

**Info Artikel** Diterima Desember 2025  
Disetujui April 2026  
Dipublikasikan Juli 2026

## **Uji Toksisitas Berbagai Formulasi Ekstrak Daun Nilam (*Pogostemon cablin*) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera* sp.)**

### **Toxicity of Various Formulation of Nilam Leaf Extract (*Pogostemon cablin*) on Armyworm Mortality (*Spodoptera* sp.)**

**Cecilya Silalahi, Fradilla Swandi**

**Agroteknologi<sup>1</sup> Agroteknologi<sup>2</sup>  
Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia**

**Email: cecilya@itp2i-yap.ac.id**

#### ***Abstract***

*Armyworms (Spodoptera sp.) are pests with a fairly broad host range. Armyworms feed on plants ranging from seedlings to mature plants. Armyworm infestations are massive and widespread. The most commonly chosen method for controlling armyworms today is chemical control using pesticides. Continuous use of chemical pesticides damages the environment and poses a threat to the sustainability of ecosystems. One popular alternative control method is botanical pesticides. Many plant-based sources hold potential for development. Patchouli leaves are a particularly promising plant-based source for controlling armyworm pests. The objective of this study was to determine the toxicity of patchouli leaf extract in controlling armyworm pests. This study employed a non-factorial completely randomized design (CRD) with 10 treatments and 3 replicates. The treatments in this study were: K = Control (no treatment), P1 = 1% solid extract, P2 = 2% solid extract, P3 = 3% solid extract, C1 = 1% liquid extract, C2 = 2% liquid extract, C3 = 3% liquid extract, A1 = 1% essential oil, A2 = 2% essential oil, and A3 = 3% essential oil. The observations conducted included mortality and LC50 measurements for each patchouli leaf extract formulation. The highest mortality rate was observed in the essential oil formulations. An LC50 value was only observed in the essential oil formulations at a concentration of 0.839 ppm.*

**Keywords:** *Armyworm; Botanical pesticide, Pogostemon cablin; Spodoptera*

#### **Abstrak**

Ulat grayak (*Spodoptera* sp.) merupakan hama memiliki kosaran inang yang cukup luas. Ulat grayak memakan tanaman mulai dari tanaman masih bibit hingga tanaman dewasa. Serangan yang dilakukan oleh ulat grayak sangat masif dan menyebar. Pengendalian yang banyak dipilih untuk mengendalikan ulat grayak saat ini adalah pengendalian kimia dengan pestisida. Pengendalian dengan pestisida kimia secara terus menerus akan merusak lingkungan dan berbahaya bagi kelangsungan ekosistem. Salah satu pengendalian alternatif yang cukup populer adalah pestisida nabati. Banyak sumber nabati yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Daun nilam merupakan salah satu sumber nabati yang cukup potensial dalam mengendalikan hama Ulat grayak. Tujuan dari penelitian

ini untuk mengetahui toksisitas ekstrak daun nilam dalam mengendalikan hama ulat grayak. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non factorial dengan 10 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dari penelitian ini adalah K= Kontrol atau tanpa perlakuan, P1 = ekstrak padat 1%, P2 = ekstrak padat 2%, P3= ekstrak padat 3%, C1= ekstrak cair 1%, C2= ekstrak cair 2%, C3=ekstrak cair 3%, A1=atsiri 1%, A2= atsiri 2% dan A3= atsiri 3%. Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan mortalitas dan LC50 dari masing-masing formulasi ekstrak daun nilam. Pada parameter mortalitas tertinggi ditunjukkan oleh formulasi minyak atsiri. LC50 hanya mampu ditunjukkan oleh formulasi minyak atsiri dengan nilai konsentrasi 0,839 ppm.

