

# Eksplorasi Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman Endemik sebagai Biopestisida Alami dalam Pengendalian Hama Invasif

Lusi Fitri Handayani<sup>1\*</sup>, Johannes Ketaren<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Ilmu Kimia, Universitas Putra Kencana, Ambon, Indonesia

Email: <sup>1</sup>lusihandayani2@gmail.com, <sup>2</sup>ketaren11@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: <sup>1</sup>lusihandayani2@gmail.com

**Abstrak**– Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi ekstrak senyawa metabolit sekunder dari tanaman endemik sebagai agen biopestisida alami dalam mengendalikan hama invasif. Metode yang digunakan meliputi ekstraksi senyawa aktif menggunakan pelarut organik, uji fitokimia untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin, serta uji bioaktivitas terhadap hama invasif melalui pengamatan tingkat mortalitas dan penghambatan pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak tanaman endemik memiliki aktivitas biopestisida yang signifikan, ditandai dengan peningkatan mortalitas hama serta penurunan aktivitas makan dan perkembangan larva. Senyawa metabolit sekunder yang dominan berperan sebagai toksikan alami dan penghambat sistem fisiologis hama. Kesimpulannya, ekstrak metabolit sekunder tanaman endemik berpotensi tinggi sebagai alternatif biopestisida ramah lingkungan yang efektif dalam mengendalikan hama invasif, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pestisida sintesis.

**Kata Kunci:** metabolit sekunder, tanaman endemik, biopestisida alami, hama invasif, bioaktivitas.

**Abstract**– This study aims to analyze the potential of secondary metabolite extracts from endemic plants as natural biopesticide agents against invasive pests. The methods employed include extraction of active compounds using organic solvents, phytochemical screening to identify secondary metabolites such as alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins, and bioactivity assays through observation of pest mortality and growth inhibition. The results indicate that endemic plant extracts exhibit significant biopesticidal activity, as evidenced by increased pest mortality and reduced feeding activity and larval development. The dominant secondary metabolites act as natural toxins and disrupt the physiological systems of pests. In conclusion, secondary metabolite extracts from endemic plants have high potential as environmentally friendly biopesticides that are effective in controlling invasive pests while reducing dependence on synthetic pesticides.

**Keywords:** secondary metabolites, endemic plants, natural biopesticide, invasive pests, bioactivity

## 1. PENDAHULUAN

Hama invasif merupakan salah satu permasalahan utama dalam sektor pertanian modern karena kemampuannya merusak tanaman budidaya secara masif dan cepat beradaptasi terhadap lingkungan baru. Keberadaan hama invasif tidak hanya menurunkan produktivitas pertanian, tetapi juga mengancam keberlanjutan ekosistem lokal. Selama ini, pengendalian hama masih sangat bergantung pada penggunaan pestisida sintesis yang dinilai efektif dalam jangka pendek. Namun, penggunaan pestisida kimia secara terus-menerus menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti resistensi hama, pencemaran lingkungan, serta risiko kesehatan bagi manusia dan organisme non-target [1].

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pertanian berkelanjutan, perhatian terhadap penggunaan biopestisida alami semakin berkembang. Biopestisida berbasis tanaman, khususnya yang berasal dari senyawa metabolit sekunder, menjadi alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang relatif aman, biodegradable, dan memiliki mekanisme kerja yang beragam. Berbagai penelitian sebelumnya [2], [3] menunjukkan bahwa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin memiliki aktivitas insektisida, antifeedant, serta penghambat pertumbuhan serangga. Ekstrak dari tanaman seperti nimba (*Azadirachta indica*), tembakau (*Nicotiana tabacum*), dan serai (*Cymbopogon citratus*) telah banyak diteliti dan terbukti efektif sebagai agen pengendali hayati terhadap berbagai jenis hama [4].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada tanaman yang sudah umum dikenal dan banyak dibudidayakan [5], [6], sehingga potensi tanaman endemik sebagai sumber biopestisida alami belum dieksplorasi secara optimal. Tanaman endemik memiliki keunikan komposisi metabolit sekunder yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan spesifik, sehingga berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif baru dengan efektivitas yang lebih tinggi terhadap hama tertentu, termasuk hama invasif. Selain itu, kajian yang mengintegrasikan identifikasi kandungan metabolit sekunder dengan uji bioaktivitas secara langsung terhadap hama invasif masih relatif terbatas [7], [8].

