

Potensi Oleoresin Gulma Daun Siam (*Chromolaena odorata*) pada Mortalitas Hama Lalat Buah (*Bactrocera cucurbitae*) pada Uji in-vitro

Oleoresin Potency of Siam Leaf (*Chromolaena odorata*) on Fruit Fly (*Bactrocera cucurbitae*) Mortality in In-Vitro Test

Nadia Yurenza, Rion Apriyadi & Ropalia*

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

*Corresponding author: ropalia.agrotekubb@gmail.com

ABSTRAK

Lalat buah (*B. cucurbitae*) merupakan hama utama yang menyerang tanaman buah-buahan dan sayur-sayuran yang menurunkan kualitas dan kuantitas hasil tanaman. Pengendalian lalat buah banyak menggunakan insektisida kimia karena lebih efektif dan praktis. Namun, penggunaan yang berlebihan berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Penggunaan pestisida botani menjadi pilihan alternatif untuk pengendalian lalat buah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi oleoresin gulma daun siam (*C. Odorata*) terhadap mortalitas hama *B. cucurbitae*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 taraf perlakuan yaitu: S0 (Akuades), S1 (Oleoresin daun siam 2%), S2 (Oleoresin daun siam 4%), S3 (Oleoresin daun siam 6%), S4 (Oleoresin daun siam 8%), S5 (Oleoresin daun siam 10%) dan diulang sebanyak empat kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan oleoresin gulma daun siam belum berpengaruh secara signifikan pada mortalitas dan laju mortalitas, namun potensi oleoresin dalam meningkatkan mortalitas *B. cucurbitae* seiring dengan meningkatnya konsentrasi aplikasi. Perlu pengujian peningkatan konsentrasi oleoresin >10% untuk mengendalikan hama *B. cucurbitae*.

Kata Kunci: Mortalitas, Oleoresin, Pestisida Nabati, Insektisida, Gulma

ABSTRACT

Fruit flies (*B. cucurbitae*) are the primary pests that attack fruit and vegetable crops and reduce the quality and quantity of products. Chemical insecticides have been widely used for controlling fruit flies because they are more effective and practical. However, their excessive use negatively impacts health and the environment. The use of botanical pesticides is an alternative for controlling fruit flies. This study aimed to determine the effect of oleoresin concentration of siam leaf weeds (*C. Odorata*) on *B. cucurbitae* mortality. This study used an experimental method with a completely randomized design (CRD) which consisted of six treatment levels: S0 (Aquades), S1 (2% siam leaf oleoresin), S2 (4% siam leaf oleoresin), S3 (6% siam leaf oleoresin), S4 (8% siam leaf oleoresin), and S5 (10% siam leaf oleoresin), repeated four times. The results showed that the application of siam leaf oleoresin had no significant effect on mortality (%) or mortality rates, and oleoresin had the potential to increase *B. cucurbitae* mortality as its concentration increased. It is necessary to test increasing concentrations of oleoresin > 10% to control *B. cucurbitae*.

Keywords: Mortality, Oleoresins, Botanical Pesticides, Insecticides, Weeds

PENDAHULUAN

Lalat buah merupakan hama penting dalam budidaya tanaman buah-buahan dan sayuran buah baik di daerah tropis maupun subtropis. Keberadaan lalat buah pada tanaman merupakan kendala kompleks yang selalu dihadapi petani (Wijaya et al., 2018). Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama lalat buah ini dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Kerusakan kuantitatif terjadi karena berkurangnya hasil panen akibat rontoknya buah yang terinfeksi saat masih muda (Sulfiani, 2018). Kerusakan bersifat kualitatif karena produk mengalami penurunan kualitas seperti noda hitam, pembusukan dan kerusakan pada bagian-bagian buah sehingga buah tidak lagi memiliki nilai jual (Fitriani et al., 2018). Hama lalat buah sangat merugikan produksi pertanian karena dapat menyebabkan intensitas kerusakan hingga 100% atau gagal panen (Arma et al., 2018).

