

Sutikno dkk., 2025

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK TEPUNG DAUN SIRIH (*Piper betle* L.) TERHADAP LARVA *Helicoverpa armigera* Hubner

Agus Sutikno¹⁾, Pajri Ananta Yudha^{1)*}, Adi Akbar¹⁾

¹⁾Fakultas Pertanian, Jurusan Agroteknologi, Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Jl. H.R. Soebrantas KM 12,5, Bina Widya, Pekanbaru, Riau; Telp (0761) 63272,

*corresponding author :pajrianantayudha@gmail.com

* Received for review October 01, 2024 Accepted for publication February 10, 2025

Abstract

Helicoverpa armigera is a major pest of maize crops and the losses caused by this pest are quite significant. Betel leaf is a part of plant that potential as botanical insecticide. The research aimed to examine several concentrations of betel leaf flour extract to control *H. armigera*. The research was conducted in Laboratory of Plant Pest, Faculty of Agriculture, Riau University from March to May 2023. Completely randomized design that consisted five treatments and four replicates was used as in the study. A completely randomized design (CRD) consisting of 5 treatments was used in this study. The treatments were flour extracts of betel leaf (0 g/l water, 25 g/l water, 50 g/l water, 75 g/l water and 100 g/l water). The result showed the concentration 75 g/l water was the effective treatment to control *H. armigera* larvae. The total mortality of *H. armigera* larvae in the treatment was 85% with early lethal time (LT) was 15.25 hours after application and lethal time 50 (LT 50) was 41 hours after application. *Piper betel* was a potential plant as botanical insecticide to control *H. armigera*.

Keywords: Effectiveness, betel leaf, *Helicoverpa armigera*

Abstrak

Helicoverpa armigera merupakan hama utama tanaman jagung dan kerugian yang ditimbulkan oleh hama ini cukup signifikan. Daun sirih merupakan bagian tanaman yang potensial sebagai insektisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk menguji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih untuk mengendalikan *H. armigera*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hama, Fakultas Pertanian, Universitas Riau. Rancangan acak kelompok yang terdiri atas lima perlakuan dan empat ulangan digunakan dalam penelitian ini. Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan digunakan pada penelitian ini. Perlakuan berupa ekstrak tepung daun sirih (0 g/l air, 25 g/l air, 50 g/l air, 75 g/l air, dan 100 g/l air). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 75 g/l air merupakan perlakuan yang efektif untuk mengendalikan larva *H. armigera*. Mortalitas total larva *H. armigera* pada perlakuan sebesar 85% dengan waktu awal kematian pada 15,25 jam setelah aplikasi dan LT₅₀ terjadi pada 41 jam setelah aplikasi. Daun sirih merupakan bagian tanaman sirih yang potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan *H. armigera*.

Kata Kunci: Efektivitas, daun sirih, *Helicoverpa armigera*.



Copyright © 2025 The Author(s)

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman yang mengandung nutrisi dan serat kasar yang tinggi sebagai bahan pokok pengganti beras (Laluja *et al.*, 2017). Selain itu, jagung merupakan bahan

Sutikno dkk., 2025

baku pakan ternak dan juga industri. Salah satu jenis jagung yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat adalah jagung manis, *Zea mays saccharata* Sturt (Kantikowati et al., 2023).

Salah satu permasalahan dalam budi daya jagung manis di Provinsi Riau adalah serangan *Helicoverpa armigera*. Secara umum, pengendalian hama ini dilakukan dengan penggunaan pestisida sintetik. Dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijak adalah resistensi dan resurgensi hama, matinya organisme non-target, dan polusi lingkungan yang diakibatkan oleh residu yang ditinggalkan (Sinambela, 2024). Salah satu alternatif untuk menggantikan pestisida sintetik dalam mengendalikan *H. armigera* adalah penggunaan pestisida nabati dan di antara tumbuhan yang dimanfaatkan adalah sirih atau dalam bahasa ilmiah dikenal dengan *Piper betle* (Sritamin & Singarsa, 2017).