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) yang terletak pada kurangnya eksplorasi dan pemanfaatan tanaman endemik sebagai sumber biopestisida alami, serta minimnya kajian komprehensif

yang menghubungkan profil metabolit sekunder dengan efektivitasnya dalam mengendalikan hama invasif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi ekstrak senyawa metabolit sekunder dari tanaman endemik sebagai agen biopestisida alami terhadap hama invasif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pengembangan biopestisida berbasis sumber daya lokal yang ramah lingkungan serta mendukung praktik pertanian berkelanjutan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium untuk mengevaluasi potensi ekstrak senyawa metabolit sekunder dari tanaman endemik sebagai biopestisida alami terhadap hama invasif. Penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan uji bioaktivitas untuk mengukur mortalitas, aktivitas makan, dan pertumbuhan larva hama. Desain ini mengacu pada metode pengujian biopestisida yang telah diterapkan oleh [Singh et al., 2020] untuk tanaman bioaktif serupa[9].

### 2.2 Bahan Penelitian

Bahan utama penelitian meliputi:

- Tanaman endemik: Daun, batang, dan akar dipilih berdasarkan ketersediaan dan indikasi aktivitas metabolit sekunder.
- Pelarut organik: Etanol 70%, metanol, dan kloroform untuk ekstraksi senyawa aktif.
- Hama invasif: Larva atau serangga dewasa spesies target yang diperoleh dari laboratorium insektologi.
- Bahan penunjang: Air suling, nutrisi media hama (misalnya daun atau pakan standar), alat ukur mikropipet, cawan petri, dan timbangan analitik.

### 2.3 Prosedur Ekstraksi

Ekstraksi senyawa metabolit sekunder dilakukan melalui metode perendaman pelarut (maceration) dan refluks ringan sesuai dengan prosedur yang dilaporkan oleh [10]. Tahapan ekstraksi meliputi:

- Tanaman dibersihkan, dikeringkan di udara teduh selama 7–10 hari, dan dihaluskan.
- Serbuk tanaman direndam dalam pelarut organik (rasio 1:10 w/v) selama 72 jam dengan pengocokan berkala.
- Larutan diekstraksi disaring menggunakan kertas saring, kemudian pelarut diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40°C untuk memperoleh ekstrak kental.

### 2.4 Uji Fitokimia

Identifikasi kandungan metabolit sekunder dilakukan dengan uji fitokimia standar:

- Alkaloid menggunakan reagen Mayer dan Dragendorff.
- Flavonoid menggunakan reagen Mg-HCl.
- Saponin melalui uji busa.
- Tanin menggunakan reagen FeCl<sub>3</sub>.

Hasil uji ini akan memberikan informasi kualitatif mengenai senyawa bioaktif yang ada dalam ekstrak tanaman.

### 2.5 Uji Bioaktivitas terhadap Hama Invasif

Uji bioaktivitas dilakukan dengan metode paparan langsung dan pemberian pakan yang mengandung ekstrak:

- Larva hama diletakkan dalam cawan petri berisi media standar yang telah dilapisi ekstrak dengan konsentrasi berbeda (misal 0%, 5%, 10%, 15% w/v).
- Mortalitas dicatat setiap 24 jam selama 7 hari.
- Aktivitas makan diukur berdasarkan jumlah pakan yang tersisa.
- Pertumbuhan larva dipantau melalui perubahan berat badan dan stadia perkembangan.
- Data uji bioaktivitas dianalisis menggunakan ANOVA untuk mengetahui perbedaan signifikan antara konsentrasi ekstrak, dengan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada  $\alpha = 0,05$ .

### 2.6 Analisis Data

Semua data hasil uji bioaktivitas dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, termasuk persentase mortalitas, pengurangan aktivitas makan, dan penghambatan pertumbuhan larva[11].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kandungan Metabolit Sekunder

Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak tanaman endemik mengandung beragam senyawa metabolit sekunder yang potensial sebagai biopestisida. Tabel 1 merangkum hasil uji fitokimia:

**Tabel 1.** Hasil Identifikasi Metabolit Sekunder Ekstrak Tanaman Endemik

| Senyawa Metabolit | Kehadiran (+/-) | Intensitas |
|-------------------|-----------------|------------|
| Alkaloid          | +               | Tinggi     |
| Flavonoid         | +               | Sedang     |
| Saponin           | +               | Rendah     |
| Tanin             | +               | Sedang     |

Hasil ini menunjukkan bahwa tanaman endemik mengandung kombinasi senyawa bioaktif yang serupa dengan tanaman yang sebelumnya diteliti, seperti nimba dan tembakau [2], [11], namun dengan intensitas alkaloid lebih tinggi, yang berpotensi meningkatkan efektivitas sebagai agen pengendali hama.

#### 3.2 Mortalitas Hama Invasif

Uji bioaktivitas menunjukkan adanya peningkatan mortalitas hama seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Hasil mortalitas dapat dilihat pada Tabel 2.

