

**KELANGSUNGAN HIDUP DAN KEMAMPUAN MAKAN LARVA KUMBANG
Alphitobius diaperinus YANG TERPAPAR EKSTRAK TANAMAN ZODIA
(*Evodia Suaveolens*)**

Evi Verawati Siahaan , Priyantini Widiyaningrum *

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

*Email: wiwiedeka@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Alphitobius diaperinus termasuk serangga hama gudang yang cepat berkembangbiak dilingkungan kandang ayam. Perilakunya merusak pakan dan merusak instalasi bangunan kandang yang berbahan kayu/bambu. Pengendalian serangga ini masih menggunakan insektisida sintesis yang diketahui menimbulkan dampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu bioinsektisida asal tanaman masih menarik untuk diungkap, salah satunya adalah tanaman Zodia (*Evodia suaveolens*). Penelitian ini bertujuan menganalisis fitokimia ekstrak daun Zodia dan menguji pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup dan kemampuan makan larva *A. diaperinus*. Penelitian didesain eksperimen dengan menguji 6 level konsentrasi ekstrak (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%). Masing-masing perlakuan diulang lima kali dan setiap ulangan digunakan 50 ekor larva. Kelangsungan hidup diukur berdasarkan persentase larva yang bertahan hidup sampai masa pupasi, sedangkan kemampuan makan diukur berdasarkan total konsumsi pakan selama fase larva. Data kelangsungan hidup dan kemampuan makan dianalisis statistik ANOVA satu arah dan dilanjutkan dengan uji beda Tukey. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan level konsentrasi berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup dan kemampuan makan larva *A. diaperinus* (sig <0,05). Hasil uji beda menunjukkan semua level konsentrasi ekstrak berbeda nyata dibanding kontrol. Semakin pekat ekstrak yang dipaparkan, makin rendah kelangsungan hidup dan kemampuan makan larva. Konsentrasi ekstrak yang optimum menurunkan kelangsungan hidup dan kemampuan makan ditemukan pada konsentrasi ekstrak 50%. Merujuk hasil penelitian ini, ekstrak daun Zodia potensial dikembangkan sebagai bioinsektisida khususnya dalam pengendalian hama kumbang *A. diaperinus*.

Kata kunci: Alphitobius diaperinus, Evodia suaveolens, kelangsungan hidup, kemampuan makan

Abstract

Alphitobius diaperinus is a stored insect pest that can reproduce in chicken farms. Its behavior damages feed interferes with chicken feeding activities, and destroys wooden/bamboo building installations. Control of this insect still uses synthetic insecticides which are known to have negative impacts on human health and the environment, so bioinsecticides from plants are still interesting to be revealed, one of which is the Zodia plant (*Evodia suaveolens*). This study aims to analyze the phytochemicals of ethanol extract of Zodia leaves and analyze its effects on the survival and feeding ability of *A. diaperinus* larvae. The study was designed experimentally by 6 levels of concentration (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%). Each treatment was repeated five times and 50 larvae were used in each replication. Survival was measured as the percentage of larvae that survived to pupation, while feeding ability was measured as total feed consumption during the larval stage. Survival and feeding data were analyzed using one-way ANOVA followed by Tukey's test. The results showed that concentration level had a significant effect on survival and feeding ability of *A. diaperinus* larvae (sig <0.05). All concentration levels were significantly different from the control. The survival and feeding ability of the larvae decreased with increasing extract concentration. The optimum extract concentration that reduced survival and feeding ability was found to be 50%. Based on this study,

Zodia leaf extract has the potential to be developed as a bioinsecticide, particularly for the control of the darkling beetle *A. diaperinus*.

