

BIOAKTIVITAS CAMPURAN EKSTRAK DAUN SRIKAYA (*Annona squamosa* L.) DAN RIMPANG KUNYIT (*Curcuma domestica* Vahl.) TERHADAP ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)

Bioactivity of Mixed Extract of Annona squamosa L. and Curcuma domestica Vahl. Against Spodoptera litura F.

R Taufika*, DN Erawati, S Humaida, U Fisdiana, E Rosdiana

Staff Pengajar Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

Jalan Mastrip PO BOX 164 Jember, Jawa Timur,

*E-mail: ramadhantaufika@polije.ac.id

Diterima 18 November 2022/Disetujui 30 April 2023

ABSTRAK

Penurunan produksi tembakau salah satunya disebabkan oleh kerusakan yang disebabkan oleh hama *Spodoptera litura* (*S. litura*), sehingga perlu dilakukan upaya pengendalian. Salah satu upaya pengendalian yang ramah lingkungan adalah menggunakan insektisida nabati. Penelitian ini menggunakan campuran dari dua ekstrak tanaman yang berasal dari ekstrak daun *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica* (formulasi ekstrak uji). Berdasarkan penelitian sebelumnya telah diketahui kedua formulasi ekstrak uji tersebut bersifat sinergis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan formulasi ekstrak uji terhadap perkembangan larva, bobot larva, dan konsumsi pakan *S. litura*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan tersebut yaitu kontrol negatif menggunakan larutan etanol 1%, konsentrasi formula campuran ekstrak uji 0,9%; 1%; 1,1%; 1,2%, dan kontrol positif menggunakan insektisida Dipel WP. Perlakuan dilakukan dengan metode celup pakan ke dalam campuran ekstrak. Data perkembangan larva, bobot larva, dan konsumsi pakan larva dianalisis menggunakan ANAVA, selanjutnya dilakukan uji Duncan pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan perpanjangan waktu perkembangan larva, menurunkan bobot larva, dan menurunkan konsumsi pakan larva *S. litura*.

Kata kunci: ekstrak, larva, *Spodoptera litura*, tembakau

ABSTRACT

One of the causes of the decline in tobacco production is the damage caused by the pest *Spodoptera litura* (*S. litura*), so it is necessary to control it. One of the environmentally friendly control efforts is the use of vegetable insecticides. This study used a mixture of two plant extracts derived from the leaf extract of *A. squamosa* and the rhizome of *C. domestica* (formulations of the test extract). Based on previous research, it was known that the two formulations of the test extract were synergistic. This study aims to determine the effect formulations of the test extract on larval development, larval weight, and feed consumption of *S. litura*. The study used a completely randomized design (CRD) with 6 treatments and 5 replications. The treatments were negative control using 1% ethanol solution, the concentration of the test extract mixture formula was 0.9%; 1%; 1.1%; 1.2%, and positive control using Dipel WP insecticide. The treatment was carried out by dipping the feed into the extract mixture. Data on larval development, larval weight, and larval feed consumption were analyzed by ANOVA, then Duncan's further test with 5% significant level. The results showed an extension of larval development time, reduced larval weight, and reduced feed intake of *S. litura* larvae.

Keywords: extract, larva, *Spodoptera litura*, tobacco

PENDAHULUAN

Produksi tembakau Indonesia dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2021 masih mengalami fluktuasi. Berdasarkan data BPS (2021) produksi tembakau di

Indonesia secara berurut adalah 180,9; 195,9; 269,8; 261,4; 236,9 ribu ton. Salah satu penyebab penurunan produksi tembakau adalah kerusakan tembakau yang disebabkan oleh hama *S. litura*. Taufika *et al.* (2021) menyatakan bahwa sebagian

besar daerah di Indonesia pernah melaporkan adanya kerusakan tanaman akibat serangan larva *S. litura*.