Daun sirih merupakan bagian tanaman yang potensial sebagai bahan insektisida nabati. Bagian ini mengandung minyak atsiri hidroksivacicol, kavicol, kavibetol, allypyrokatekol, karvaktol, euganol, euganol metil terpenena, sasquiterpena, fenil, propane, tanin, diastase, gula, dan pati (Daswito et al., 2019). Tanin merupakan makro molekul yang berperan sebagai racun kontak dan perut bagi serangga. Tanin masuk ke dalam tubuh serangga melalui pakan serangga dan menghambat aktifitas enzim yang mengganggu pencernaan serangga sehingga menyebabkan kematian serangga (Tima & Supardi, 2021). (Rianida et al., 2017) melaporkan bahwa ekstrak daun sirih dengan konsentrasi 10% mampu menyebabkan mortalitas ulat api sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih efektif dalam mengendalikan ulat api. (Dadang & Prijono, 2008) menyatakan bahwa pestisida nabati dikatakan efektif jika mampu mematikan serangga uji sebesar sama atau lebih dari 80% dengan konsentrasi pestisida nabati yang diaplikasikan tidak melebihi 10% dengan menggunakan pelarut air. Pemanfaatan ekstrak daun sirih untuk mengendalikan *H. armigera* sejauh ini belum dilaporkan sehingga dibutuhkan informasi tentang pengaruh aplikasi ekstrak daun sirih sebagai insektisida untuk mengendalikan *H. armigera*. Tujuan penelitian ini untuk menguji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih yang efektif untuk mengendalikan *H. armigera*.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah larva penggerek tongkol jagung (*H. armigera*) instar III, tongkol jagung, daun sirih (*Piper betle*), serbuk gergaji, madu, kapas, tisu, air dan sabun krim. Alat-alat yang digunakan adalah kurungan imago ukuran panjang sisi 18 cm, wadah plastik berdiameter 20 cm dan tinggi 22 cm, wadah plastik berdiameter 2,5 cm dan tinggi 4 cm, gunting, blender, saringan 18 mesh, ayakan, timbangan analitik, botol air mineral kosong, pinset, kain kassa, kawat, batang pengaduk, *termohyrometer*, gelas beker, gelas ukur, *hand sprayer* ukuran 250 ml, alat-alat tulis, kamera dan kertas label.

2.2 Metode

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAL) dengan lima perlakuan. Perlakuan yang diberikan adalah beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih dengan konsentrasi 0, 25, 50, 75, dan 100 g.l⁻¹ air. Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga 20 unit percobaan didapatkan pada penelitian ini. Setiap unit percobaan diinfestasikan 10 larva *H. armigera* instar ke-3.

Sutikno dkk., 2025

2.2.1 Pengadaan dan pembiakan larva *H. armigera*

Pengadaan larva *H. armigera* dilakukan dengan pengumpulan larva dari pertanaman jagung manis yang memiliki ciri-ciri terserang larva *H. armigera*. Larva diperoleh dari pertanaman jagung di Kelurahan Maharatu, Kecamatan Marpoyan Damai, Kota Pekanbaru, Riau.

Larva yang telah dikumpulkan dimasukkan ke dalam gelas plastik dengan diameter 7 cm dan tinggi 5 cm, kemudian ditutup dengan kain kasa. Larva dipelihara secara individual, kemudian tongkol jagung muda dipotong kecil dengan ukuran 3 cm dimasukkan ke dalam gelas plastik sebagai pakan larva dan diberikan hingga larva berpupa. Pupa kemudian dipindahkan ke dalam stoples plastik dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang diisi serbuk gergaji. Setelah pupa menjadi imago, imago kemudian dipindahkan ke dalam stoples dan berkopulasi secara massal. Pada stoples tersebut, diletakkan kapas di atas kain kassa yang telah dicelupkan dalam larutan madu dengan perbandingan 1:10 sebagai pakan imago. Tongkol jagung juga dimasukkan ke dalam stoples tersebut sebagai tempat imago meletakkan telur. Telur yang telah diletakkan pada kemudian dipindahkan ke dalam stoples. Setelah telur menetas, larva dipelihara secara individual dan diberi makan potongan kecil tongkol jagung muda dengan ukuran 3 cm.