Keywords: Alphetobius diaperinus, Evodia suaveolens, survival, feeding ability

PENDAHULUAN

Serangga *Alphetobius diaperinus* merupakan salah satu spesies hama dari Ordo Coleoptera, familia Tenebrionidae. Spesies *A. diaperinus* oleh masyarakat umum dikenal sebagai kumbang frenki atau ulat kandang, karena banyak ditemukan dan berkembangbiak dilingkungan kandang ayam. Dalam populasi yang besar, hama ini menyebabkan penurunan kinerja pertumbuhan ayam secara keseluruhan sehingga menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi peternak (Nguyen *et al.*, 2019). Larva dan kumbang dewasa merupakan vektor bagi bakteri ataupun jamur yang dapat menyerang kesehatan unggas. Selain mengkonsumsi dan merusak pakan ayam, larvanya menyebabkan kerusakan instalasi kandang, karena mampu membuat terowongan ke dinding dan lantai kandang untuk membangun tempat persembunyian ketika memasuki tahap pupasi (Rumbos *et al.*, 2019). Pengendalian kumbang kandang masih menggunakan insektisida sintesis yang terbukti masih mengandung zat berbahaya bagi lingkungan dan manusia, serta dapat meracuni ternak organisme lain non target. Penggunaan insektisida sintetik memang lebih praktis, dan memberikan reaksi cepat dan efektif. Namun, penggunaan insektisida sintesis punya banyak kelemahan, memunculkan banyak masalah baru, dan berbiaya mahal. Oleh karena itu alternatif bioinsektisida asal tanaman masih menarik untuk diteliti karena lebih ramah lingkungan. Tanaman Zodia (*Evodia suaveolens*) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai sumber bioinsektisida karena mengandung senyawa aktif anti insekta (Ukorroje & Otayor, 2020).

Tanaman Zodia merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari daerah irian (Papua). Saat ini Zodia sudah banyak tumbuh di Pulau Jawa dan Sumatera, bahkan sering dijumpai ditanaman di halaman rumah atau kebun sebagai tanaman hias. Tanaman ini oleh penduduk setempat dipercaya mampu menghalau serangga nyamuk, yaitu dengan cara menggosokkan daunnya ke kulit. Zodia merupakan tumbuhan yang mempunyai aroma wangi menyengat. Hal tersebut merupakan efek bahan aktif yang terkandung dalam minyak atsiri Zodia yaitu evodiamine dan rutaecarpine yang terbukti tidak disukai oleh nyamuk. Zodia mengandung linalool (46%) dan α -pinene (13,26%), dimana linalool sudah dikenal banyak sebagai repelen atau pengusir nyamuk (Eff *et al.*, 2019). Kandungan linalool pada Zodia juga berfungsi sebagai racun kontak bagi serangga yang jika terkena langsung, serta dapat meningkatkan aktivitas saraf sensorik pada nyamuk. Daun Zodia juga merupakan sumber antioksidan alami yang aman untuk penggunaan jangka panjang (Dwiningrum, 2022).

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ekstrak daun Zodia mengandung senyawa aktif golongan terpenoid, triterpenoid, alkaloid, flavonoid, saponin, phenol, tanin, anthraquinone dan xanthone yang memiliki aktivitas antinyamuk (Basundari *et al.*, 2018). Bioinsektisida asal tanaman umumnya memiliki kemampuan mengendalikan perkembangan populasi serangga hama dalam berbagai cara, antara lain memberikan efek mengusir, menimbulkan efek antifeedant (menyebabkan hilangnya kemampuan makan, atau menurunkan nafsu makan, menimbulkan efek chemosterilant yang menyebabkan hilangnya kemampuan bereproduksi, kemampuan metamorphosis, dan kelangsungan hidup (Jannah & Yuliani, 2021). Saat ini tanaman Zodia baru dikenal sebagai repelen dan anti nyamuk *Aedes aegypti* Untuk menguji apakah ekstrak daun Zodia dapat digunakan untuk mengendalikan larva *A. diaperinus*, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kelangsungan hidup dan kemampuan makan larva *A. diaperinus* yang terpapar ekstrak daun Zodia.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Januari- Maret 2024. Sampel daun Zodia diperoleh dari kebun herbal Temu Gesang di wilayah Grabag, Magelang. Sampel larva *A. diaperinus* instar 3 diperoleh dari tempat budidaya ulat kandang di Banyumanik Semarang.

Persiapan Ekstrak dan Serangga Uji.

Daun Zodia dalam keadaan kering angin dibuat menjadi serbuk, kemudian dimaserasi menggunakan pelarut etanol 95% dengan perbandingan 1:5 (w/v). Campuran diaduk merata dan

dilakukan perendaman selama 3x24 jam. Selanjutnya substrat dipisahkan dari ampasnya dengan cara diperas dan disaring dengan kertas saring. Substrat yang diperoleh kemudian dipekatkan dengan metode penguapan menggunakan *rotary evaporator*. Hasil ekstraksi berupa ekstrak pekat yang diasumsikan sebagai ekstrak konsentrasi 100% dalam penelitian ini. Untuk mendapatkan ekstrak dengan berbagai level konsentrasi dilakukan pengenceran menggunakan pelarut akuades. Sebagian sampel ekstrak pekat dianalisis fitokimia untuk mengetahui secara kualitatif, golongan metabolit sekunder apa saja yang terdapat dalam ekstrak. Untuk persiapan perlakuan, ekstrak konsentrasi 100% diencerkan dalam 6 level konsentrasi (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%). Adapun serangga uji berupa larva *A. diaperinus* fase instar 3 diseleksi berdasarkan warna dan ukuran yang relatif seragam. Dalam penelitian ini dibutuhkan sebanyak 6 x 5 x 50 ekor larva.