**Kata kunci:** *Insektisida nabati; Pogostemon cablin; Spodoptera; Ulat grayak*

## PENDAHULUAN

Hama ulat grayak (*Spodoptera* sp.) adalah hama polifag dengan jangkauan inang yang cukup luas, berasal dari Amerika Serikat (Oktober et al., 2024) Hama ini mudah berpindah karena memiliki sayap, dengan sayapnya, ulat tentara mampu terbang sejauh 100 km per malam dibantu oleh kekuatan angin. Hama ini diperkirakan akan masuk ke Indonesia sekitar tahun 2019. Hama ini dilaporkan pertama kali masuk ke Indonesia di Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat, kemudian secara perlahan menyebar ke berbagai wilayah. Selain jangkauan distribusinya yang luas, ketahanan ulat grayak juga sangat baik. Hama ini mampu hidup dan berkembang dengan baik pada ketinggian lebih dari 1.000 meter di atas permukaan laut. Pada ketinggian lebih dari 1.000 meter di atas permukaan laut, ulat grayak ditemukan pada beberapa jenis tanaman inang, yaitu jagung manis, jagung lengket, jagung pipih, jagung lokal, dan sorgum (Listyawati et al., 2022). Penyebaran ulat grayak telah meluas dan menyerang berbagai pulau penting di Indonesia. Di Kalimantan, serangan ulat grayak terjadi di berbagai wilayah dengan tingkat serangan relatif rendah, dengan tingkat serangan maksimum 22%, namun tetap perlu waspada terhadap perkembangan ulat grayak secara tepat waktu (Andini & Triyuliana, 2023).

Hama ulat grayak ini dikategorikan sebagai hama invasif, dengan laju pertumbuhan dan perkembangan yang tinggi di lingkungan baru. Hama ini telah menyebabkan kerusakan parah di berbagai wilayah di Jawa Timur (Megasari, 2021). Ulat grayak menyebabkan kerusakan hingga menyebabkan kerugian secara ekonomi (Tengkano, 2005). Salah satu faktor yang mendukung sifat invasif ulat grayak adalah siklus hidupnya yang relatif singkat dan kemampuannya untuk menghasilkan sejumlah besar telur. Siklus hidup rata-rata ulat grayak jantan berkisar antara 36-42 hari, sedangkan siklus hidup betina berkisar antara 37-45 hari. Betina meletakkan telur dalam kelompok yang dilindungi oleh bubuk putih hingga pink. Betina dapat meletakkan 800-1000 telur (Fadel, Moh, 2023).

Pengendalian hama merupakan salah satu upaya yang sering dilakukan petani untuk menjaga populasi hama agar tidak menyebabkan kerugian. Pengendalian yang sering digunakan oleh petani adalah dengan pestisida kimia, karena dianggap praktis dan efektif. Namun, pengendalian di lapangan seringkali berlebihan hingga melebihi dosis yang direkomendasikan. Selain itu, penggunaan

pestisida dalam jangka panjang juga perlu dipertimbangkan kembali dampaknya terhadap lingkungan, pengaplikasi atau petani, serta dampaknya terhadap produk pertanian (Ayunin, Nidia Qurrota, Achdiyat, 2020). Residu pestisida adalah sisa atau endapan yang tertinggal baik di tanah, sekitar tanaman, atau pada produk pertanian. Frekuensi penyemprotan yang tinggi dan penggunaan pestisida melebihi dosis juga meningkatkan tingkat residu yang tinggi di tanah. Selain tanah, residu pestisida juga dapat terbawa ke air tanah dan air permukaan. Semakin jauh air mengalir, semakin jauh pula residu pestisida kemungkinan terbawa oleh aliran air (Pawitra, 2012). Petunjuk penggunaan pestisida tercetak pada kemasan pestisida, namun pada kenyataannya banyak petani yang tidak mengikuti petunjuk tersebut. Dampak dari penggunaan yang tidak sesuai dengan petunjuk tersebut cukup besar, salah satunya adalah deteksi residu pestisida pada produk pertanian seperti buah, daun, dll. Buah jeruk yang dipanen oleh petani di Malang mengandung residu profenofos (Organofosfat) dengan tingkat 0,050-0,108 ppm (Sumiati, Astri, Reza Prakoso, 2018).

Salah satu pengendalian populer yang mudah diaplikasikan adalah pestisida nabati. Pestisida nabati lebih ramah lingkungan juga merupakan pestisida yang relatif aman dalam penggunaannya dan ekonomis (Tuhuteru et al., 2019). Patchouli mengandung minyak esensial, flavonoid, saponin, tanin, glikosida, terpenoid, dan steroid (Tahir, Muflihunna, dan Syafrianti, 2017). Tanaman patchouli juga mengandung alkohol patchouli, yang hanya ditemukan pada patchouli. Menariknya, patchouli memiliki sifat insektisida dan berhasil mengendalikan beberapa jenis hama (Puspitosari, Rochman, dan Tobing, 2015). Pulau Sumatra merupakan produsen patchouli terbesar di Indonesia, sehingga ini merupakan peluang yang baik untuk mengeksplorasi potensi tanaman patchouli.