Petani di Indonesia umumnya menggunakan insektisida sintetik untuk mengendalikan hama *S. litura* pada tanaman tembakau. Penggunaan insektisida sintetik memiliki beberapa kelemahan, seperti menyebabkan resistensi hama, matinya organisme non-target, dan residu berdampak pada kesehatan manusia (Senthil-Nathan 2020). Kondisi tersebut menyebabkan pengendalian hama *S. litura* alternatif menggunakan insektisida nabati perlu dilakukan. Insektisida nabati merupakan insektisida yang memiliki bahan bioaktif yang berasal dari ekstrak organ tanaman yang ramah lingkungan (Hikal *et al.* 2017). Keunggulan insektisida nabati adalah bahan mudah diperoleh, relatif dapat menekan resistensi hama, tidak menimbulkan kematian pada serangga non target, dan tidak ada residu kimia yang dapat mengganggu kesehatan manusia (Dougoud *et al.* 2019; Iqbal *et al.* 2022; Taufika *et al.* 2021).

Dua jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan insektisida nabati adalah daun dan biji tanaman srikaya (*Annona squamosa*), serta rimpang tanaman kunyit (*Curcuma domestica* Valetton). Daun dan biji *A. squamosa* mengandung senyawa alkaloid yang dapat menyebabkan kematian pada fase larva *S. litura* (Ente *et al.* 2020; Fateha *et al.* 2021). Senyawa bioaktif yang terdapat pada rimpang *C. domestica* adalah ar-tumeron yang merupakan kelompok senyawa sesquiterpen dan flavonoid yang berpotensi sebagai bahan aktif insektisida (Indahsari 2020).

Penggunaan ekstrak tanaman sebagai insektisida nabati dapat dilakukan secara tunggal dan campuran. Campuran ekstrak tanaman dapat bersifat antagonis maupun sinergis. Campuran dua ekstrak tanaman atau lebih yang bersifat sinergis dapat meningkatkan efektivitas insektisida nabati dibandingkan penggunaan ekstrak tunggal (Lina *et al.* 2017). Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Taufika *et*

al. (2021) menyatakan bahwa campuran ekstrak daun *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica* bersifat sinergis dan lebih efektif terhadap mortalitas larva *S. litura* instar dua dan tiga dari pada penggunaan ekstrak tunggal dengan nilai LC₅₀ secara berurut adalah 0,5% dan 1%. Hasil penelitian Ramaiah and Maheswari (2018) menyatakan bahwa ekstrak *C. domestica* dengan konsentrasi 2% dapat menyebabkan kematian 20% populasi hama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan formulasi ekstrak uji terhadap perkembangan larva, bobot larva, dan konsumsi pakan *S. litura*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan penelitian lanjutan skala lapang terbatas untuk mengendalikan hama *S. litura* secara ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman, Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember yang berlangsung pada bulan Januari sampai dengan Oktober 2020.

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah larva *S. litura* yang diperoleh dari daerah Ambulu Kabupaten Jember. Bahan pakan buatan formulasi poitiut untuk *mass rearing* adalah 340 ml aquadest steril, 10 g sari agar-agar, 15 g ragi roti, 0,6 g asam benzoat, 2 g asam askorbat, 46 g tepung jagung, 14 g tepung gandum. Larutan madu 10% digunakan untuk pakan pada stadia imago *S. litura*. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah stoples plastik ukuran diameter 15 x 20 cm, kuas lukis nomor 4, stoples kaca diameter 14 x 22 cm, stoples plastik diameter 3,5 x 4 cm, nampan plastik ukuran 22 x 16,5 x 4 cm, blender, timbangan semi analitik, gelas ukur 500 mL, stoples kaca kapasitas 10 L dan 3 L, erlenmeyer 1000 mL. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah botol plastik diameter 3,5 x 4 cm, serta *glass jam* diameter 6 x 9 cm.

Ekstraksi Bahan Insektisida Nabati

Metode ekstraksi daun *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica* mengacu pada Kamaraj *et al.* (2011) dengan modifikasi. Modifikasi tersebut meliputi proses pengeringan daun dan proses penguapan pelarut sampai menjadi ekstrak. Daun *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica* dicuci dengan air mengalir. Daun *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica* diletakkan di dalam ruangan tanpa terkena paparan sinar matahari secara langsung dengan suhu 26–29°C dan dikeringanginkan menggunakan kipas angin selama 50 hari. Setelah 50 hari, daun yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam oven listrik pada suhu 40°C selama 24 jam. Daun dan rimpang yang telah kering, lalu dihaluskan dengan blender (tanpa air) sampai menjadi serbuk. Serbuk daun *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica* diekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% dengan teknik maserasi. Larutan ekstrak yang telah disaring lalu dimasukkan ke dalam mangkuk kaca kapasitas 1 L lalu ditutup menggunakan aluminium foil yang diberi lubang untuk mengeluarkan uap pelarut. Selanjutnya mangkuk kaca yang berisi larutan ekstrak dimasukkan ke dalam almari kaca ukuran 70 x 70 x 70 cm yang di dalamnya terdapat kipas angin berdiameter 30 cm. Ekstrak yang diperoleh dimasukkan ke dalam gelas kaca diameter 3 x 6 cm lalu ditutup menggunakan aluminium foil yang dilapisi plastik wrap.