2.2.2 Pembuatan ekstrak tepung daun sirih

Daun sirih diambil dari kebun masyarakat di Kelurahan Maharatu, Kecamatan Marpoyan Damai, Kota Pekanbaru. Daun sirih diambil dengan ciri-ciri berwarna hijau muda sebanyak 5 kg. Daun sirih dicuci bersih dan dikeringanginkan selama tiga hari. Setelah itu, daun dipotong-potong menggunakan gunting dengan ukuran 2 cm, lalu dihaluskan dengan blender dan kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 18 mesh. Tepung daun sirih ditimbang menggunakan timbangan analitik sesuai dengan konsentrasi perlakuan, yaitu sebanyak 25, 50, 75, dan 100 g. Setiap tepung daun sirih perlakuan ditambahkan air sebanyak satu liter dan satu g sabun krim, kemudian diaduk menggunakan batang pengaduk sampai homogen. Larutan tersebut didiamkan selama tiga jam, kemudian disaring menggunakan saringan 18 mesh.

2.2.3 Infestasi larva *H. Armigera*

Larva *H. armigera* instar III diinfestasikan sebanyak satu individu ke dalam setiap wadah unit percobaan yang berdiameter 2,5 cm dengan tinggi 4 cm yang terdapat tongkol jagung ukuran 3 cm sebagai pakan larva.

2.2.4 Kalibrasi volume semprot aplikasi

Hand sprayer ukuran 250 ml diisi dengan air, kemudian disemprotkan pada tongkol jagung secara merata sampai basah. Hasil kalibrasi diperoleh dengan cara menghitung volume air sebelum disemprotkan dikurangi volume air yang tersisa di dalam *handsprayer*. Hasil kalibrasi yang diperoleh di dalam penelitian ini sebanyak 5 ml atau setara dengan 20 kali semprot ekstrak tepung daun sirih.

2.2.5 Aplikasi perlakuan

Aplikasi perlakuan konsentrasi ekstrak tepung daun sirih dilakukan dengan cara menyemprot larva *H. armigera* beserta tongkol jagung menggunakan *hand sprayer* 250 ml secara merata sampai basah berdasarkan hasil kalibrasi volume semprot. Aplikasi perlakuan dilakukan satu jam setelah infestasi larva, yaitu pukul 18.00 WIB.

Sutikno dkk., 2025

2.2.6 Pengamatan

Waktu awal kematian

Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mematikan paling awal salah satu larva *H. armigera* pada setiap perlakuan ekstrak tepung daun sirih. Pengamatan dilakukan setiap jam setelah aplikasi.

Lethal time 50 (LT₅₀)(jam).

Pengamatan dilakukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk setiap konsentrasi ekstrak tepung daun sirih dapat mematikan 50% populasi larva *H. armigera* pada setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan setiap jam setelah aplikasi.

2.2.7 Perubahan morfologi dan tingkah laku

Pengamatan perubahan morfologi dilakukan dengan memerhatikan perubahan warna larva secara visual dan gambar menggunakan kamera. Pengamatan tingkah laku dilakukan dengan mengamati pergerakan larva dan cara makan larva *H. armigera*. Pengamatan dilakukan pada waktu awal kematian setelah aplikasi.

2.2.8 Mortalitas total (%)

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah larva *H. armigera* yang mati secara keseluruhan dan pengamatan dihentikan setelah perlakuan konsentrasi terdapat mortalitas 100%. (Natawigena, 1993) menyatakan perhitungan mortalitas total dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$MT = \frac{b}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan :

MT = mortalitas total larva *H. armigera* (%)

a = jumlah larva *H. armigera* yang hidup (ekor)

b = jumlah larva *H. armigera* yang mati (ekor)

2.3 Analisis data

Data perubahan morfologi yang diperoleh dianalisis dan ditampilkan secara deskriptif. Data awal kematian, mortalitas total dan LT₅₀ dianalisis secara statistik dengan sidik ragam. Hasil sidik ragam diuji lanjut dengan uji nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%. Data analisis sidik ragam dan uji lanjut dianalisis dengan aplikasi SAS versi 9.1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Waktu awal kematian (jam)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tepung daun sirih dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap waktu awal larva *H. armigera* (Tabel 1).