Pertanian terpadu adalah konsep pertanian yang menekankan pada pertanian ramah lingkungan. Berbagai cara dapat dilakukan untuk mengendalikan hama selain menggunakan pestisida, namun pestisida dianggap sebagai metode yang paling efektif dan praktis, sehingga banyak digunakan oleh petani. Oleh karena itu, jawaban yang mungkin kita berikan adalah menyediakan produk serupa dengan pestisida tetapi lebih ramah lingkungan. Pestisida berbahan dasar tumbuhan mungkin menjadi solusi untuk kekhawatiran tentang dampak pestisida, namun tetap memudahkan petani dalam mengendalikan hama. Potensi senyawa sekunder tumbuhan telah banyak diteliti sebagai pestisida berbahan dasar tumbuhan. Bahan aktif yang terkandung dalam pestisida berbahan dasar tumbuhan diuji efektivitasnya dalam mengendalikan hama (Wiratno, Siswanto, 2013). Salah satu keunggulan yang masih menjadi andalan pestisida nabati adalah tidak beracun bagi tanaman budidaya karena berasal dari bahan nabati. Selain itu, pestisida nabati juga sejalan dengan konsep Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yang dipromosikan oleh pemerintah dalam menjaga lingkungan (Sihombing et al., 2018).

Patchouli mengandung minyak esensial, flavonoid, saponin, tanin, glikosida, terpenoid, dan steroid (Tahir et al., 2017). Tanaman patchouli juga mengandung alkohol patchouli, yang hanya ditemukan pada patchouli. Menariknya, patchouli memiliki sifat insektisida dan berhasil mengendalikan beberapa jenis hama (Puspitosari et al., 2015). Pulau Sumatra merupakan

produsen patchouli terbesar di Indonesia, sehingga ini merupakan peluang yang baik untuk mengeksplorasi potensi tanaman patchouli. Tujuan utama dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui toksisitas ekstrak daun nilam berbagai formulasi terhadap ulat grayak (*Spodoptera* sp.). Daun nilam diduga memiliki potensi yang bagus untuk menjadi bahan pestisida nabati pengendali hama *Spodoptera* sp.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 10 perlakuan konsentrasi insektisida nabati daun nilam terhadap larva *Spodoptera* sp. Setiap perlakuan diulang 3 kali hingga diperoleh 30 unit percobaan. Perlakuannya sebagai berikut:

K= Kontrol atau tanpa perlakuan

C1= Ekstrak cair + konsentrasi 1%

C2 = Ekstrak cair + konsentrasi 2%

C3 = Ekstrak cair + konsentrasi 3%

P1= Ekstrak padat + konsentrasi 1%

P1= Ekstrak padat + konsentrasi 2%

P1= Ekstrak padat + konsentrasi 3%

A1 = Minyak Atsiri + konsentrasi 1%

A2 = Minyak Atsiri + konsentrasi 2%

A3 = Minyak Atsiri + konsentrasi 3%

Data yang diperoleh dianalisis secara sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut LSD (*Least Significance Different*) dengan taraf 5%.

### Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Isolasi, identifikasi dan perbanyakan ulat grayak

Isolasi larva ulat grayak dari tanaman yang terserang ulat grayak yang didapatkan pada area pembibitan tanaman sawit di Kabupaten Pelalawan. Selanjutnya, larva di identifikasi di laboratorium terpadu Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia (ITP2I) untuk selanjutnya diperbanyak. Serangga yang akan diujikan untuk penelitian ini minimal F1 (keturunan pertama) atau F2 (keturunan kedua) dari serangga tangkapan.

#### 2. Persiapan ekstrak daun nilam

Daun nilam yang diperoleh dari Pulau Sumatera karena memiliki kualitas terbaik di Indonesia. Daun nilam akan dibuat 3 formulasi insektisida nabati, yang pertama ekstrak padat, yang kedua ekstrak cair dan yang ketiga berupa minyak atsiri. Ekstrak padat dibuat dengan membersihkan daun nilam dari kotoran, kemudian dikering anginkan. Setelah itu, daun nilam di oven selama 48 jam dengan suhu 60 derajat celcius. Setelah dioven, daun nilam yang dianggap kering konstan dihaluskan dengan *blender*, kemudian akan diencerkan sesuai konsentrasi yang diinginkan. Ekstrak cair dibuat dengan cara mengeringkan daun nilam dengan oven selama 48 jam dengan suhu 60 derajat celcius. Setelah itu, daun dihaluskan dengan *blender*, kemudian direndam menggunakan pelarut organik glycerine selama 48 jam. Selanjutnya, disaring