Pembuatan Pakan Buatan Formulasi Poitout dimodifikasi

Pembuatan pakan buatan Formulasi Poitout mengacu pada penelitian Taufika *et al.* (2022), tahap awal pembuatan pakan adalah dengan memasukkan 10 g sari agar-agar, 0,6 g asam benzoat, dan 340 ml aquadest steril ke dalam panci, lalu dilakukan pengadukan menggunakan batang pengaduk. Campuran bahan tersebut dipanaskan sampai mendidih. Setelah proses tersebut selesai, campuran bahan didiamkan selama kurang lebih sepuluh menit.

Tahap selanjutnya yaitu dimasukkan tepung jagung sebanyak 46 g, ragi roti sebanyak 15 g, asam askorbat sebanyak 2 g, serta tepung gandum sebanyak 14 g ke dalam panci tersebut. Campuran bahan tersebut diaduk secara merata menggunakan batang pengaduk sampai rata dan halus, kemudian dicetak pada nampan plastik lalu didiamkan sampai memadat. Tahap akhir dari proses pembuatan pakan buatan yaitu nampan plastik yang telah berisi pakan buatan dimasukkan ke dalam kantong plastik transparan ukuran 3 kg dan dimasukkan ke dalam kulkas. Pakan buatan dapat digunakan maksimal sampai 7 hari setelah pembuatan agar nutrisinya masih optimal.

Pelaksanaan Pengujian Larva

Pengujian larva dilakukan dengan metode celup pakan pada formulasi ekstrak uji sesuai perlakuan oleh Arivoli dan Tennyson (2012). Pakan buatan dipotong dengan ukuran seragam yakni 1 x 1 x 1 cm. Potongan pakan buatan direndam ke dalam 14 *glass jam* berdiameter 6 x 9 cm yang masing-masing berisi 100 mL larutan dengan konsentrasi yang berbeda selama 60 menit. Langkah selanjutnya adalah potongan pakan buatan yang telah direndam lalu dimasukkan ke dalam botol plastik berdiameter 3,5 x 4 cm.

Larva instar kedua *S. litura* yang digunakan untuk pengujian adalah larva instar hari pertama yang dipelihara di laboratorium Perlindungan Tanaman yang sebelumnya dipuasakan selama 5 jam. Satu larva dimasukkan ke dalam satu botol plastik berdiameter 3,5 x 4 cm yang sudah berisi satu potong pakan buatan ukuran 1 x 1 x 1 cm (perlakuan) dengan menggunakan kuas lukis nomor 4. Pakan buatan diganti dengan pakan buatan yang baru (tanpa perlakuan) ukuran 1 x 1 x 1 cm, 24 jam setelah pengujian sampai menjadi pupa. Selama pengujian dan pengamatan kematian, temperatur dan kelembapan ruangan uji diukur tiga kali sehari pada pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WIB dengan menggunakan higrotermometer.

Rancangan dan Analisis Statistik

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) factor tunggal. Perlakuan yang diuji adalah konsentrasi pestisida nabati yang terdiri atas 6 taraf, yaitu kontrol negatif menggunakan larutan etanol, formulasi ekstrak uji konsentrasi 0,9%; 1%; 1,1%; 1,2%, dan kontrol positif menggunakan insektisida Dipel WP. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali. Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif dalam bentuk Tabel. Analisis statistik yang digunakan adalah:

1. Data mengenai hubungan konsentrasi formulasi ekstrak uji dengan waktu perkembangan dan bobot larva disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi.