Sutikno dkk., 2025

Tabel 1. Waktu awal kematian larva *H. armigera* setelah aplikasi beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih (jam)

Konsentrasi ekstrak tepung daun sirih (g/l air)	Waktu awal kematian
0	120.00 a
25	25.00 b
50	21.25 b
75	15.25 c
100	12.00 c

Angka-angka pada jalur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5% setelah ditransformasikan dengan $\sqrt{5}$

Waktu awal kematian larva *H. armigera* berkisar antara 12 sampai 25 jam setelah aplikasi. Perlakuan 100 g/l air cenderung menyebabkan waktu awal kematian paling cepat di antara perlakuan lainnya (12 jam setelah aplikasi). Hasil ini tidak berbeda dengan perlakuan 75 g/l air (15,25 jam setelah aplikasi). Namun hasil berbeda ditunjukkan oleh perlakuan 50 g/l air (21,25 jam setelah aplikasi). Pada perlakuan 50 g/l air ini juga menunjukkan hasil yang berbeda dengan perlakuan 25 g/l air.

Perbedaan hasil yang didapatkan pada waktu awal kematian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak tepung daun sirih memiliki efek yang berbeda terhadap kematian larva *H. armigera*. Konsentrasi ekstrak tepung daun sirih yang tinggi memiliki kandungan racun, seperti tanin yang lebih banyak sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mematikan larva *H. armigera* lebih cepat. Tanin bekerja sebagai racun perut dan menghambat aktivitas enzim yang menyebabkan gangguan pencernaan dan merusak dinding sel sehingga menyebabkan kematian pada larva (Suroso et al., 2022). Semakin tinggi pemberian konsentrasi, kematian larva uji akan semakin cepat karena daya kerja suatu senyawa ditentukan oleh besarnya konsentrasi (Sitompul et al., 2014).

Pada pengamatan waktu awal kematian ini, perlakuan 75 g/l air dan 100 g/l air merupakan perlakuan yang menyebabkan kematian awal yang terbaik dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 1). Di antara kedua perlakuan ini, perlakuan 75 g/l air merupakan konsentrasi yang efektif dalam mengendalikan larva *H. armigera* dikarenakan hasil yang diperoleh sama dengan perlakuan yang lebih tinggi (100 g/l air).

3.2 Lethal time 50 (LT₅₀)(jam)

Pengamatan LT 50 menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tepung daun sirih dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap LT₅₀ larva *H. armigera* (Tabel 2).

Tabel 2. Lethal time 50 (LT₅₀) larva *H. armigera* setelah aplikasi beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih (jam)

Konsentrasi ekstrak tepung daun sirih (g/l air)	Lethal time 50 (LT ₅₀)
0	120.00 a
25	61.75 b
50	48.25 b
75	41.00 c
100	34.50 c

Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\sqrt{5}$

LT₅₀ larva *H. armigera* terjadi antara 35,50 jam sampai 61,75 jam setelah aplikasi. Pada LT 50, perlakuan 100 g/l air juga cenderung menyebabkan LT₅₀ paling awal diantara perlakuan lainnya

