panas yang diterima dalam mengurai hemiselulosa dan selulosa menjadi senyawa asam. Adanya kandungan asam asetat yang terlalu tinggi mengakibatkan kerusakan pada kutikula, kerusakan pada membran sel serta jaringan sel pada daun akan terganggu, jaringan pada daun akan mengalami pengeringan dan metabolisme pada daun terhambat sehingga tumbuhan akan mengalami kematian (Prasetia, 2016). Selain asam asetat, pestisida organik mempunyai kandungan fenol yang dapat meracuni jaringan daun sehingga ketahanan tanaman menjadi lemah dan mudah terserang penyakit, oleh karena itu jika konsentrasi yang diberikan terlalu tinggi dapat menyebabkan fitotoksisitas atau keracunan pada tanaman (Matondang, 2022).



Gambar 3.2 Hasil Aplikasi Pestisida 15%



Gambar 3.3 Hasil Tanpa Aplikasi Pestisida

Intensitas gejala penyakit yang mengalami penurunan hanya pada perlakuan pestisida organik Liqcorist konsentrasi 15%, sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi tersebut efektif dalam mengendalikan serangan penyakit yang menyerang daun tanaman pepaya. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yakni Rosita (2022) yang menyatakan bahwa pestisida organik Liqcorist pada konsentrasi 15% mampu memberikan pengaruh yang baik, mampu dalam memperbaiki kondisi kesehatan tanaman yang sakit menjadi sehat, dapat mengendalikan serangan penyakit (Gambar 2). Adapun perbandingan pada perlakuan tanaman pepaya tanpa pemberian pestisida organik Liqcorist menunjukkan bahwa mengalami kenaikan serangan gejala penyakit yang menyebabkan kematian pada daun (Gambar 3).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan 1 isolat bakteri patogen yang menyebabkan nekrotik tinggi pada daun pepaya dan memiliki karakteristik morfologi serta gejala penyakit yang sama dengan isolat awal pada tanaman pepaya yaitu BP4. Dampak pemberian pestisida organik Liqcorist pada konsentrasi 12% tidak memberikan pengaruh karena konsentrasi pestisida yang rendah kurang efektif. Pestisida organik cair Liqcorist pada konsentrasi 15% memiliki

tingkat efektivitas yang baik, karena mampu mengendalikan penyakit akibat serangan bakteri patogen pada tanaman pepaya. Sedangkan pada konsentrasi 17% tidak memberikan pengaruh karena tingginya konsentrasi yang diberikan dapat mengakibatkan fitotoksisitas pada daun tanaman pepaya (*Carica papaya* L.).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, M.A., dan Alfarisi, M.H. (2016). Uji Patogenisitas Patogen Hawar Daun pada Tanaman Kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl.) di Persemaian Permanen BPDAS Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 7(2), 115-124.
- Isa, I., Musa, W.J.A., dan Rahman, S.W. (2019). Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Organik Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera Litura* F.). *Jamb.J.Chem*, 1(1), 15-20.
- Kurniawati, F., Nursipa, N.T., dan Munif, A. (2020). Nematoda Puru Akar pada Seledri (*Apium graveolens* L.) dan Pengendaliannya Menggunakan Bakteri Endofit Secara In Vitro. *Agrovigor*, 13(1), 70-81.
- Noor, E., Luditama, C., dan Pari, G. (2014). Isolasi dan Pemurnian Asap Cair Berbahan Dasar Tempurung dan Sabut Kelapa secara Pirolisis dan Distilasi. *Prosiding Konferensi Nasional Kelapa VIII*.
- Pangestu, E., Suswanto, I., dan Supriyanto. (2014). Uji Penggunaan Asap Cair Tempurung Kelapa dalam Pengendalian *Phytophthora* sp. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao Secara In Vitro. *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*, 4(2), 39-44.
- Rosita, R., Imran, Z., Eris, D.D., Widayanti, S., Nurfadila, N., Ikay S., Prasgi H.C., dan Maulidiyah, D.E. (2022). *Kajian Pengembangan Prototipe Pestisida Organik*. Laporan Akhir Kajian: *Save Biodiversity for Future Generation*. Bogor (ID): SEAMEO BIOTROP.