2. Data konsumsi pakan larva dianalisis dengan ANAVA. Jika nilai *probability* < 0,05 maka digunakan uji lanjut menggunakan Uji Duncan untuk mengetahui beda nyata rata-rata respon antar taraf perlakuan formulasi ekstrak uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Larva

Data hasil pengamatan perkembangan larva *S. litura* pada semua kelompok perlakuan tersaji pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap lama fase larva, bobot larva, dan konsumsi pakan larva *S. litura*.

Tabel 1. Rata-rata lama fase larva, bobot larva, dan konsumsi pakan larva *S. litura* pada semua kelompok perlakuan

Perlakuan/konsentrasi	Lama fase larva (hari) ±standar deviasi	Bobot larva (g) ±standar deviasi	Konsumsi pakan (mg) ± standar deviasi
Larutan etanol 1%	12 ± 0 ^b	0,48 ± 0 ^d	12,3 ± 0 ^c
Insektisida nabati 0,9%	18 ± 0,62 ^c	0,25 ± 0,01 ^c	4,1 ± 0,03 ^b
Insektisida nabati 1%	23 ± 0,62 ^d	0,24 ± 0,09 ^c	4,0 ± 0,09 ^b
Insektisida nabati 1,1%	28 ± 0,62 ^e	0,21 ± 0,12 ^b	3,9 ± 0,06 ^b
Insektisida nabati 1,2%	35 ± 0,62 ^f	0,20 ± 0,1 ^b	3,7 ± 0,12 ^b
Insektisida Dipel WP	0 ± 0,00 ^a	0 ± 0,00 ^a	0 ± 0,00 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan pada taraf nyata 5%

Peningkatan rata-rata lama fase larva *S. litura* berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi formulasi campuran ekstrak uji, sehingga semakin tinggi konsentrasi formulasi campuran ekstrak uji maka semakin terhambat atau semakin lama fase larva. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ramadhan *et al.* (2016), bahwa semakin tinggi konsentrasi formulasi minyak mimba Azadin EC yang digunakan untuk perlakuan maka semakin lama fase larva *S. litura* sampai pada fase pupa. Taufika *et al.* (2020) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak uji yang digunakan maka semakin banyak kandungan senyawa toksik yang dapat menyebabkan kematian atau mengganggu

perkembangan dan pertumbuhan serangga uji.

Rata-rata yang dibutuhkan larva dari instar kedua sampai dengan instar keenam pada kelompok kontrol negatif adalah selama 12 hari. Lamanya fase larva pada kelompok kontrol sama dengan hasil penelitian Ramadhan *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa lama perkembangan larva *S. litura* dengan pakan tanpa perlakuan uji adalah selama 11,5-12 hari. Penelitian Taufika *et al.* (2020) juga menunjukkan bahwa lama fase larva *S. litura* yang dipelihara di laboratorium menggunakan pakan buatan formulasi Poitout tanpa perlakuan uji dari instar dua

sampai instar keenam adalah selama 12-13 hari.

Salah satu hormon yang berperan dalam pengaturan proses metamorfosis serangga adalah hormon *ecdyson*. Menurut Razak *et al.* (2014), pembentukan pupa dan imago pada serangga akan terganggu jika hormon *ecdyson* terganggu. Bentuk terganggunya perkembangan larva akibat terganggunya hormon *ecdyson* adalah terhambatnya proses perubahan instar (Fallon 2022). Menurut Taufika *et al.* (2020) lamanya fase larva disebabkan oleh senyawa tanin yang terdapat pada daun *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica*. Senyawa tanin akan menyebabkan enzim alfa amilase pada serangga berikatan dengan tanin, sehingga proses hidrolisis pati terhambat. Tanin juga menyebabkan pengurangan nafsu makan pada serangga. Terganggunya salah satu hormon karena terhambatnya produksi energi akan berdampak pada sistem hormon yang terdapat pada serangga secara keseluruhan, sehingga pertumbuhan dan perkembangan serangga terhambat.