Berlimpahnya tanaman inang sebagai sumber makanan lalat buah mempengaruhi keberadaan dan keanekaragaman spesies lalat buah di Indonesia (Sayuthi et al., 2019). Satu spesies lalat buah mampu menyerang berbagai spesies tanaman inang dan sebaliknya (Pujiastuti et al., 2020). Lalat buah tertarik pada buah saat mendekati kematangan karena aroma atau ekstraksi ester yang dikeluarkan oleh buah. Aroma dari senyawa-senyawa yang dikeluarkan oleh buah-buahan matang akan mempengaruhi preferensi lalat buah (Siregar et al., 2015). Salah satu tanaman inang lalat buah yaitu tanaman famili *cucurbitaceae* (Agustini et al., 2019).

Lalat buah memiliki banyak spesies. Salah satunya yaitu *Bactrocera cucurbitae*, yang menyebabkan serangan terbesar di Indonesia (Kaurow et al., 2015). Spesies lalat buah ini bersifat hama polifag dan virulen karena dapat menyerang inang dengan kerusakan yang tinggi (Astriani et al., 2020). Serangan lalat buah ditandai dengan terlihatnya bintik-bintik kecil berwarna hitam akibat bekas

tusukan ovipositor (Setlight et al., 2019). Sifat khas yang dimiliki oleh lalat buah yaitu mampu meletakkan telur di dalam buah. Keberadaan larva di dalam buah dapat mengakibatkan kerusakan pada buah (Sunarno & Ruruk, 2018).

Kerusakan yang diakibatkan oleh hama lalat buah akan menyebabkan kerugian sehingga diperlukan pengendalian. Lalat buah merupakan salah satu golongan hama yang sulit untuk dilakukan pengendalian (Indriyanti et al., 2013). Berbagai upaya telah dilakukan untuk pengendalian lalat buah seperti cara tradisional dengan melakukan pembungkusan buah maupun cara kimiawi dengan menggunakan insektisida kimia dan atraktan (Indriyanti et al., 2014). Teknik pengendalian hama lalat buah umumnya menggunakan atraktan *methyl eugenol* dan *cue lure* dan insektisida berbahan profenopos. Kelemahan penggunaan *methyl eugenol* dan *cue lue* hanya dapat menarik lalat buah jantan saja (Susanto et al., 2018) sedangkan penggunaan insektisida kimia beresiko terhadap cemaran lingkungan dan kesehatan. Pestisida kimia yang terakumulasi dalam tanah dapat menyebabkan kerusakan tanah (Astuti & Widyastuti, 2016).

Pengendalian insektisida nabati merupakan salah satu cara pengendalian yang ramah lingkungan dan aman untuk diterapkan. Pengendalian menggunakan insektisida nabati juga mampu memperbaiki dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih (Kardinan, 2019). Insektisida nabati dapat diperoleh dari ekstrak oleoresin gulma lokal (Utami et al., 2020). Penggunaan gulma sebagai insektisida memiliki berbagai kelebihan diantaranya senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam gulma bersifat organik dan tidak bersifat racun, bahan baku berlimpah, murah, tidak meninggalkan residu pada produk budidaya, kompatibel dengan pengendalian hama terpadu, dan hama tidak resisten (Tampubolon et al., 2018).

Salah satu gulma yang berpotensi sebagai insektisida nabati yaitu gulma daun siam (*Chromolaena odorata*) karena mengandung

senyawa fenol, alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid (eupatorin) dan limonene (Octavia et al., 2019). Pemanfaatan gulma sebagai insektisida dapat menggunakan oleoresinnya. Oleoresin adalah kumpulan senyawa metabolit sekunder pada tanaman yang diperoleh dari hasil ekstraksi menggunakan pelarut (Khasanah et al., 2017). Kelebihan penggunaan oleoresin adalah kemurnian zat kimia yang terkandung dan rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak biasa (Anam, 2010) serta bebas dari mikroorganisme dan dapat disimpan lama (Jayanudin et al., 2019).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada Bulan Desember 2021 sampai April 2022 di Laboratorium Dasar, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dan dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi oleoresin gulma daun siam. Terdiri dari 6 (enam) taraf perlakuan yaitu S0: (Akuades), S1: (Oleoresin Gulma Daun Siam 2%), S2: (Oleoresin Gulma Daun Siam 4 %), S3: (Oleoresin Gulma Daun Siam 6 %), S4: (Oleoresin Gulma Daun Siam 8 %), S5: (Oleoresin Gulma Daun Siam 10 %). Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga memiliki 24 unit percobaan.