menggunakan kertas saring dan larutan diencerkan sesuai konsentrasi yang ditentukan. Pembuatan minyak atsiri dilakukan dengan Alat *Destilasi Essential Oil Kit*. Daun nilam yang sudah dibersihkan kemudian dimasukkan dalam labu destilasi dan alat destilasi dinyalakan, selanjutnya menunggu minyak atsiri keluar dari alat destilasi. Minyak yang keluar dianggap memiliki konsentrasi 100%, kemudian siap untuk diencerkan sesuai konsentrasi yang diinginkan.

### 3. Uji toksisitas ulat grayak

#### Pengamatan

#### a. Uji toksisitas

Uji toksisitas sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan dan diharapkan akan menemukan konsentrasi terbaik untuk mengendalikan ulat grayak di pembibitan kelapa sawit. Uji toksisitas meliputi uji kontak saat ulat grayak melakukan aktivitas makan. Uji kontak dilakukan dengan menyemprotkan insektisida langsung ke larva ulat grayak kemudian mengamati mortalitas ulat grayak.

Perhitungan mortalitas ulat grayak dilakukan mulai dari hari pertama setelah aplikasi insektisida hingga 7 hari setelah aplikasi. Kemudian dihitung keseluruhan kematian ulat grayak pada hari terakhir pengamatan. Untuk menghitung mortalitas ulat grayak dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

P= persentase mortalitas

a= jumlah hama yang mati

b= jumlah hama yang diuji (Habibi & Wahyudi, 2022).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Uji Toksisitas

Uji toksisitas dilakukan dengan cara menyemprotkan pestisida nabati yang telah disiapkan, sesuai dengan konsentrasi secara langsung ke ulat grayak (*Spodoptera* sp.), kemudian melakukan pengamatan mortalitas larva terhadap seluruh larva yang diamati. Mortalitas dinyatakan dalam presentase. Pengamatan mortalitas secara berkala pada 1 hari setelah aplikasi (hsa) hingga 7 hsa.

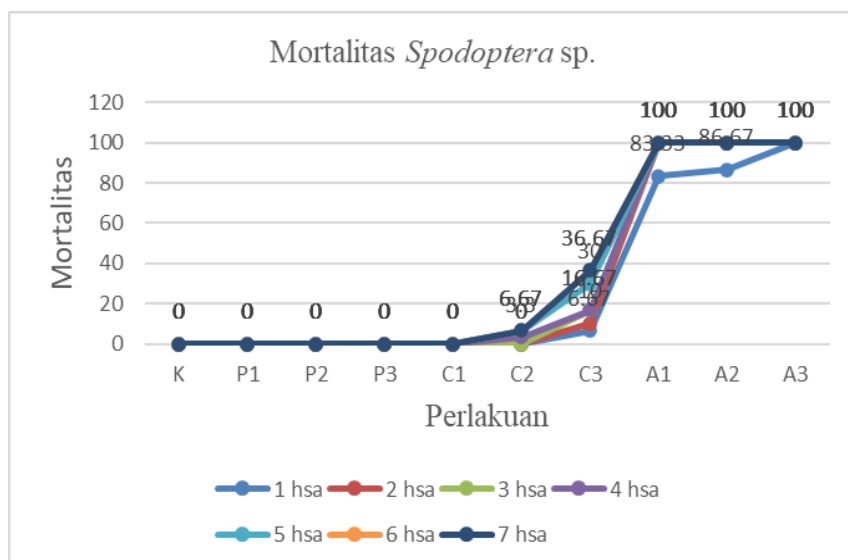
Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan daun nilam sebagai pestisida nabati dapat menyebabkan mortalitas pada *Spodoptera* sp. Mortalitas tertinggi pada perlakuan A3 yang mampu menyebabkan mortalitas mulai dari 1 hsa. Pada formulasi yang sama, dengan konsentrasi yang berbeda A1 dan A2 menunjukkan beda nyata antara 1 hsa dengan 2hsa hingga 7hsa. Perlakuan A1, A2, dan C3 pada pengamatan 1 hsa serangga uji *Spodoptera* sp. masih mengalami toleransi akan tekanan yang diberikan oleh pestisida nabati daun nilam kemudian pada 2 hsa tidak mampu lagi melakukan penyesuaian dan toleransi, sehingga mengalami kenaikan mortalitas hingga 100%. Menariknya pada C2, tidak terjadi perbedaan nyata pada pengamatan 1 hsa hingga 7 hsa, walaupun angka mortalitasnya terjadi kenaikan. Pada formulasi ekstrak cair maupun minyak atsiri, semakin tinggi konsentrasi dari ekstrak daun nilam maka kemampuan untuk menyebabkan mortalitas pada *Spodoptera* sp. juga semakin tinggi.