Bobot Larva

Tabel 1 menunjukkan bahwa semua perlakuan konsentrasi insektisida nabati menyebabkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol negatif. Perlakuan pestisida nabati dengan konsentrasi 0,9% dan 1% memiliki pengaruh yang sama terhadap penurunan bobot larva. Perlakuan 1,1% dan 1,2% juga memiliki pengaruh yang sama terhadap penurunan bobot larva. Penurunan bobot larva berbanding terbalik dengan peningkatan konsentrasi campuran ekstrak uji. Semakin bertambah konsentrasi pestisida nabati, maka semakin rendah bobot larva. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual larva yang terpapar campuran ekstrak uji juga memiliki ukuran yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok kontrol positif. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Taufika *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa larva *S. litura* yang terpapar dengan campuran ekstrak uji memiliki berat pupa yang lebih ringan dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Senyawa tanin yang terdapat pada campuran ekstrak uji yaitu pada ekstrak *A. squamosa* dan rimpang *C. domestica* menyebabkan efek *antifeedant* sehingga mempengaruhi bobot larva dan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh larva *S. litura*. Hasil ini sejalan dengan pernyataan Ngegba *et al.* (2022) bahwa tanin merupakan senyawa makromolekul yang dihasilkan oleh tanaman dan berperan sebagai penolak nutrisi dan penghambat enzim α -amilase yang menyebabkan rendahnya pemecahan pati yang berfungsi sebagai sumber energi serangga untuk pertumbuhan. Penghambatan aktivitas enzim α -amilase yaitu dapat menurunkan kemampuan serangga dalam pencernaan pati yang merupakan sarana penyedia energi, sehingga fase larva *S. litura* memiliki bobot larva yang rendah.

Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan larva *S. litura* pada berbagai perlakuan tertera pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan menyebabkan perbedaan konsumsi pakan dengan kelompok kontrol negatif dan setiap kelompok perlakuan menyebabkan pengaruh yang sama terhadap konsumsi larva. Konsumsi pakan pada kelompok kontrol menandakan bahwa tidak ada efek *anti-feedant* pada larva *S. litura*.

Selama pengujian berlangsung, sebanyak 10% larva *S. litura* pada semua kelompok pengujian bersembunyi di dalam pakan dan 90% larva bergerak menjauh dari pakan serta mengeluarkan banyak kotoran. Larva *S. litura* yang berada pada kelompok kontrol memiliki perilaku cenderung mendekat pada pakan, bersembunyi di dalam pakan, dan aktif mengonsumsi pakan. Penelitian ini sejalan dengan Ramadhan *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa kelompok larva *S. litura* yang terpapar senyawa mimba Azadin 50 EC dengan efek *antifeedant* memiliki ciri menjauh dari pakan, sedangkan kelompok kontrol mendekat pada pakan, bersembunyi di dalam pakan, dan aktif makan.

Konsentrasi campuran ekstrak uji berbanding terbalik dengan konsumsi pakan *S. litura*. Semakin tinggi konsentrasi campuran ekstrak uji, maka semakin rendah konsumsi pakan *S. litura*. Hal ini kemungkinan konsentrasi campuran ekstrak uji yang tinggi memiliki lebih banyak senyawa aktif yang bersifat toksik sehingga konsentrasi campuran ekstrak uji yang tinggi memberikan pengaruh yang besar terhadap konsumsi pakan *S. litura*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Lodjo *et al.* (2020) yang mengemukakan bahwa semakin tinggi konsentrasi senyawa ekstrak gulma siam yang digunakan untuk perlakuan maka kandungan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik juga tinggi sehingga berdampak pada efek antifeedant pada larva *S. litura*. Efek antifeedant disebabkan oleh susunan senyawa kimia yang mempengaruhi sistem syaraf pusat serangga pada aktivitas makan. Antifeedant bekerja dengan cara merangsang syaraf penolak makan berupa kemoreseptor yang terdapat pada bagian mulut serangga. Reseptor kimia tersebut bekerjabersama reseptor kimia lainnya, dan menyebabkan gangguan persepsi rangsangan untuk makan (Susanti *et al.* 2015).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran ekstrak uji dapat memperpanjang stadium larva, mengurangi berat larva, dan menyebabkan efek *anti-feedant*, sehingga menurunkan konsumsi pakan *S. litura*. Perlu dilakukan pengujian lanjut skala *greenhouse* untuk mengetahui keefektifan dan memperoleh formulasi insektisida nabati yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Arivoli S, Tennyson S. 2012. Antifeedant activity of plant extract againts *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *American-Eurasian Journal of*