Rearing lalat buah

Rearing merupakan proses pengembangbiakan serangga termasuk lalat buah, pada penelitian ini dilakukan dari tahapan larva hingga dewasa. Rearing dalam penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan lalat buah yang telah menjadi dewasa yang digunakan sebagai obyek penelitian. Rearing lalat buah mengacu pada metode Sahetapy et al. (2019). Buah-buah terinfestasi dengan gejala terdapat bekas tusukan ovipositor lalat buah betina pada permukaan kulit buah yang diambil dari kebun petani. Buah dimasukkan ke dalam stoples plastik yang dialasi tanah setinggi 3 cm dan ditutup menggunakan kain kelambu. Larva yang berkembang jadi imago akan keluar dari

buah. Imago lalat buah pada toples *rearing* diberi pakan berupa madu dengan konsentrasi 10% yang diaplikasikan pada kapas dan diletakkan dalam toples.

Ekstraksi Oleoresin

Ekstraksi oleoresin gulma daun siam mengacu pada metode Khasanah et al. (2018). Daun gulma siam dicacah dan dikeringanginkan. Setelah kering gulma dihaluskan menjadi bubuk sebanyak 1 kg. Bubuk gulma dilarutkan dalam 6 L etanol 70%. Larutan didiamkan selama 12 jam dalam suhu ruang. Larutan disaring menggunakan vakum filtrat. Filtrat diuap menggunakan *rotary evaporator vacuum* pada suhu 80 °C dengan kecepatan konstan 95 rpm untuk mendapatkan oleoresin.

Aplikasi Oleoresin

Setiap unit percobaan terdiri dari 1 stoples plastik yang berisi 5 (lima) ekor lalat buah. Oleoresin dilarutkan dalam akuades sesuai konsentrasi dan diaplikasikan pada lalat buah dengan cara disemprot menggunakan *hand sprayer* dengan volume penyemprotan 0,5 ml. Aplikasi oleoresin gulma daun siam dilakukan sebanyak 2 kali, aplikasi pertama dilakukan pada hari ke 1, aplikasi ke dua dilakukan 7 hari setelah aplikasi pertama.

Analisis Data

Penghitungan tingkat mortalitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sinaga, 2009) :

$$\text{Rumus: } M = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan :

M = Persentase mortalitas hama (%)

a = Jumlah hama yang hidup

b = Jumlah hama yang mati

Penghitungan kecepatan kematian atau laju mortalitas menggunakan rumus sebagai berikut (Setiawan & Supriyadi, 2014):

$$\text{Rumus: } V = \frac{T_{1n1} + T_{2n2} + T_{3n3} + \dots + T_{nn}}{N}$$

Keterangan:

V = Kecepatan kematian

T = Waktu pengamatan

n = Jumlah serangga yang mati

N = Jumlah serangga yang diujikan

Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji F dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila data menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT pada tingkat kepercayaan 95% sedangkan data kualitatif disajikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

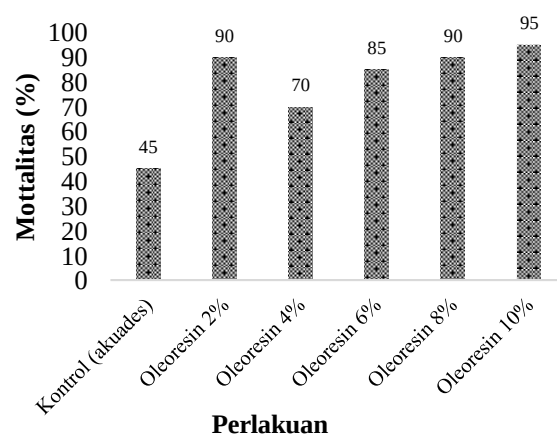
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa uji potensi oleoresin gulma daun siam sebagai insektisida nabati berpengaruh tidak nyata terhadap mortalitas dan laju mortalitas (Tabel 1). Konsentrasi oleoresin yang diaplikasikan belum mampu membunuh lalat buah secara signifikan. Islamy dan Asngad (2018) menyatakan insektisida nabati tanaman kemangi dan kulit jeruk nipis efektif membunuh lalat buah pada konsentrasi 20%. Selain itu, diduga bahwa senyawa yang terkandung dalam gulma daun siam dengan konsentrasi yang diberikan masih mampu didetoks oleh lalat buah. Setiap serangga memiliki kemampuan dan mekanisme dalam mengenal senyawa-senyawa asing sehingga ketahanan diri serangga tergantung dari seberapa besar performa serangga tersebut (Widakdo & Setiadevi, 2017). Setelah aplikasi oleoresin, lalat buah masih terbang namun tidak aktif seperti pada perlakuan kontrol (disemprot akuades). Lalat buah pada perlakuan oleoresin akan terbang ketika toples penangkar diketuk sedangkan lalat buah pada kontrol masih aktif terbang. Kehadiran senyawa-senyawa asing (*foreign compounds*) dalam makanan serangga dapat memberikan respon yang mengakibatkan penolakan atau adaptasi oleh serangga (Putri, 2016). Adaptasi serangga terhadap senyawa racun dengan meningkatkan daya cerna serangga dan melakukan detoksifikasi secara enzimatik (Lina et al., 2015).