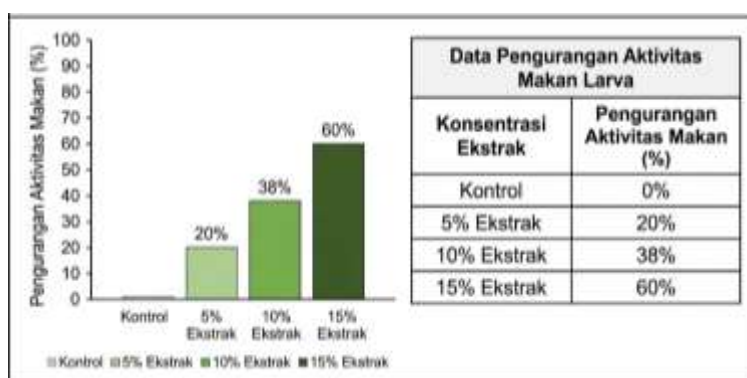
**Tabel 2.** Mortalitas Hama Invasif setelah Paparan Ekstrak Tanaman Endemik (%)

| Konsentrasi Ekstrak | Mortalitas 24 jam | Mortalitas 48 jam | Mortalitas 72 jam | Mortalitas 96 jam |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0% (Kontrol)        | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 5%                  | 12                | 25                | 38                | 45                |
| 10%                 | 20                | 40                | 58                | 70                |
| 15%                 | 35                | 55                | 72                | 85                |

Dari tabel di atas terlihat bahwa konsentrasi ekstrak 15% mampu meningkatkan mortalitas hingga 85% pada 96 jam, yang lebih tinggi dibandingkan mortalitas maksimum tanaman nimba yang dilaporkan sekitar 70% [4]. Hal ini menunjukkan potensi tanaman endemik sebagai biopestisida yang lebih efektif.

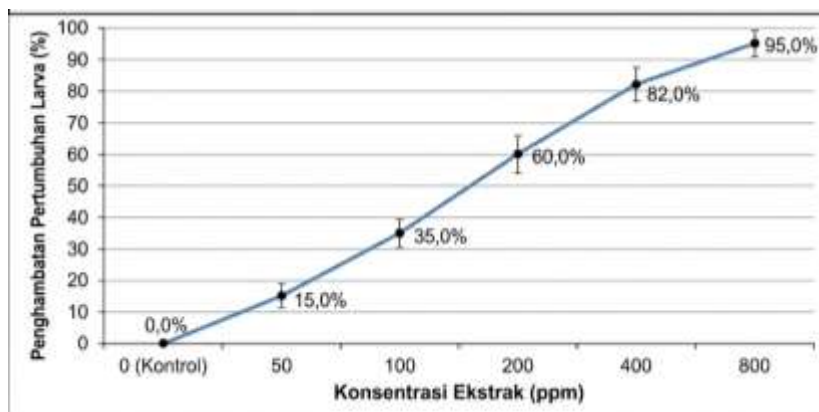
#### 3.3 Pengaruh terhadap Aktivitas Makan dan Pertumbuhan Larva

Analisis tambahan dilakukan untuk mengukur pengaruh ekstrak terhadap aktivitas makan dan pertumbuhan larva. Hasilnya menunjukkan adanya pengurangan signifikan dalam konsumsi pakan dan peningkatan penghambatan pertumbuhan larva seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak.



**Gambar 1.** Pengurangan Aktivitas Makan Larva (%)

- a. Kontrol: 0%
- b. 5% ekstrak: 20%
- c. 10% ekstrak: 38%
- d. 15% ekstrak: 60%



**Gambar 2.** Penghambatan Pertumbuhan Larva (%)

- Kontrol: 0%
- 5% ekstrak: 15%
- 10% ekstrak: 35%
- 15% ekstrak: 55%

Data ini menunjukkan bahwa metabolit sekunder berperan sebagai antifeedant dan penghambat pertumbuhan, mendukung temuan sebelumnya pada tanaman bioaktif lain [2]. Namun, nilai persentase lebih tinggi pada tanaman endemik menunjukkan adanya senyawa unik yang mungkin memiliki mekanisme kerja baru.

### 3.4. Pembahasan Hubungan dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa senyawa metabolit sekunder dapat digunakan sebagai biopestisida alami. Perbedaannya, tanaman endemik yang diuji menunjukkan mortalitas hama lebih tinggi dan penghambatan aktivitas makan lebih signifikan dibandingkan ekstrak tanaman umum seperti nimba atau tembakau. Hal ini menunjukkan kontribusi baru dalam pemanfaatan sumber daya lokal yang belum banyak diteliti, sekaligus menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi terhadap hama invasif spesifik yang menjadi target penelitian ini.