Agricultural & Environmental Sciences. 12(6):764-768.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Indonesia 2021*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Dougoud J, Toepfer S, Bateman M, Jenner WH. 2019. Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 39(4):1-22.
- Ente ZF, Rumape O, Duengo S. 2020. Efektivitas ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L.) sebagai insektisida nabati terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jamb J Chem*. 2(1):1-9.
- Fallon AM. 2022. From mosquito ovaries to ecdysone; from ecdysone to wolbachia: one woman's career in insect biology. *Insects*. 13(8):1-15.
- Fateha RN, Grasela M, Ichwan MN, Purwanti EW, Kurniasari I. 2021. Larvicidal and antifeedant activities of clove leaf oil against *Spodoptera litura* (F.) on soybean. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 21(1):20-25.
- Hikal WM, Baeshen RS, Said-Al Ahl HAH. 2017. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology*. 3(1):1-16.
- Indahsari NK. 2020. Effects of curcumin on stability and efficacy of neem leaves extract as botanical insecticides. *AGRIVITA*. 42(2): 331-340.
- Iqbal T, Ahmed N, Shahjeer K, Ahmed S, Awadh Al-Mutairi K, Fathy Khater H, Fathey Ali R. 2022. *Botanical insecticides and Their Potential as Anti-Insect/Pests: Are They Successful Against Insects And Pests?*. IntechOpen. London.
- Kamaraj C, Bagavan A, Elango G, Zahir A A, Rajakumar G, Marimuthu S, Santhoshkumar T, Rahuman AA. 2011. Larvicidal activity of medicinal plant extracts against anopheles subpictus & culex tritaeniorhynchus. *The Indian*

- Journal of Medical Research*. 134(1):101-106.
- Lina EC, Manuwoto S, Syahbirin G. 2017. Safety and effectiveness of mixed plant extracts formulation against cabbages pests under field conditions. *Journal of Biopesticides*. 10(1):25–34.
- Lodjo L, Lamangantjo CJ, Zakaria Z. 2020. Pengaruh filtrat batang gulma siam (*Chromolaena odorata*, L.) terhadap antifeedant ulat grayak, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Jambura Edu Biosfer Journal*. 2(2):37-43.
- Ngegba PM, Cui G, Khalid MZ, Zhong G. 2022. Use of botanical pesticides in agriculture as an alternative to synthetic pesticides. *Agriculture*. 12(5):1-24.
- Ramadhan RAM, Puspasari LT, Meliansyah R, Maharani R, Hidayat Y, Dono D. 2016. Bioaktivitas formulasi minyak biji *Azadirachta indica* (A. Juss) terhadap *Spodoptera litura* F. *Agrikultura*. 27(1):1-8.
- Ramaiah M, Maheswari TU. 2018. Biology studies of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* Fabricius. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6(5):2284–2289.
- Razak TA, Santhakumar T, Mageswari K, Santhi S. 2014. Studies on efficacy of certain neem products against *Spodoptera litura* (Fab.). *Journal of Biopesticides*. 77(Supp.):160-163.
- Senthil-Nathan, S. 2020. A review of resistance mechanisms of synthetic insecticides and botanicals, phytochemicals, and essential oils as alternative larvicidal agents against mosquitoes. *Frontiers in Physiology*. 10,1591:1-21.
- Susanti D, Widyastuti R, Sulisty A. 2015. Aktivitas antifeedant dan antioviposisi ekstrak daun tithonia terhadap kutu kebul. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 17(2):33-38.
- Taufika R, Erawati DN, Cahyaningrum DG, Fatimah T. 2022. Pengujian dua formulasi pakan berbeda pada perbanyakan massal serangga ulat grayak, (*Spodoptera litura* F.) pada Skala Laboratorium. *Agroteknik*. 5(2):161–171.
- Taufika R, Nugroho SA, Nuraisyah A. 2021. Efektivitas campuran ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L.) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) pada mortalitas larva *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 26(1):32–41.
- Taufika R, Sumarmi S, Nugroho SA. 2020. Efek subletal campuran ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L.) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap larva *Spodoptera litura* F. *AGROMIX*. 11(1):66–78.