Tabel 1. Hasil sidik ragam uji potensi oleoresin gulma daun siam tingkat mortalitas dan laju mortalitas

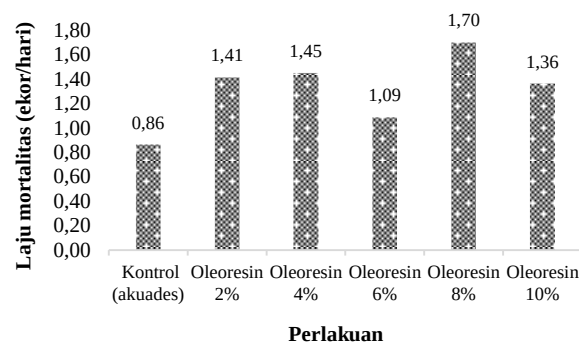
Peubah	Pr > F	KK(%)
Tingkat Mortalitas	0.08 ^{tn}	31.08
Laju Mortalitas	0.45 ^{tn}	45.29

Keterangan: KK= koefisien keragaman; tn= berpengaruh tidak nyata; Pr>F= nilai probabilitas.

Oleoresin gulma daun siam ini ada potensi dalam membunuh hama lalat buah pada konsentrasi yang lebih tinggi dari 10%. Hal ini dapat diduga dengan adanya pola meningkatnya tingkat mortalitas sejalan dengan meningkatnya konsentrasi oleoresin yang diberikan (Gambar 1). Widakdo dan Setiadevi (2017) juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi pestisida nabati ekstrak buah bintaro maka semakin menurun populasi hama ulat buah. Meskipun pada laju mortalitas lalat buah tidak menunjukkan pola tertentu dengan tingkatan konsentrasi oleoresin yang diberikan (Gambar 2).



Gambar 1. Tingkat mortalitas hama lalat buah 12 hari setelah aplikasi



Gambar 3. Laju mortalitas hama lalat buah selama 12 hari setelah aplikasi oleoresin gulma daun siam

Senyawa-senyawa yang terkandung pada gulma daun siam berpotensi untuk

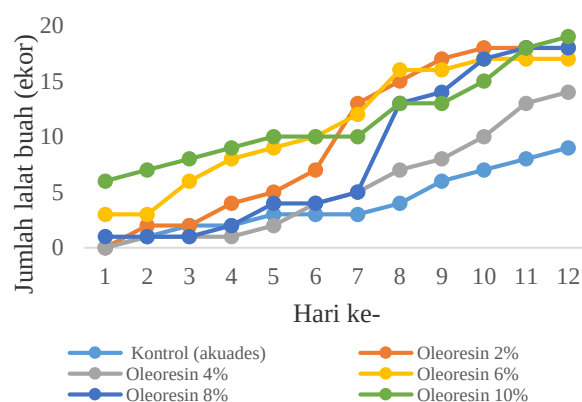
mengendalikan hama (Tampubolon *et al.*, 2018). Sirinthipaporn dan Jiraungkoorskul (2017) menyatakan bahwa daun siam mengandung senyawa alkaloid, tanin, sesquiterpenoid, flavonoid, dan saponin. Minyak esensial dari daun kering gulma daun siam juga mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti α -pinene (42.2%), β -pinene (10.6%), germacrene D (9.7%), β -copaen-4 α -ol (9.4%), geijerene/pregeijerene (7.5%) dan (E)-caryophyllene (5.4%) (Umam, 2019). Senyawa tanin dan saponin yang terkandung di dalam oleoresin daun siam bertindak sebagai *antifeedant* (penghambat makan) bagi serangga. Senyawa ini mengakibatkan menurunnya nafsu makan sehingga serangga menjadi kelaparan dan mengalami kematian (Lumowa & Bardin, 2018). Aktivitas enzim pencernaan amilase dan protease dapat dihambat oleh senyawa tanin. Senyawa ini menyebabkan gangguan proses penyerapan dan pencernaan serangga karena memiliki sifat mengikat protein, mineral dan karbohidrat pada tubuh (Febrianti & Rahayu, 2012; Islamy & Asngad, 2018). Senyawa saponin dapat menyebabkan perubahan struktural membran sel dan pembengkakan dinding sel usus serangga. Hal ini dikarenakan saponin mampu meningkatkan permeabilitas membrane sel (Ghimere *et al.*, 2019).