Pada penelitian (Feng et al., 2019) hasil uji bioassay menunjukkan bahwa minyak esensial dan *patchoulol* memiliki toksisitas kontak yang tinggi terhadap ketiga spesies serangga. Hal ini sesuai dengan penelitian ini, bahwa mortalitas yang ditunjukkan oleh *Spodoptera* sp. pada uji mortalitas yang diuji secara kontak atau langsung. Salah satu metode yang biasa digunakan untuk mengetahui kandungan yang terdapat pada suatu zat adalah dengan uji GC-MS.

Tabel 1. Mortalitas *Spodoptera* sp.

| Perlakuan | Mortalitas (%) |       |         |         |       |         |         |
|-----------|----------------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
|           | 1 hsa          | 2 hsa | 3 hsa   | 4 hsa   | 5 hsa | 6 hsa   | 7 hsa   |
| K         | 0 a            | 0     | 0 a     | 0 a     | 0 a   | 0 a     | 0 a     |
| P1        | 0 a            | 0     | 0 a     | 0 a     | 0 a   | 0 a     | 0 a     |
| P2        | 0 a            | 0     | 0 a     | 0 a     | 0 a   | 0 a     | 0 a     |
| P3        | 0 a            | 0     | 0 a     | 0 a     | 0 a   | 0 a     | 0 a     |
| C1        | 0 a            | 0     | 0 a     | 0 a     | 0 a   | 0 a     | 0 a     |
| C2        | 0 a            | 0 a   | 0 a     | 3,3 a   | 6,67  | 6,67 a  | 6,67 a  |
| C3        | 6,67 b         | 10 b  | 16,67 b | 16,67 b | 30 b  | 36,67 b | 36,67 b |
| A1        | 83,33 c        | 100 c | 100 c   | 100 c   | 100 c | 100 c   | 100 c   |
| A2        | 86,67 c        | 100 c | 100 c   | 100 c   | 100 c | 100 c   | 100 c   |
| A3        | 100 c          | 100 c | 100 c   | 100 c   | 100 c | 100 c   | 100 c   |

Sumber : Analisis data primer, 2025.

Gambar 1. Grafik Mortalitas *Spodoptera* sp.

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa mortalitas tertinggi baik pada 1 hari setelah aplikasi (hsa) hingga 7 hsa adalah pada perlakuan atsiri. Pada formulasi kontrol, ekstrak padat (P1,P2, dan P3) dan C1 sama sekali tidak dapat membunuh *Spodoptera* sp. Menariknya, pada perlakuan C2 mortalitas mulai menunjukkan kenaikan pada hari ke 4. Pada C3 mortalitas sudah terlihat pada pengamatan 1 hsa dan mengalami kenaikan non-signifikan hingga pengamatan pada 7 hsa.

Pada formulasi padat, metabolit sekunder dari daun nilam tidak bisa terekstraksi dengan baik sehingga tidak menimbulkan efek pada serangga uji. Pada perlakuan C2 dan C3 terjadi kenaikan kematian pada serangga uji walaupun tidak signifikan. Formulasi cair menunjukkan adanya kenaikan angka mortalitas dibandingkan dengan pada formulasi padat. Perendaman bubuk bahan nabati dengan pelarut dalam proses pembuatan ekstrak cair. Metanol adalah salah satu pelarut yang bersifat polar, bahkan daya kepolarannya lebih tinggi dari pada etanol dan lebih rendah dari air (Yenie et al., 2013). Bahan aktif dari daun nilam diperkirakan mampu terlarut oleh methanol, akan tetapi hanya sebagian sehingga keefektifan dalam menyebabkan mortalitas pada *Spodoptera* sp. belum bisa maksimal. Ekstraksi minyak atsiri memanfaatkan produk yang alami sebagai bahan dasar untuk mendapatkan senyawa-senyawa kimia terekstraksi (Sulaiman, 2014). Tingginya konsentrasi minyak atsiri yang diberikan semakin tinggi juga senyawa aktif yang bersifat toksik lebih banyak masuk ke dalam tubuh serangga dan menyebabkan mortalitas serangga uji (Rustam & Cinthiatarigan, 2021).