Desain Penelitian

Penelitian didesain eksperimen dengan menguji 6 level konsentrasi ekstrak (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%). Paparan ekstrak terhadap hewan uji dilakukan dengan meneteskan ekstrak Zodia sesuai perlakuan sebanyak 200 μ L kedalam tiap unit percobaan. Masing-masing perlakuan diulang lima kali dan setiap ulangan digunakan 50 ekor larva, sehingga dalam penelitian ini terdapat 30 unit wadah percobaan dengan sampel larva sebanyak 1500 ekor. Data kelangsungan hidup diukur berdasarkan persentase larva yang bertahan hidup sampai masa pupasi, sedangkan kemampuan makan diukur berdasarkan total konsumsi pakan selama fase larva. Data kelangsungan hidup dan kemampuan makan dianalisis statistik ANOVA satu arah dan dilanjutkan dengan uji beda Tukey.

Langkah-Langkah Pengujian

Wadah pemeliharaan berupa cup plastik 5 x 5 x 7 cm. Kedalam setiap wadah diteteskan ekstrak sesuai perlakuan sebanyak 200 μ L, lalu dimasukkan 50 ekor larva. Wadah digoyang-goyangkan secara perlahan agar semua larva mendapatkan kontak langsung dengan ekstrak. Setelah itu pakan berupa serbuk pollard (dedak gandum) dimasukkan sedikit demi sedikit sebanyak 15 g. Di atas permukaan pakan ditutup dengan sepotong styrofoam, dan diatas styrofoam diletakkan sepotong wortel yang berfungsi sebagai sumber air/pakan tambahan bagi larva. Semua wadah percobaan kemudian ditutup dengan kain kasa hitam, diletakkan kedalam nampan plastik dan diletakkan di rak percobaan. Semua unit percobaan dipelihara di ruangan terlindung yang tidak terkena cahaya matahari langsung. Pemeliharaan dilakukan selama kurang lebih 5 minggu. Kontrol terhadap kondisi serangga uji dilakukan 2 hari sekali untuk menjaga agar tidak terjadi hal-hal yang mengganggu proses pemeliharaan seperti munculnya jamur, atau wortel kering/tinggal sedikit sehingga perlu diganti. Pengambilan data dilakukan setelah larva memasuki masa pupasi, dengan indikator tidak ada lagi larva yang melakukan aktivitas makan atau berkeliaran di dalam wadah percobaan. Pada keadaan demikian, setiap isi wadah percobaan kemudian dituang ke dalam nampan untuk proses memisahkan sisa pakan dari semua kotoran yang ada. Larva yang ditemukan menjadi pupa dan yang mati sebelum pupasi dihitung, sedangkan sisa pollard ditimbang untuk menghitung seberapa banyak penyusutan pakan. Penyusutan pakan diasumsikan sebagai pakan yang dikonsumsi larva.

Persentase kelangsungan hidup diukur berdasarkan jumlah larva berhasil menjadi pupa dibagi jumlah larva di awal perlakuan dan dikalikan 100%. Kemampuan makan diukur berdasarkan jumlah pakan yang dimakan dalam miligram..

Untuk mengukur seberapa kuat efek ekstrak terhadap kemampuan makan larva, data konsumsi pakan juga dianalisis kualitatif berdasarkan nilai Feeding Deterrent Index (FDI). Adapun nilai FDI dan kriteria efek ekstrak mengacu Liu et al (2007) dalam Widiyaningrum et al (2020) sebagai berikut.

$$FDI = \frac{C-T}{C} \times 100$$

Keterangan :

FDI = Feeding Deterrent Index

C = total pakan yang dikonsumsi pada kelompok kontrol

T = total pakan yang dikonsumsi pada kelompok perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji fitokimia ekstrak daun Zodia

Hasil Analisis Fitokimia Ekstrak daun Zodia pada penelitian ini terdeteksi 4 macam senyawa aktif golongan alkaloid, steroid, terpenoid dan saponin. Data disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Fitokimia

No	Parameter	Hasil Uji
1.	Alkaloid	+
2.	Flavonoid	-
3.	Steroid	+
4.	Terpenoid	+
5.	Saponin	+
6.	Tanin	-

Keterangan:

(*) Hasil uji Fitokimia Laboratorium Kimia Organik FMIPA UNNES (2024)