Alkaloid merupakan senyawa yang bersifat racun perut atau *stomach poisoning* (Supriningrum *et al.*, 2016). Senyawa ini mampu menghambat aktivitas makan bagi serangga sehingga menyebabkan terganggunya saluran pencernaan pada serangga (Asikin & Khairullah, 2021). Flavonoid merupakan racun yang menyerang sistem pernafasan pada tubuh serangga (Yunus *et al.*, 2022). Flavonoid bekerja dengan masuk melalui spirakel ke dalam tubuh serangga sehingga menyebabkan penurunan kinerja saraf dan kerusakan pada spirakel, akibatnya serangga tidak dapat bernafas dan akhirnya mati (Sigit *et al.*, 2022). Flavonoid diduga menghambat sistem pengangkutan elektron sehingga mengganggu

metabolisme energi di dalam mitokondria (Rimijuna *et al.*, 2017).

Senyawa sisquiterpenoid memiliki kemampuan merusak sistem saraf antara sel saraf dan sel otot serangga (Oktary *et al.*, 2015). Terhambatnya aktivitas enzim asetilkolinesterase mengakibatkan rusaknya sistem saraf dan otot menjadi tidak bekerja secara maksimal sehingga serangga tidak dapat makan dan akhirnya mati (Fauzana & Faradilla, 2018).

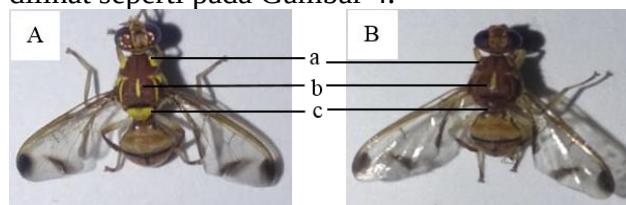
Aplikasi oleoresin gulma daun siam dilakukan 2 (dua) kali karena pada aplikasi pertama hanya konsentrasi 10% yang dapat membunuh relatif lebih tinggi. Oleoresin mengandung senyawa yang mudah menguap, hal ini dapat dideteksi dengan aroma oleoresin yang dihasilkan sangat menyengat. Selain itu, siklus hidup lalat buah yang relatif pendek sekitar 18 hari untuk melihat efektivitas oleoresin terhadap kematian lalat buah dalam waktu yang lebih lama dapat menjadi bias. Pada aplikasi kedua (hari ke-7 pengamatan), terjadi peningkatan kematian hama lalat buah yang cukup tinggi (Gambar 3). Widakdo dan Setiadevi (2017) menyatakan bahwa semakin lama waktu aplikasi pestisida nabati buah bintaro (*Cerbera manghas* L.) maka kematian hama ulat buah semakin meningkat.



Gambar 3. *Trend mortalitas lalat buah selama 12 hari dengan dua kali aplikasi oleoresin gulma daun siam*

Aplikasi oleoresin gulma daun siam memberikan perubahan warna pada lalat buah.