Sutikno dkk., 2025

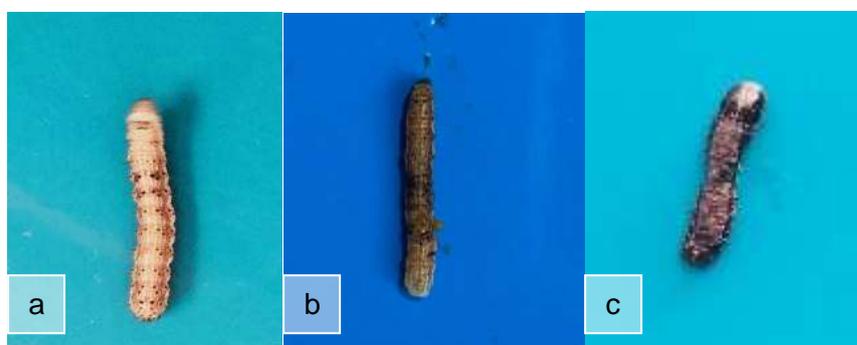
(35,50 jam setelah aplikasi). Hasil pada perlakuan ini juga tidak berbeda dengan hasil pada perlakuan 75 g/l air (41 jam setelah aplikasi). Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh perlakuan 50 g/l air dengan LT_{50} terjadi pada 48,25 jam setelah aplikasi. Hasil pada perlakuan 50 g/l air juga tidak berbeda dengan perlakuan 25 g/l air (61,75 jam setelah aplikasi).

Pada pengamatan LT_{50} , hasil yang didapatkan sejalan dengan waktu awal kematian. Pada perlakuan 100 g/l air, LT_{50} sudah terjadi pada 34,50 jam setelah aplikasi. Hasil ini tidak berbeda dengan hasil pada perlakuan 75 g/l air (41,00 jam setelah aplikasi). Hasil kedua perlakuan ini berbeda dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi yang lebih tinggi dapat mempercepat kematian 50% larva *H. armigera*. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan akan menyebabkan senyawa toksik yang masuk kedalam tubuh serangga semakin besar sehingga semakin cepat mematikan serangga uji (Analisa et al., 2022). Hal yang berbeda ditunjukkan pada perlakuan yang lebih rendah (50 g/l air dan 25 g/l air). Pada perlakuan ini, waktu LT_{50} yang dibutuhkan lebih lama (48,25 dan 61,75 jam setelah aplikasi). Hal ini disebabkan oleh senyawa toksik pada perlakuan ini memiliki daya racun yang rendah pada konsentrasi yang rendah. Semakin rendah konsentrasi yang diberikan, waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% larva uji semakin lama (Ibrahim & Rustam, 2020).

Konsentrasi 0 g/l air tidak mampu mencapai LT_{50} sampai akhir pengamatan (120 jam setelah aplikasi). Hasil ini disebabkan oleh tidak terdapatnya ekstrak tepung daun sirih sehingga tidak adanya racun yang terkandung pada perlakuan ini. Hasil pengamatan ini juga menunjukkan bahwa perlakuan 75 g/l merupakan konsentrasi efektif untuk LT_{50} larva *H. armigera* karena pada konsentrasi ini, hasil yang didapatkan sama dengan perlakuan yang konsentrasi yang diberikan lebih tinggi (100 g/l air).

3.3 Perubahan morfologi dan tingkah laku

Gejala awal kematian larva *H. armigera* ditandai dengan perubahan tingkah laku dan morfologi. Perubahan tingkah laku dimulai dari kurang aktifnya gerakan larva *H. armigera* dan aktivitas makan yang menurun. Perubahan morfologi ditandai dengan tubuh larva *H. armigera* berubah menjadi coklat kehitaman, mengkerut dan lunak. Perubahan morfologi larva *H. armigera* bisa dilihat pada Gambar 1. Efek dari aplikasi insektisida terlihat jelas pada tubuh larva *H. armigera* (Gambar 1).



Gambar 1. Perubahan morfologi larva *H. armigera* sebelum dan setelah aplikasi ekstrak tepung daun sirih. (a) larva *H. armigera* saat aplikasi yang belum mengalami perubahan, (b) larva *H. armigera* yang mati pada 12 jam setelah aplikasi, (c) larva *H. armigera* yang mati pada 48 jam setelah aplikasi

Sutikno dkk., 2025

Perubahan morfologi pada larva ini mengindikasikan senyawa toksik yang terkandung pada ekstrak tepung daun sirih menyebabkan kematian pada jaringan tubuh larva. (Srinivasan et al., 2016) menyatakan bahwa gejala larva yang mati yang disebabkan oleh senyawa toksik yang terkandung pada daun sirih mengakibatkan kelainan bentuk pada tubuh larva, perubahan pada kutikula dan kehilangan pada cairan tubuh larva.