(-) tidak terdeteksi

(+) terdeteksi

Hasil uji fitokimia pada Tabel 1 mengindikasikan bahwa ekstrak daun Zodia memiliki kandungan yaitu ada 4 macam senyawa aktif terdeteksi, yaitu senyawa golongan alkaloid, steroid, terpenoid dan saponin. Sedangkan flavonoid, dan tanin tidak terdeteksi dalam uji fitokimia penelitian ini, diduga karena jumlahnya sangat sedikit. Sebagai pembandingan, penelitian lain (Pam et al., 2021; Sani et al., 2021) berhasil mengidentifikasi ekstrak etanol batang dan daun Zodia yang positif mengandung alkaloid, saponin, phenol, tannin, steroid dan flavonoid. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa aktif pada tanaman yang sama bisa menunjukkan komponen terdeteksi yang berbeda. Selain disebabkan perbedaan lingkungan tumbuh seperti tingkat pH, kesuburan dan kelembaban tanah, bagian organ tanaman yang berbeda juga akan mempengaruhi proporsi senyawa aktif yang terkandung didalamnya.

Alkaloid, steroid, terpenoid dan saponin merupakan senyawa aktif tanaman yang memiliki sifat anti serangga. Penelitian (Fowsiya & Madhumitha, 2020) menyebutkan alkaloid memiliki efek yang signifikan terhadap serangga melalui aksi biologis seperti mengganggu proses seluler dan fisiologis melalui ketidakseimbangan redoks dan regulasi hormon. Alkaloid ini menyebabkan kelumpuhan dan kematian serangga, sementara beberapa senyawa turunan alkaloid dapat mempengaruhi aksi membrane sel saraf dan berangsur menyebabkan hilangnya fungsi saraf pada serangga. Oleh karena itu, berbagai macam alkaloid digambarkan tidak hanya sebagai zat dengan agen antimikroba atau anti-kanker, tetapi juga sebagai zat yang memiliki aktivitas anti insekta (Adamski et al., 2020). Alkaloid dan saponin dapat masuk kedalam tubuh larva melalui kontak langsung, melalui pencernaan, atau pernafasan. Senyawa toksik yang apabila masuk ke dalam tubuh larva serangga dapat mengakibatkan larva tidak dapat bertahan hidup. Menurut Eff *et al.*, (2019), senyawa Alkaloid berfungsi sebagai racun perut larva nyamuk *Aedes aegypti* dengan cara mengganggu kerja enzim asetil kolonesterase. Ciri larva nyamuk yang mati disebabkan alkaloid adalah ada gerakan tubuh larva lambat dan membengkokkan badan.

Senyawa aktif ketiga yang terdeteksi dalam penelitian ini adalah saponin. Menurut Mien *et al.*, (2015), saponin adalah metabolit sekunder yang dapat ditemukan di semua organ tumbuhan, seperti buah, bunga, daun, batang, dan akar. Saponin juga memiliki aktivitas insektisida yang kuat, dan cepat terhadap berbagai macam serangga hama. Efek yang disebabkan senyawa golongan saponin adalah peningkatan mortalitas, penurunan asupan makanan, pengurangan berat badan, keterbelakangan dalam perkembangan dan penurunan reproduksi pada serangga hama. Mekanisme yang mendasari efek ini Sebagian besar masih belum diketahui, tetapi kemungkinan besar merupakan kombinasi dan beberapa aktivitas. Cara kerja potensial meliputi aktivitas pengusir atau pencegah, mengurangi penyerapan makanan melalui usus, menghalangi asimilasi sterol, aktivitas antagonis atau kompetitif pada ecdysteroid kompleks reporter, kemampuan permeabilisasi membrane dan aktivitas penginduksi apoptosis (Roopashree *et al.*, 2019). Selanjutnya menurut Gaol et al. (2019)

saponin dapat merusak saraf serangga dan mengakibatkan nafsu makan berkurang dan akhirnya mati. Tanin merupakan salah satu golongan polimer flavonoid yang bersifat larut dalam air. Tanin dapat menghalangi masuknya zat makanan ke dalam tubuh serangga, mengganggu metabolisme dan fungsi sel, menyebabkan kerusakan pada sel (Abubakar *et al.*, 2019; Ramayanti *et al.*, 2017). Senyawa tanin ini mengganggu serangga dalam pencernaan makanan dikarenakan tanin akan mengikat protein dari sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan dan diperkirakan proses pencernaan larva menjadi terganggu akibat zat tanin tersebut (Basundari *et al.*, 2018). Berdasarkan aktivitas senyawa-senyawa aktif yang bersumber dari hasil penelitian di atas, dapat dikatakan bahwa semua senyawa aktif yang tereteksi (alkaloid, steroid, saponin, dan terpenoid) semuanya dapat bertindak sebagai insektisida nabati.