## 2. LC50

LC50 digunakan untuk menampilkan konsentrasi tertentu yang dapat membunuh 50% populasi serangga uji (Hasyim, 2019). Uji LC50 umum dilakukan dalam pengujian pestisida, semakin kecil LC50 maka dapat dikatakan semakin beracun pestisida yang diuji. Uji LC50 dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi rujukan dalam hal komersialisasi pestisida.

Tabel 2. LC50 *Spodoptera* sp.

| Letal<br>Concentration | Concentration | CI range (95%) |             |
|------------------------|---------------|----------------|-------------|
|                        |               | Lower limit    | Upper limit |
| LC50                   | 0,839         | 0,79           | 0,876       |

Berdasarkan hasil uji LC50 pada *Spodoptera* sp. yang dapat membunuh serangga uji hingga 50% hanya pada formulasi minyak atsiri daun nilam. Konsentrasi nilam yang mampu membunuh serangga uji cukup rendah, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan minyak atsiri nilam membunuh *Spodoptera* sp. sangat ampuh. Semakin rendah skor LC50 dapat dikatakan bahwa semakin beracun zat yang diuji (Ibrahim, Mukhlis; Rusli, 2024). Pada parameter ini sering digunakan sebagai parameter skala luas uji toksisitas. Minyak atsiri daun nilam pada parameter ini, terbukti memiliki kemampuan untuk membunuh 50% dari populasi pada konsentrasi 0,876. Hal ini menunjukkan kemampuan minyak atsiri

daun nilam memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bahan dasar pestisida nabati.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dapat diambil berdasarkan data yang ditampilkan pada tabel mortalitas, grafik mortalitas hingga tabel LC50. Kesimpulan ini dapat dijadikan rujukan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian yang lebih dalam terkait dengan pestisida nabati daun nilam. Pestisida nabati dapat digunakan pada skala yang lebih luas hingga komersialisasi. Formulasi paling efektif dalam menyebabkan mortalitas pada *Spodoptera* sp. adalah formulasi minyak atsiri. Kematian yang disebabkan oleh minyak atsiri nilam mencapai 100%. Berdasarkan hasil uji LC50, konsentrasi ekstrak daun nilam yang diperlukan untuk mencapai tingkat kematian 50% pada ulat grayak adalah 0,839 ppm. Kesimpulan yang dapat diambil dari hal ini bahwa daya racun yang ditunjukkan minyak atsiri cukup kuat dan sangat berpotensi untuk dikembangkan. Penggunaan pestisida nabati diharapkan mampu menjadi solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan sehingga ekosistem tetap terjaga. Saran dalam penelitian selanjutnya menguji parameter yang belum diujikan dengan hasil rekomendasi penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andini, R., & Triyuliana, D. (2023). Tingkat Serangan *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae ) pada Pertanaman Jagung di Kecamatan Batu Engau, Paser, Kalimantan Timur. *AgroSainTa*, 7(2), 37–42. <https://doi.org/10.51589/ags.v7i2.3129>
- Aýunin, Nidia Qurrota, Achdiyat, T. R. S. (2020). Preferensi Anggota Kelompok Tani Terhadap Penerapan Prinsip Enam Tepat (6t) Dalam Aplikasi Pestisida. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 253–264.
- Fadel, Moh, A. A. (2023). Biologi Ulat Grayak *Spodoptera frugiperda* J . E . Smith. *E-J. Agrotekbis*, 11(1), 155–164.
- Feng, Y., Wang, Y., You, C., Guo, S., & Du, Y. (2019). Bioactivities of patchoulol and phloroacetophenone from *Pogostemon cablin* essential oil against three insects. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1365–1374. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1648508>
- Habibi, I., & Wahyudi, A. T. (2022). Pengaruh Pestisida Nabati Terhadap Mortalitas Hama *Sitophilus oryzae* dan Kualitas Nasi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1), 68–73. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i1.1184>
- Hasyim, A. W. S. ; L. L. L. S. M. (2019). Evaluasi Konsentrasi Lethal dan Waktu Lethal Insektisida Botani Terhadap Ulat Bawang (*Spodoptera exigua*) di Laboratorium [Evaluation of Lethal Concentration and Lethal Time of