3.4 Mortalitas total (%)

Aplikasi beberapa ekstrak tepung daun sirih berpengaruh terhadap mortalitas total larva *H. armigera* (Tabel 3).

Tabel 3. Mortalitas total larva *H. armigera* setelah aplikasi beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih (%)

Konsentrasi ekstrak tepung daun sirih (g/l air)	Mortalitas total (%)
0	0.00 d
25	65.00 c
50	72.50 bc
75	85.00 ab
100	90.50 a

Angka-angka pada jalur yang diikuti oleh kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5% setelah di transformasi dengan $\text{arc.sin } \sqrt{y} + 0,5$

Mortalitas total larva *H. armigera* berkisar antara 65,00-90,00%. Konsentrasi 100 g/l air menyebabkan mortalitas total larva *H. armigera* sebesar 90,00%. Hal yang tidak berbeda ditunjukkan oleh perlakuan 75 g/l air dengan mortalitas total sebesar 85,00%. Pada perlakuan 50 g/l air (72,50%), hasil yang ditunjukkan tidak berbeda dengan 75 g/l, namun berbeda dengan hasil pada perlakuan 100 g/l air. Pada perlakuan 25 g/l air, hasil yang diperoleh tidak berbeda dengan perlakuan 50 g/l air, tetapi berbeda dengan hasil pada perlakuan 75 g/l air dan 100 g/l air.

Pada pengamatan mortalitas total, aplikasi ekstrak tepung daun sirih yang berbeda berpengaruh terhadap mortalitas total larva *H. armigera*. Pada aplikasi konsentrasi yang tinggi, seperti perlakuan 100 g/l air dan 75 g/l air mengakibatkan kematian total yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lainnya. Namun, hasil pada kedua perlakuan ini tidak menunjukkan hasil yang berbeda. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak tepung daun sirih menyebabkan tingginya kandungan racun, seperti tanin pada perlakuan semakin tinggi sehingga menyebabkan kematian total yang paling tinggi. (Daswito et al., 2019) menyatakan bahwa tanin bekerja sebagai zat astrigen yang berpotensi menjadi racun yang dapat menyusutkan jaringan dan menutup struktur protein pada kulit yang menyebabkan menurunnya kemampuan larva dan mengkonsumsi makanan. Tanin juga dapat mengikat protein, karbohidrat dan mineral dalam sistem pencernaan serangga sehingga proses penyerapan makanan dalam sistem pencernaan terganggu. Rasa pahit pada daun yang mengandung tanin dapat menyebabkan serangga tidak mau makan sehingga serangga akan kelaparan dan akhirnya mati (Ainiyah et al., 2023).

Hasil pengamatan ini juga menunjukkan bahwa konsentrasi 75 g/l air merupakan konsentrasi yang efektif untuk mengendalikan larva *H. armigera*. Suatu insektisida nabati dikatakan efektif jika mampu mematikan ≥ 80 % larva uji dengan konsentrasi pestisida nabati yang diaplikasikan tidak melebihi 10% dengan menggunakan pelarut air (Dadang & Prijono, 2008).