Uji Kelangsungan Hidup

Berdasarkan uji normalitas dan homogenitas diketahui data kelangsungan hidup terdistribusi normal dan homogen sehingga data dapat dianalisis statistik ANOVA. Hasilnya memperlihatkan bahwa perbedaan level konsentrasi berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup larva ($\text{sig} < 0,05$). Persentase kelangsungan hidup dan hasil uji beda Tukey disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Kelangsungan Hidup

Konsentrasi Ekstrak (%)	Ulangan					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
P0	78	82	84	88	80	82 ^a
P10	60	70	56	48	52	57 ^b
P20	56	50	58	70	60	59 ^b
P30	54	60	60	56	70	60 ^b
P40	56	52	54	48	60	54 ^b
P50	42	50	40	44	56	46 ^c

Keterangan :

Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom rata-rata menunjukkan perbedaan berdasarkan uji beda Tukey pada taraf signifikan 5% ($\text{sig} < 0.05$)

Kelangsungan hidup larva kelompok kontrol (P0) berbeda nyata dibandingkan semua perlakuan konsentrasi (P10, P20, P30, P40, P50). Namun demikian antara P1 dengan P2, P3, dan P4 tidak menunjukkan perbedaan. Perlakuan P5 berbeda nyata dengan angka persentase terendah (46%). Data persentase kelangsungan hidup secara umum memperlihatkan kecenderungan semakin pekat konsentrasi ekstrak, semakin rendah kelangsungan hidup larva. Kelangsungan hidup larva kelompok P5 hanya 46%. Hal ini disebabkan semakin pekat konsentrasi ekstrak, kandungan senyawa aktif yang bersifat insekta tentu makin tinggi, sehingga berpotensi memberikan efek negatif lebih besar terhadap kelangsungan hidup larva *A. diaperinus*. Menurut penelitian Nazilah & Suharjono (2021) semakin tinggi konsentrasi insektisida nabati digunakan, maka semakin rendah kelangsungan hidup hama tersebut. Adapun mekanisme tiga cara masuknya senyawa toksik ke dalam kelangsungan hidup larva yaitu secara sentuhan, pencernaan dan pernafasan. Senyawa toksik masuk dalam tubuh dua cara, yaitu melalui kontak fisik dengan tubuh larva dan senyawa toksik terikat makanan, lalu masuk melalui saluran pernafasan. Jika senyawa racun memasuki ke tubuh larva dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan kelangsungan hidup (Sari *et al.*, 2022).

Senyawa alkaloid mampu menghambat kinerja hormon pertumbuhan pada tahapan larva. Tidak berkembangnya hormon pertumbuhan dapat menyebabkan kegagalan molting (berganti kutikula) sehingga mengancam kelangsungan hidup dan mengganggu sistem kerja saraf larva untuk menghambat daya makan larva sebagai racun perut. Aktivitas metabolit sekunder golongan alkaloid dapat mempengaruhi kelangsungan hidup serangga pada tingkat sel, jaringan dan organ tergantung seberapa banyak serangga terpapar. Alkaloid memiliki efek beracun yang menghalangi saluran ion, menghambat enzim atau mengganggu neurotransmisi yang menyebabkan kematian dan anti-nutrisi pada hama serangga. Minyak esensial alkaloid lebih aman digunakan dan memiliki berbagai efek sublethal seperti abnormalitas metabolisme biokimia, pertumbuhan dan inhibisi reproduksi, respon