Bagian *scutum* (a) sebelum aplikasi berwarna kuning cerah, namun setelah aplikasi berubah menjadi coklat kehitaman. Bagian *postpronotal* (b) lalat buah terdapat garis-garis kuning, namun setelah aplikasi berubah memudar dan garis-garis kuning tidak tampak. *Scutellum* (c) terdapat bagian kuning terang, namun setelah aplikasi mengalami perubahan warna menjadi kehitaman. Perubahan warna tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Perubahan warna lalat buah: sebelum aplikasi oleoresin gulma siam (A) dan setelah aplikasi (B). *Scutum* (a); *Postpronotal lobe* (b); dan *Scutellum* (c).

Proses perubahan warna ini terjadi akibat proses melanisasi. Erawati (2022) juga menyatakan bahwa pemberian ekstrak berbagai jenis gulma menyebabkan terjadinya melanisasi pada tubuh *Bactrocera cucurbitae*. Melanisasi terjadi sebagai salah satu bentuk respon tubuh serangga terhadap senyawa-senyawa asing yang masuk ke dalam tubuh dan terserap yang menghasilkan pigmen coklat tua atau kehitaman (Oktadiana & Ningsih, 2020). Permadi dan Fitrihidajati (2019) juga menyatakan bahwa adanya senyawa bioaktif yang masuk dan terserap dalam tubuh serangga menyebabkan sel-sel mati sehingga berwarna lebih gelap dan menghitam serta kaku dan kering.

KESIMPULAN

Uji potensi oleoresin gulma daun siam pada skala laboratorium berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat dan laju mortalitas hama lalat buah (*B. cucurbitae*). Namun, ada potensi peningkatan mortalitas hama lalat buah dengan peningkatan konsentrasi aplikasi >10% dan terjadi perubahan warna pada *scutum*, *postpronotal*, dan *scutellum* lalat buah yang diaplikasikan oleoresin.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, N.W.S., Sunari, A.A.A.S., & Yuliadhi, K. (2019). Kelimpahan populasi dan persentase serangan lalat buah (*Bactrocera* Spp.) (Diptera: Tephritidae) pada tanaman mentimun (*Cucumis Sativus* L.) di beberapa kabupaten Provinsi Bali. *J. Agric. Sci. and Biotechnol*, 8(1): 22–30.
- Anam, C. (2010). Ekstraksi oleoresin jahe (*Zingiber officinale*) kajian dari ukuran bahan, pelarut, waktu dan suhu. *Pertanian MAPETA*, 12(2): 101–110.
- Arma, R., Sari D.E., & Irsan. (2018). Identifikasi hama lalat buah (*Bactrocera* SP) pada tanaman cabe. *Agrominansia*, 3(2): 109–120.
- Asikin, S. & Khairullah, I. (2021). Efektivitas Ekstrak gulma rawa sebagai bahan bioinsektisida untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Agricultura*, 32(2): 85–92.
- Astriani, M., Rostaman., & Ismangil. (2020). Keefektifan bakteri *Serratia endosymbion* terhadap lalat buah melon (*Bactrocera cucurbitae*). *Agro Wiralodra*, 3(2): 60–67.
- Astuti, W. & Widyastuti, C.R. (2016). Pestisida organik ramah lingkungan pembasmi hama tanaman sayur. *Jurnal Penerapan Teknologi Dan Pembelajaran*, 14(2): 115–120.
- Erawati, A. (2022). Uji potensi ekstrak gulma lokal sebagai kandidat insektisida nabati dalam mengendalikan hama lalat buah (*Bactrocera cucurbitaceae*). [skripsi]. Bangka : Universitas Bangka Belitung.
- Fauzana, H. & Faradilla, N. (2018). Uji konsentrasi ekstrak daun krinyuh (*Eupatorium odoratum* L.) sebagai racun perut terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 7(2): 108–115.
- Febrianti, N. & Rahayu, D. (2012). Aktivitas insektisidal etanol daun kerinyuh (*Eupatorium odoratum* L.) terhadap wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal). Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi

- FKIP UNS: 661–664.
- Fitriani, V., Karno, R., & Brahana, E.M. (2018). Identifikasi lalat buah (Diptera: Tephritidae) pada kebun jeruk di kecamatan rambah samo kabupaten Rokon Hulu. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 10(2): 29–32.
- Ghimere, B.K. Ghimere, B., Yu, Y.C., & Chung, I. (2019). Allelopathic and autotoxic effects of *medicago sativa*—derived allelochemicals. *Plants*, 8(233): 1–18.
- Indriyanti, D.R., Isnaini, Y.N., & Priyono, B. (2014). Identifikasi dan kelimpahan lalat buah *bactrocera* pada berbagai buah terserang. *Biosaintifika*, 6(1): 39–44
- Indrayanti, D.R., Martono, E., Trisyono A, & Witjaksono. (2013). Ketertarikan (*Bactrocera carambolae* Diptera: Tephritidae) pada senyawa volatil olahan limbah kakao. *Biosaintifika*, 5(1) : 25–29
- Islamy, N.F. & Asngad, A. (2018). Pemanfaatan tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan kulit jeruk nipis sebagai insektisida nabati terhadap pengendalian lalat buah dalam berbagai konsentrasi dan pelarut. Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek III, 2008: 418–423.
- Jayanudin., Rochmadi., Fahrurrozi, M., & Wirawan, K. (2019). Peluang oleoresin jahe sebagai sumber bahan baku berkelanjutan untuk obat-obatan. *Jurnal Integrasi Proses*, 8(2): 82–90.
- Kardinan, A. (2019). Prospek insektisida nabati berbahan aktif metil eugenol ($C_{12}H_{24}O_2$) sebagai pengendali hama lalat buah *Bactrocera* Spp . (Diptera : Tephritidae). *Perspektif*, 18(1): 16–27.
- Kaurow, H.A., Tulung, M., & Pelealu, J. (2015). Identifikasi dan populasi lalat buah *Bactrocera* spp. pada areal tanaman cabe, tomat, dan labu siam. *Eugenia*, 21(3): 105–110.
- Khasanah, L.U., Anandhito, B.K., Uyun, Q., Utami, R., & Manuhara, G.J. (2017). Optimasi proses ekstraksi dan karakterisasi oleoresin daun kayu manis (*Cinnamomum Burmanii*) dua tahap. *Indonesian Journal Of Essential Oil*, 2(1): 20–28.
- Lina, E.C., Dadang., Manuwoto, S., & Syahbirin, G. (2015). Gangguan fisiologi dan biokimia *Crocicidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera : Crambidae) akibat perlakuan ekstrak campuran *Tephrosia vogelli* dan *Piper aduncum*. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12(2): 100–107.
- Lumowa, S.V.T. & Bardin, S. (2018). Uji fitokimia kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) bahan alam sebagai pestisida nabati berpotensi menekan serangan serangga hama tanaman umur pendek. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1(9): 465–469.
- Octavia, D.I., Rahyuni, D., & Nasirudin. (2019). Potensi gulma sebagai pestisida nabati. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(1): 1–17.
- Oktadiana, I., & Ningsih, V.D. (2020). Aktivitas penolak serangga (*Insect Repellent*) ekstrak klorofom biji mimba (*Azadirachta Indica*) terhadap kutu beras (*Calandra Oryzae*). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1(2): 55–63.
- Oktary, A.P., Ridhwan, M., & Armi. (2015). Ekstrak daun kirinyuh (*Eupotarium odoratum*) dan lalat buah (*Drosophila melanogaster*). *Serambi Akademica*, 3(2): 335–342.
- Permadi, M.S.D., & Fitrihidajati, H. (2019). Pengaruh pemberian ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) terhadap mortalitas kutu daun (*Aphis gossypii*). *LenteraBio*, 8(2): 101–106.
- Pujiastuti, Y., Irsan, C., Herlinda, S., Kartini, L., & Yulistin. E. 2020. Keanekaragaman dan pola keberadaan lalat buah (Diptera : Tephritidae) di Provinsi Sumatera Selatan. *Entomologi Indonesia*, 17(3): 125–135.
- Putri, D.A. (2016). Pengaruh Pemberian Ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura*) terhadap lalat buah *Bactrocera carambolae*. *Journal of Biology*, 9(2): 139–143.
- Rimijuna, I., Yenie, E., & Elystia, S. (2017).