Sutikno dkk., 2025

4. SIMPULAN

Konsentrasi ekstrak tepung daun sirih 75 g/l air merupakan konsentrasi yang efektif dalam mengendalikan larva *H. armigera* dengan mortalitas larva sebesar 85%, waktu awal kematian 15,25 jam setelah aplikasi dan LT50 pada 41 jam setelah aplikasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ainiyah, R., Nugroho, E. D., Fathurrohman, A., Ahwan, Z., Dayat, M., Wibisono, M., Aji, F. R., Kasiman, K., & Anam, K. (2023). Formulasi Insektisida Nabati Kombinasi Daun *Brugmansia suaveolens* Bercht. & J. Presl dan Daun *Swietenia macrophylla* King untuk Mengendalikan Hama *Hypothenemus hampei* Ferr. *Agrikultura*, 34(2), 218. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.43158>.
- Analisa, W., Fahrurrozi, & Sempurna Ginting. (2022). Keefektifan berbagai jenis insektisida nabati terhadap beberapa hama penting pada jagung manis yang ditanam secara konvensional. *Jurnal Agrikultura*, 2022(3), 359–368.
- Dadang, D., & Prijono, D. (2008). *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan*. Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogo.
- Daswito, R., Rima, Folentia, R., & Yusuf, M. (2019). Efektifitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper Betle*) sebagai Insektisida Nabati terhadap Mortalitas Lalat Rumah (*Muscad*). *Jurnal Kesehatan Terpadu (Integrated Health Journal)*, 10(2), 44–49. <https://doi.org/10.5393/JAMCH.2019.44.4.165>.
- Ibrahim, M., & Rustam, R. (2020). Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung akar tuba (*Derris elliptica* Benth.) terhadap mortalitas larva *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) hama pada jagung manis. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(2), 165. <https://doi.org/10.33512/jur.agroekotetek.v12i2.11495>.
- Kantikowati, E., Karya, K., & Permana, L. (2023). Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Kentang Kultivar Granola Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Kandang dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(2), 275–282. <http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v11.i2.620>.
- Lalujan, L. E., Djarkasi, G. S. S., Tuju, T. J. N., Rawung, D., Sumual, M. F., Ilmu, P., Pangan, T., Teknologi, J., Fakultas Pertanian, P., Sam, U., & Manado, R. (2017). Komposisi Kimia Dan Gizi Jagung Lokal Varietas “Manado Kuning” Sebagai Bahan Pangan Pengganti Beras. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(1), 47–54. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/teta/article/view/16351>.
- Natawigena, H. (1993). *Dasar-dasar Perlindungan Tanaman*. Trigenda Karya.
- Rianida, T., Santi, I. S., & Tarmadja, S. (2017). Pengendalian ulat api menggunakan beberapa insektisida nabati. *Agromast*, 2(1), 1–8.
- Sinambela, B. R. (2024). Dampak Penggunaan Pestisida Dalam Kegiatan Pertanian Terhadap Lingkungan Hidup Dan Kesehatan. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 8(1), 76–85. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v8i1.478>.

Sutikno dkk., 2025

- Sitompul, A. F., Oemry, S., & Pangestningsih, Y. (2014). Uji efektifitas insektisida nabati terhadap mortalitas *Leptocorisa acuta* Thurberg (Hemiptera: Alydidae) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di rumah kaca. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(3), 1075–1080.
- Srinivasan, P. V., Nathan, S. S., Thanigaivel, A., Edwin, E. S., Ponsankar, A., Rani, S. S., Pradeepa, V., Bhagavathy, M. S., Kalaivani, K., Hunter, W. B., Duraipandiyar, V., & Al-Dhabi, N. A. (2016). Developmental response of *Spodoptera litura* Fab. to treatments of crude volatile oil from *Piper betle* L. and evaluation of toxicity to earthworm, *Eudrilus eugeniae* Kinb. *Chemosphere*, 155, 336–347.
- Sritamin, M., & Singarsa, I. D. P. (2017). Utilization of Betel Leaf Extract as Botanical Pesticides to Control meloidogyne spp. and Tomato Plant Production. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 1(1), 15. <https://doi.org/10.24843/atbes.2017.v01.i01.p04>.
- Suroso, E., Wibowo, L., Hariri, A. M., & Purnomo, P. (2022). Pengaruh aplikasi ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dan batang brotowali (*Tinospora* sp.) terhadap serangga uji jangrik (*Gryllus mitratus*) di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(1), 51. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i1.5602>.
- Tima, M. T., & Supardi, P. N. (2021). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Ruba Re'e dan Uji Aktivitasnya sebagai Pestisida Nabati (Analysis Secondary Metabolite Compounds of Ruba Re'e Leaves Extract and It's Activity as Natural Pesticides). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 18(2), 125–136. <https://doi.org/10.20886/jpht.2021.18.2.125-136>