penolakan dan penghalang oviposisi, dan akan menyebabkan kegagalan metamorphosis yang menghambat hormon pertumbuhan, hormon otak dan hormon edikson. (Kurniawan et al., 2015; Jassim et al., 2024; Jiang et al., 2023; Serdani et al., 2022). Saponin berfungsi menurunkan tegangan permukaan tubuh serangga menyebabkan zat toksik dapat dengan mudah masuk kedalam tubuh serangga. Saponin memiliki sifat aktif pada permukaan sel, sehingga saponin dapat mengikat fosfolipid dan kolesterol yang dapat mengakibatkan gangguan permeabilitas membrane sitoplasma yang menyebabkan kebocoran bahan intracellular dan lysis sel pada akhirnya sistem kekebalan tubuh rusak akibatnya, serangga mati karena pertahanan tubuh mereka rusak. Selain itu, saponin dapat merusak sel darah merah melalui reaksi hemolisis, yang akibat kematian larva. Bahan aktif pada insektisida nabati mampu menyebabkan gangguan aktivitas makan, sehingga tersebut menolak makan serta menyebabkan penghambatan pertumbuhan larva (Getas & Kristinawati., 2021; Mahtuti & Faisal., 2024; Affifah, 2015; Khairunnisa et al., 2023). Terpenoid adalah senyawa dapat terjadi masuknya melalui kontak dan melalui kulit serangga maupun melalui mulut saat larva makan, senyawa yang diserap oleh serangga akan menyebabkan gangguan saluran pencernaan, jika enzim pada pencernaan tersebut terganggu maka tubuh tidak mampu melakukan metabolisme, dan mengganggu pertumbuhan, dan memiliki aktivitas molluscicidal, ovicidal dan farmakologis lainnya, yang berdampak mempengaruhi kelangsungan hidup, reproduksi pada serangga. Senyawa terpenoid ini dapat mengganggu dan merusak bagian sistem syaraf dari serangga. Saat senyawa terpenoid masuk kedalam tubuh serangga makan akan menghambat kerja dari enzim asetilkolinesterase sehingga menyebabkan mortalitas/kelangsungan hidup pada serangga. (Srivastava & Singh, 2019; Hartini et al., 2022).

Uji kemampuan Makan

Kemampuan makan larva *A. diaperinus* diukur berdasarkan data penyusutan pakan selama periode larva dan diakhiri ketika larva memasuki masa pupasi. Berdasarkan uji normalitas dan homogenitas diketahui data kemampuan makan terdistribusi normal dan homogen sehingga data dapat analisis statistik ANOVA dan dilanjut uji Tukey. Total konsumsi pakan di setiap perlakuan dan hasil uji beda Tukey ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Konsumsi Makan Larva *A. diaperinus* (mg/kelompok)

Konsentrasi Ekstrak (%)	Ulangan					Rata-rata (mg/kelompok)
	1	2	3	4	5	
P0	1840	1530	960	1860	810	1.400 ^a
P10	760	820	800	1190	1740	1.062 ^b
P20	1400	1600	1260	1260	1430	990 ^b
P30	1090	760	1550	700	1050	1.030 ^b
P40	1320	640	1090	790	1000	968 ^b
P50	570	900	1.000	310	320	620 ^c

Berdasarkan hasil uji Tukey (Tabel 3), terlihat perbedaan nyata antara konsumsi pakan perlakuan P10, P20, P30, P40 dan P50 dibandingkan dengan konsumsi pakan kontrol (P0). Pada penelitian ini perlakuan P5 menunjukkan konsumsi pakan paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lain, dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak, cenderung semakin sedikit jumlah pakan yang dikonsumsi. Efek penghambatan aktivitas makan dari ekstrak daun *Zodia* dapat menyebabkan serangga sasaran menjadi lemah dan menghentikan pertumbuhan mereka dan dapat penurunan populasi hama secara keseluruhan (Hendriwal, 2013). Senyawa aktif yang bersifat *antifeedant* ini diduga berasal dari senyawa golongan alkaloid, saponin, tanin dan terpenoid (Widiyantoro et al., 2023). Menurut Senewe et al., (2023) alkaloid menimbulkan berbagai macam aktivitas biologis pada serangga seperti penghambatan/penolakan makan, penghambatan pertumbuhan dan perkembangan, penolakan peneluran, dan kematian. Senyawa alkaloid berperan sebagai insektisida yakni dengan mengganggu transmisi saraf serta menurunkan nafsu makan serangga karena rasanya pahit (Gajger & Dar, 2021). Ukoroije & Otayor (2020) melaporkan senyawa alkaloid merupakan neurotoksin dimana ia menyerang reseptor *asetilkolinesterase* dari serangga, mengubah permeabilitas neuromuskular sehingga terbentuk implus baru yang mengakibatkan kematian serangga.

Saponin bersifat *antifeedant* dan menghambat pertumbuhan serangga (Udebuani *et al.*, 2015). Senyawa saponin terdapat menurunkan kemampuan pencernaan makanan dengan cara mengganggu keseimbangan mikroflora pada usus serangga serta berikatan dengan enzim pada pencernaan serangga (Singh & Kaur 2017). Saponin menghambat pertumbuhan serangga karena memiliki kemampuannya untuk berikatan dengan sterol sehingga membutuhkan ekdisteroid untuk proses ekdisis dimana molekul ini dapat diperoleh dari sintesis steroid (Qasim *et al.*, 2020). Tanin merupakan senyawa yang sangat sulit dicerna oleh serangga dan memiliki kemampuan untuk berikatan dengan protein.