- Botanical Insecticide Against Beet Armyworm (*Spodoptera exigua*) in The Lab. *J. Hort*, 29, 69–80.  
<https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/ddc1ea10-fbac-4fba-bd10-cd83f57474bb/content>
- Ibrahim, Mukhlis; Rusli, R. (2024). Lethal Concentration And Lethal Time Botanical Insecticide Tuba Root Extract Against *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith Larvae. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 8(1), 106–116.
- Listyawati, P. S., Wijaya, I. N., & Widaningsih, D. W. I. (2022). *Distribusi dan Kemampuan Adaptasi Spodoptera frugiperda (J . E Smith) (Lepidoptera : Noctuidae ) Terhadap Tanaman Inang pada Beberapa Ketinggian Tempat di Bali*. 12(1), 110–126.
- Megasari, D. & S. K. (Universitas T. M. (2021). 1\* , 2 1. *Agrovigor*, 14(1), 1–5.
- Oktober, V. N., Basserang, B., Hasanuddin, F., Syarifuddin, R. N., Angkatan, J., & Lt, N. (2024). Studi Efikasi Beberapa Ekstrak Tanaman Untuk Mengendalikan Ulat Grayak ( *Spodoptera frugiperda* ) Efficacy Study of Several Plant Extracts to Control Armyworm ( *Spodoptera frugiperda* ). *Perbal : Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 12(3).
- Pawitra, A. S. (2012). Pemakaian Pestisida Kimia Terhadap Kadar Enzimcholinesterase Dan Residu Pestisida Dalam Tanah. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*, 01, 19–30.
- Puspitosari, D., Rochman, N., & Tobing, O. L. (2015). Daya Insektisidal Minyak Nilam ( *Pogostemon cablin* Benth ) dan Ekstrak Lerak ( *Sapindus rarak* DC .) pada Hama Gudang *Sitophilus zeamais* (Motsch.). *Jurnal Agronida*, 1(April), 1–10.
- Rustam, R., & Cinthiatarigan, A. (2021). Uji Konsentrasi Ekstrak Serai Wangi Terhadap Mortalitas Ulat Grayak Jagung. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 2021, 199–208.
- Sihombing, N., Purba, Z., Samosir, S., & Karim, S. (2018). *Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia Potency of secondary metabolite from weeds as natural pesticides in Indonesia Pendahuluan Manfaat dan Mekanisme Metabolit Sekunder Gulma*. 17(3), 683–693.
- Sulaiman, I. (2014). Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 06(01).
- Sumiati, Astri, Reza Prakoso, D. J. (2018). Analisa residu pestisida di wilayah malang dan penanggulangnya untuk keamanan pangan buah jeruk. *Buana*

*Sains*, 18(2), 125–130.

Tahir, M., Muflihunna, A., & Syafrianti, S. (2017). Penentuan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Daun Nilam (*Pogostemon Cablin Benth.*) Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(1), 215–218. <https://doi.org/10.33096/jffi.v4i1.231>

Tengkano, W. (2005). Ulat Grayak Spodoptera Litura Fabricius ( Lepidoptera : Noctuidae ) Pada Tanaman Kedelai Dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija*, 52(10), 43–52.

Tuhuteru, S., Mahanani, A. U., & Rumbiak, R. E. Y. (2019). Pembuatan Pestisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Sayuran Di Distrik Siepkosi Kabupaten Jayawijaya. *Jkpm Unimed*, 25(3), 135–143.

Wiratno, Siswanto, I. M. T. (2013). *Perkembangan Penelitian, Formulasi, Dan Pemanfaatan Pestisida Nabati Research Progress, Formulation, and Utilization of Botanical Pesticide*. 32(2), 150–155.

Yenie, E., Elystia, S., Calvin, A., Irfhan, M., Lingkungan, J., Teknik, F., Riau, U., Studi, P., Teknik, D., Teknik, F., Riau, U., Km, K. B., & Panam, S. B. (2013). Pembuatan Pestisida Organik Menggunakan Metode Ekstraksi Dari Sampah Daun Pepayadan Umbi Bawang Putih. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, 1.