- Pembuatan pestisida nabati menggunakan metode ekstraksi dari kulit jengkol dan umbi bawang putih. *Jom FTEKNIK*, 4(1): 1–6.
- Sahetapy, B., Uluputty, M.R., & Naibu, L. (2019). Identifikasi lalat buah (*Bactrocera* spp.) asal tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) dan belimbing (*Averrhoa carambola* L.) di Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agrikultura*, 30(2): 63–74.
- Sayuthi, M., Hasnah., Rusdy, A., & Noera, C.D.P.S. (2019). Persebaran lalat buah (Diptera: Tephritidae) pada pasar tradisional di Provinsi Aceh. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 5(1): 89–94.
- Setiawan, A.N. & Supriyadi, A. (2014). Uji Efektivitas berbagai konsentrasi pestisida nabati bintaro (*Cerbera manghas*) terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman kedelai. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 2(2): 99–105.
- Setlight, M.D., Meray, E.R.M., & Lengkong, M. (2019). Jenis dan serangan hama lalat buah (*Bactrocera dorsalis*) pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) di desa Taraitak kecamatan langowan utara kabupaten Minahasa. *COCOS*, 2(6): 1–7.
- Sigit, M., Rahmawati, I., Candra, A.Y.R., & Prasetyo., F.B. (2022). Pengaruh pemberian ekstrak daun lidah buaya (*Aloevera*) terhadap mortalitas larva nyamuk. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*, 12(1): 5–9.
- Sinaga, R. (2009). Uji efektivitas pestisida nabati terhadap hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). [skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Siregar, A.F.M., & Sutikno, A. (2015). Identifikasi lalat buah (*Bactrocera* spp.) pada tanaman buah di beberapa kabupaten provinsi Riau. *Jom Faperta*, 2(2): 1–8.
- Sirinhipaporn, A., & Jiraungkoorskul, W. (2017). Wound healing property review of siam weed, *Chromolaena odorata*. *Pharmacognosy Reviews*, 11(21): 35–38.
- Sulfiani. (2018). Identifikasi lalat buah (*Bactrocera* spp.) pada tanaman hortikultura di Kabupaten Wajo. *Jurnal Perbal Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo*, 6(1): 1–19.
- Sunarno & Ruruk, M. (2018). Pengaruh konsentrasi fuli pala terhadap daya tangkap lalat buah (*Bactrocera* sp.) di kebun buah kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 4(1): 404–414.
- Supriningrum, R., Sapri., & Pranamala, V.A. (2016). Uji Toksisitas akut ekstrak etanol akar Kb (*Coptosapelta tomentosa* Valetton ex K. Heyne) dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Jurnal Ilmiah Manutung*, 2(2): 161–165.
- Susanto, A., Natawigena, W. D., Puspasari, L. T., Inne, N., & Atami, N. (2018). Pengaruh penambahan beberapa esens buah pada perangkap metil eugenol terhadap ketertarikan lalat buah *Bactrocera dorsalis* kompleks pada pertanaman mangga di Desa Pasirmuncang, Majalengka. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 22(2): 150–159.
- Tampubolon, K., Sihombing, F.N., Purba, Z., Samosir, S.T.S., & Karim, S. (2018). Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia. *Jurnal Kultivasi*, 17(3): 683–693.
- Umam, K. (2019). Diversifikasi produk lokal yang berdaya saing global berbasis tanaman kirinyuh (*Chromolaena odorata*). *Prosiding SINTESA*: 231–238.
- Utami, S., Murningsih., & Muhammad, F. (2020). Keanekaragaman dan dominansi jenis tumbuhan gulma pada perkebunan kopi di hutan wisata Nglimut Kendal Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2):411–416.
- Widakdo, D.S.W.P.J. & Setiadevi, S. (2017). Respon hama ulat buah melon terhadap

- aplikasi pestisida nabati buah bintaro (*Cerbera manghas* L.) pada berbagai konsentrasi. *Agrotech Research Journal*, 1(2): 48–51.
- Wijaya, I.N., Adiartayasa, W., & Dwipananda. I. (2018.) Kerusakan dan kerugian akibat serangan lalat buah (Diptera : Tephritidae) pada pertanaman jeruk. *AGROTROP*, 8(1): 65–70.
- Yunus, A., Wahyuni, D. F., & Nurzak, A. N. (2022). Formulasi ekstrak etanol daun alpukat (*Persea americana* Mill) dan daun sirih (*Piper betle*) sebagai *repellant* (Anti Nyamuk) berbentuk mat elektrik terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(1): 214–133.