SIMPULAN

Hasil uji fitokimia kualitatif menunjukkan bahwa ekstrak daun Zodia positif mengandung senyawa alkaloid, saponin, steroid dan terpenoid yang memiliki sifat anti insekta. Perbedaan konsentrasi ekstrak daun Zodia berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan kemampuan makan Larva *A. diaperinus*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, kelangsungan hidup dan kemampuan makan larva *A. diaperinus* semakin menurun. Kelangsungan hidup dan kemampuan makan terendah terdapat pada paparan konsentrasi ekstrak 50%.

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. In *Natural remedies for pest, disease and weed control* (pp. 29-42). Academic Press.
- Adamski, Z., Blythe, L. L., Milella, L., & Bufo, S. A. (2020). Biological activities of alkaloids: from toxicology to pharmacology. *Toxins*, 12(4), 210.
- Basundari, S. A., Tarwotjo, U., & Kusdiyantini, E. (2018). Pengaruh kandungan ekstrak daun zodia (*Evodia suaveolens*) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 51-58.
- Dwiningrum, R. (2022). Pengaruh Ekstrak Tanaman Zodia Terhadap Morfologi Internal Nyamuk *Aedes Aegypti* Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Maternitas Aisyah (JAMAN AISYAH)*, 3(1), 62-66.
- Eff, A. R. Y., Pertiwi, R. D. L. A., & Utami, T. P. (2019). Efektivitas repelan losion minyak atsiri daun zodia (*Evodia Suaveolens*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti* Linnaeus. *Majalah Farmasetika*, 4, 119-124.
- Fowsiya, J., & Madhumitha, G. (2020). A review of bioinsecticidal activity and mode of action of plant derived alkaloids. *Research journal of pharmacy and technology*, 13(2), 963.
- Gaol, A. N. L., Rampe, H. L., & Rumondor, M. (2019). Intensitas serangan akibat hama pemakan daun setelah aplikasi ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Ilmiah Sains*, 93-98.
- Getas, D. I., & Kristinawati, E. (2021). Ekstrak Bunga Cengkeh sebagai Insektisida terhadap Mortalitas Nyamuk *Aedes Aegypti* Metode Semprot. *Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah Kesehatan Politeknik Medica Farma Husada Mataram*, 7(2), 161-168.
- Hartini, E., Yulianto, Y., Sudartini, T., & Pitriani, E. (2022). Efikasi Ekstrak Daun Kipahit (*Tithonia diversifolia*) terhadap Mortalitas Ulat Bawang (*Spodoptera exigua* Hubn.). *Media Pertanian*, 7(1), 23-33.
- Jannah, N. A. M., & Yuliani, Y. (2021). Keefektifan Ekstrak Daun *Pluchea indica* dan *Chromolaena odorata* sebagai Bioinsektisida Terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(1), 33-39.
- Jassim, T. N., Kathiar, S. A., & Al Shammari, H. I. (2024). Impact of alkaloids extract of *Moringa oleivera* Lam. leaves on the development, fertility and demography of the southern cowpea beetle insect *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Baghdad Science Journal*, 21(3), 0839-0839.
- Jiang, N., Chen, L., Li, J., Li, W., & Jiang, S. (2023). Lethal and sublethal toxicity of *beta-carboline* alkaloids from *Peganum harmala* (L.) against *aedes albopictus* larvae (Diptera: Culicidae). *Toxics*, 11(4), 341.
- Khairunnisa, E. N., Rian, I. G., Ritonga, N. B., Saadah, R., & Rarassari, M. A. (2023). Effectiveness of mahogany seed flour (*Swietenia macrophylla*) as a bioinsecticide against mortality of *Sitophilus*