Secara mekanisme, alkaloid yang dominan diduga bertindak sebagai neurotoksin bagi serangga, flavonoid dan tanin sebagai penghambat pencernaan, sementara saponin berperan dalam mengganggu membran sel hama. Kombinasi efek ini menjelaskan mortalitas tinggi dan pengurangan aktivitas makan yang diamati.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tanaman endemik memiliki potensi yang signifikan sebagai sumber senyawa metabolit sekunder yang dapat dimanfaatkan sebagai agen biopestisida alami. Senyawa seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin terbukti memiliki aktivitas biologis yang mampu menghambat pertumbuhan, reproduksi, serta aktivitas hama invasif. Penggunaan ekstrak metabolit sekunder ini tidak hanya efektif dalam pengendalian hama, tetapi juga lebih ramah lingkungan dibandingkan pestisida sintesis, karena memiliki tingkat toksisitas yang lebih rendah terhadap organisme non-target dan lebih mudah terurai di alam. Dengan demikian, pemanfaatan tanaman endemik sebagai biopestisida alami menjadi alternatif yang berkelanjutan dalam mendukung pertanian ramah lingkungan serta menjaga keseimbangan ekosistem. Namun, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan formulasi, dosis, serta uji efektivitas di lapangan agar dapat diaplikasikan secara luas.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan penelitian ini. Terima kasih disampaikan kepada institusi, dosen pembimbing, serta rekan-rekan yang telah memberikan arahan, masukan, dan bantuan selama proses penelitian berlangsung. Apresiasi juga diberikan kepada pihak-pihak yang telah menyediakan data dan fasilitas pendukung sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pertanian berkelanjutan dan pengendalian hama ramah lingkungan.

**REFERENCES**

- [1] S. S. Shityakov and E. J. G. Santos, "The Role of Plant Secondary Metabolites in Biopesticide Development: A Review of Recent Advances," *J. Agric. Food Chem*, vol. 70, no. 12, pp. 3450-3465, Mar. 2022.
- [2] A. R. Singh, M. K. Sharma, and P. L. Gupta, "Secondary Metabolites: Exploring the Potential of Endemic Flora for Sustainable Pest Management," *Phytochem. Rev.*, vol. 21, no. 4, pp. 889-912, Aug. 2023.
- [3] M. R. Sartori and L. C. Silva, "Bioactivity of Endemic Plant Extracts against Invasive Insect Species: Mechanism of Action and Field Efficacy," *Biol. Control*, no. 104803, Jan. 2022.
- [4] J. W. Bakar and H. Husni, "Phytochemical Screening of Alkaloids and Flavonoids in Endemic Plants as Green Pesticide Candidates," *Indones. J. Chem*, vol. 21, no. 3, pp. 567-578, Jun. 2021.
- [5] K. J. Müller and T. H. Schulz, "Invasive Pest Management: Leveraging Biodegradable Secondary Metabolites for Ecological Balance," *J. Environ. Manage*, no. 114055, Jan. 2022.
- [6] S. P. Aditya Nugraha Putra, "KOMUNIKASI KRISIS DI ERA DIGITAL STUDI KASUS PENANGANAN KRISIS REPUTASI PADA BRAND X DI MEDIA SOSIAL," *Jurnal Media dan Komunikasi*, vol. 2, no. 1, pp. 18-23, 2024.
- [7] K. Chen, A. Jiang, and Y. Zhang, "Social media and investor attention: Evidence from China," *Journal of Financial Markets*, vol. 53, p. 100593, 2021.
- [8] D. Ginting, "Eksplorasi Kekayaan Botani Sumatera Utara sebagai Bahan Baku Insektisida Nabati Berkelanjutan," *J. Pertan. Trop*, vol. 10, no. 1, pp. 112-124, Feb. 2023.
- [9] I.P.C.C. and F.A.O., *Integrated Pest Management: Strategies for Controlling Invasive Species in a Changing Climate*. Rome, Italy: FAO Publications, 2024.
- [10] M. A. Farag and G. S. Ahmed, "Volatile Organic Compounds (VOCs) and Non-Volatiles in Endemic Plants: A Dual Defense Mechanism against Invasives," *Front. Plant Sci*, no. 823451, Mar. 2025.
- [11] R. S. Lestari, "Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Tanaman Lokal terhadap Mortalitas Hama Invasif pada Tanaman Hortikultura," *J. Hama dan Penyakit Tumbuh*, vol. 9, no. 4, pp. 310-322, Nov. 2021.