- zeamais motsch* in post-harvest grains. *AJARCDE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)*, 54-58.
- Kurniawan, B., Rapina, R., Sukohar, A., & Nareswari, S. (2015). Effectiveness Of the pepaya leaf (*Carica Papaya* Linn) ethanol extract as larvacide for *Aedes aegypti* Instar III. *Medical Journal of Lampung University*, 4(5), 76-84.
- Mahtuti, E. Y., & Faisal, F. (2024). Pengaruh Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elliptica*) Terhadap Mortalitas Larva *Anopheles* Sp: Effect Of Tubal Root Extract (*Derris elliptica*) On Larval Mortality *Anopheles* Sp. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 6(2), 515-521.
- Mien, D. J., Carolin, W. A., & Firhani, P. A. (2015). Penetapan kadar saponin pada ekstrak daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain varietas *S. Laurentii*) secara gravimetri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*, 2(2), 65-69.
- Nazilah, E., & Suharjono, S. (2021). Efektivitas Jenis dan Dosis Beberapa Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.) pada Penyimpanan Benih Padi. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 7(2), 122-131.
- Nguyen, N., Yang, B. K., Lee, J. S., Yoon, J. U., & Hong, K. J. (2019). Infestation status of the darkling beetle (*Alphitobius diaperinus*) in Broiler chicken houses of Korea. *Korean journal of applied entomology*, 58(3), 189-196.
- Pam, D. D., Kopdorah, S. W., Lapang, P. M., Jwanse, I. R., Joseph, S. T., Agwom, F., ... & Dakum, Y. D. (2021). Larvicidal efficacy and gc-ms analysis of *Hyptis suaveolens* leaf extracts against *anopheles* species. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 30(1), 8-19.
- Qasim, M., Islam, W., Ashraf, H. J., Ali, I., & Wang, L. (2020). Saponins in insect pest control. *Coevolution of secondary metabolites*, 897-924.
- Ramayanti, I., Loyal, K., & Pratiwi, P. U. (2017). Effectiveness test of basil leaf (*Ocimum basilicum*) extract as bioinsecticide in mosquito coil to mosquito *Aedes aegypti* death. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 3(2), 6-10.
- Roopashree, K. M., & Naik, D. (2019). Saponins : Properties, Applications and as Insecticides: A Review. *Trends in Biosciences*, 12(1), 1-14.
- Rumbos, C. I., Karapanagiotidis, I. T., Mente, E., & Athanassiou, C. G. (2019). The lesser mealworm *Alphitobius diaperinus*: a noxious pest or a promising nutrient source?. *Reviews in Aquaculture*, 11(4), 1418-1437.
- Sani, F., Mairiga, J. P., & Hassan, S. C (2021). Bio-Potency of *Hyptis suaveolens* Leaf on the Larvicidal Stages of Development of *Anopheles* Mosquitoes.
- Sari, N. P. S. P., Pradnyasuari, N. M. S., & Astuti, N. M. W. (2022). Potensi Daun Zodia (*Evodia Suaveolens*) Sebagai Biolarvasida yang Mampu Menghambat Perkembangan Nyamuk *Aedes agypti*. In *Prosiding Workshop Dan Seminar Nasional Farmasi* (Vol. 1, pp. 339-351).
- Senewe, R. E., Permatasari, S., Utami, S., & Pesireron, M. (2023). Preferensi Serangga Herbivora *Henosepilachna sparsa* (Coleoptera: *Coccinellidae*) Terhadap Beberapa Jenis Tanaman Budidaya. *Journal of top agriculture (top journal)*, 1(1), 24-30.
- Singh, B., & Kaur, A. (2018). Control of insect pests in crop plants and stored food grains using plant saponins: A review. *Lwt*, 87, 93-101.
- Srivastava, A. K., & Singh, V. K. (2019). Biological action of essential oils (*terpenes*). *International Journal of Biological and Medical Research*, 10(3), 6854-6859.
- Tlak Gajger, I., & Dar, S. A. (2021). Plant *allelochemicals* as sources of insecticides. *Insects*, 12(3), 189.
- Udebuani, A. C., Abara, P. C., Obasi, K. O., & Okuh, S. U. (2015). Studies on the insecticidal properties of *Chromolaena odorata* (*Asteraceae*) against adult stage of *Periplaneta americana*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(1), 318-321.
- Ukoroije, R. B., & Otayor, R. A. (2020). Review on the bio-insecticidal properties of some plant secondary metabolites: types, formulations, modes of action, advantages and limitations. *Asian Journal of Research in Zoology*, 3(4), 27-60.
- Widiyantoro, A., Harlia, H., & Putri, A. D. A. (2023). Metabolit Sekunder Dari Fraksi Aktif Akar Pandan (*Pandanus amaryllifolius* roxb.) Yang Bersifat Antifeedant Terhadap *Epilachna sparsa* (Secondary Metabolites Of The Active Fraction Of Pandan Root (*Pandanus amaryllifolius* roxb.) As antifeedant against *Epilachna sparsa*). *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 6(3), 163-177.

Widiyaningrum, P., Priyono, B., & Asiyah, N. (2020). Antifeedant Effect of Some Medicinal Plant Extracts Against Rice Weevil. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 23(7), 953-958.