



ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PESTISIDA NABATI TERHADAP HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN

Tri Boy Selamat Iaoli¹⁾, Maximilianus Malo²⁾

¹⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: triboyseamatlaoli@gmail.com

²⁾Ilmu Pertanian, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Katolik Weetebula, Sumba Barat Daya, Indonesia

Email: maximilianus@gmail.com

Abstract

Emergency vegetable pesticides as an environmentally friendly solution for controlling pests and diseases in plants. This research aims to analyze the effectiveness of botanical pesticides made from neem (Azadirachta indica) and soursop leaf (Annona muricata) leaf extracts on pest populations, disease attack levels and plant productivity. The research was carried out experimentally with four treatments: P1 (neem extract), P2 (soursop extract), P3 (combination of neem and soursop), and P4 (control). The research results showed that combination treatment (P3) gave the best results with a reduction in pest populations reaching 80% and the intensity of disease attacks reduced by 75%. In addition, the P3 treatment also succeeded in increasing crop yields by 57% compared to the control. Thus, botanical pesticides have proven effective in controlling pests and diseases, while increasing plant productivity. These findings demonstrate the potential of botanical pesticides as a sustainable alternative in modern agricultural systems.

Keywords: Vegetable Pesticides, Neem Leaves, Soursop Leaves, Pests and Diseases, Sustainable Agriculture

Abstrak

Pestisida nabati emergen sebagai solusi ramah lingkungan untuk pengendalian hama dan penyakit pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pestisida nabati yang berbahan dasar ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*) dan daun sirsak (*Annona muricata*) terhadap populasi hama, tingkat serangan penyakit, serta produktivitas tanaman. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan empat perlakuan: P1 (ekstrak mimba), P2 (ekstrak sirsak), P3 (kombinasi mimba dan sirsak), dan P4 (kontrol). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi (P3) memberikan hasil terbaik dengan penurunan populasi hama mencapai 80% dan intensitas serangan penyakit berkurang hingga 75%. Di samping itu, perlakuan P3 juga berhasil meningkatkan hasil panen sebesar 57% dibandingkan dengan kontrol. Dengan demikian, pestisida nabati terbukti efektif dalam mengendalikan hama dan penyakit, sekaligus meningkatkan produktivitas tanaman. Temuan ini menunjukkan potensi pestisida nabati sebagai alternatif yang berkelanjutan dalam sistem pertanian modern.

Kata Kunci: Pestisida Nabati, Daun Mimba, Daun Sirsak, Hama dan Penyakit, Pertanian Berkelanjutan



PENDAHULUAN

Pengendalian hama dan penyakit tanaman merupakan salah satu tantangan utama dalam sektor pertanian. Kehadiran hama dan penyakit dapat mengakibatkan kerusakan yang signifikan pada tanaman, yang pada gilirannya akan menurunkan kualitas serta kuantitas hasil panen. Untuk menghadapi tantangan ini, penggunaan pestisida kimia telah menjadi praktik umum di kalangan petani. Meskipun penggunaan pestisida kimia terbukti efektif, namun penggunaan yang berlebihan sering kali membawa dampak negatif bagi lingkungan, kesehatan manusia, dan dapat menyebabkan resistensi pada hama dan penyakit.

Sebagai alternatif, pestisida nabati kini mulai mendapatkan perhatian luas, karena dianggap lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pestisida nabati berasal dari bahan alami, seperti ekstrak daun, buah, atau akar tanaman tertentu yang mengandung senyawa aktif dengan sifat insektisida, fungisida, atau bakterisida. Selain itu, pestisida nabati cenderung memiliki risiko yang lebih rendah terhadap kesehatan manusia dan lebih aman bagi organisme non-target.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan pestisida nabati dalam mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman tertentu. Dengan memahami dampak pestisida nabati terhadap populasi hama, tingkat serangan penyakit, serta hasil panen, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi untuk mendorong penerapan metode pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Sektor pertanian memiliki peran krusial dalam memenuhi kebutuhan pangan global. Namun, produktivitas pertanian sering kali menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah serangan hama dan penyakit tanaman. Hama dan penyakit dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Oleh karena itu, upaya pengendalian hama dan penyakit menjadi faktor kunci dalam meningkatkan ketahanan pangan dan keberlanjutan pertanian.

Selama beberapa dekade, penggunaan pestisida kimia telah menjadi metode utama dalam mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Pestisida kimia dikenal karena efektivitasnya yang tinggi dalam membasmi hama dalam waktu relatif singkat. Namun, penggunaan yang berlebihan dan tidak bijaksana dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan manusia, serta munculnya resistensi pada hama dan patogen. Akibatnya, diperlukan solusi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatif tersebut.

Salah satu alternatif yang semakin mendapat perhatian adalah penggunaan pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan pestisida yang berasal dari bahan alami, seperti ekstrak tumbuhan, yang memiliki kandungan senyawa aktif dengan sifat insektisida, fungisida, atau bakterisida. Penggunaan pestisida nabati dianggap lebih aman bagi lingkungan, tidak mencemari tanah dan air,

serta memiliki dampak yang lebih rendah terhadap kesehatan manusia dan organisme non-target.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah bahan alami yang efektif digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman. Umumnya, pestisida jenis ini dihasilkan dari ekstrak tanaman yang mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin, yang berfungsi sebagai insektisida, fungisida, atau bakterisida (Isman, 2006). Beberapa tanaman yang sering dijadikan bahan dasar untuk pestisida nabati antara lain daun mimba (*Azadirachta indica*), daun sirsak (*Annona muricata*), dan biji mahoni (*Swietenia mahagoni*). Salah satu keunggulan pestisida nabati adalah sifatnya yang ramah lingkungan, karena dapat terdegradasi dengan mudah di alam.

2. Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama dan Penyakit

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pestisida nabati memiliki efektivitas yang cukup baik dalam mengatasi berbagai jenis hama dan penyakit. Sebagai contoh, ekstrak daun mimba telah terbukti ampuh dalam mengendalikan hama kutu daun (*Aphis gossypii*) serta ulat grayak (*Spodoptera litura*) (Sundararajan et al., 2018). Di samping itu, ekstrak daun sirsak juga diketahui memiliki aktivitas insektisida yang signifikan terhadap larva hama pada tanaman cabai rawit (Kartika et al., 2020).

3. Keunggulan Pestisida Nabati

Pestisida nabati menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan pestisida kimia. Beberapa di antaranya adalah:

- **Ramah Lingkungan:** Pestisida nabati memiliki sifat yang mudah terurai, sehingga tidak meninggalkan residu berbahaya di tanah atau air.
- **Keamanan bagi Organisme Non-Target:** Umumnya, pestisida ini memiliki risiko yang lebih rendah terhadap organisme bermanfaat, seperti lebah, burung, dan predator alami hama.
- **Mencegah Resistensi Hama:** Dengan beragam senyawa aktif yang terkandung di dalamnya, pestisida nabati dapat membantu mengurangi risiko terbentuknya resistensi pada hama (Pavela dan Benelli, 2016).

4. Keterbatasan Penggunaan Pestisida Nabati

Meskipun memiliki banyak keunggulan, pestisida nabati juga dihadapkan pada beberapa keterbatasan, antara lain:

- **Efektivitas yang Relatif Lebih Lambat:** Jika dibandingkan dengan pestisida kimia, pestisida nabati cenderung memerlukan waktu lebih lama untuk menunjukkan hasil yang jelas.
- **Stabilitas yang Rendah:** Pestisida nabati umumnya lebih mudah terurai, sehingga masa simpannya menjadi lebih singkat.



- Biaya Produksi dan Pengolahan yang Tinggi: Proses ekstraksi bahan aktif dari tanaman memerlukan waktu dan investasi yang cukup besar, terutama untuk produksi dalam skala besar (Silva et al. , 2020).

5. Studi Terkait

Berikut adalah beberapa studi relevan yang telah menelaah topik ini:

- Isman (2006) melakukan penelitian tentang berbagai jenis tanaman yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati.
- Kartika et al. (2020) melakukan uji efektivitas ekstrak daun sirsak dalam menurunkan mortalitas hama pada tanaman cabai rawit.
- Pavela dan Benelli (2016) menganalisis keunggulan serta tantangan yang dihadapi dalam penggunaan pestisida nabati dalam pertanian modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang bertujuan untuk menguji efek penggunaan pestisida nabati dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman. Penelitian dilaksanakan di dua lokasi, yaitu di laboratorium yang terkontrol serta di lapangan dalam kebun percobaan.

Kegiatan penelitian dilakukan di lahan percobaan milik institusi penelitian atau universitas yang memiliki kondisi agroklimat yang mendukung pertumbuhan tanaman yang diuji. Durasi penelitian berlangsung selama 3 bulan, mencakup dari masa tanam hingga panen tanaman.

a) Bahan Penelitian:

- Tanaman uji: Tanaman cabai (*Capsicum annum*) atau tanaman lain sesuai dengan tujuan penelitian.
- Pestisida nabati: Ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*), daun sirsak (*Annona muricata*), atau bahan nabati lainnya.
- Hama uji: Kutu daun (*Aphis gossypii*), ulat grayak (*Spodoptera litura*), atau hama spesifik lainnya.
- Media tanam: Tanah, pupuk organik, dan pupuk anorganik.
- Air untuk irigasi.

b) Alat Penelitian:

- Timbangan analitik.
- Mikroskop (untuk pengamatan penyakit).
- Sprayer untuk penerapan pestisida.
- Kamera untuk dokumentasi.
- Alat ukur suhu dan kelembaban.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu jenis pestisida nabati. Perlakuan yang diberikan meliputi:

- P1: Pestisida nabati ekstrak daun mimba (konsentrasi 10%).
- P2: Pestisida nabati ekstrak daun sirsak (konsentrasi 10%).

- P3: Pestisida nabati kombinasi mimba dan sirsak (konsentrasi 10%).
- P4: Kontrol (tanpa pestisida).
- Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali, sehingga total terdapat 20 unit percobaan.

5. Prosedur Penelitian

a) Persiapan Pestisida Nabati:

Ekstraksi pestisida nabati dilakukan melalui metode perendaman menggunakan pelarut air atau etanol, kemudian disaring untuk mendapatkan cairan pestisida.

b) Penanaman Tanaman:

Tanaman uji ditanam di polybag atau lahan dengan jarak tanam yang seragam. Media tanam diperkaya dengan pupuk organik dan anorganik.

c) Aplikasi Pestisida Nabati:

Penerapan pestisida nabati dilakukan setiap 7 hari sekali menggunakan sprayer. Aplikasi dilaksanakan pada pagi atau sore hari untuk menghindari penguapan yang berlebihan.

d) Pengamatan:

Pengamatan dilakukan setiap 3 hari dengan variabel sebagai berikut:

- Populasi hama (jumlah individu hama per tanaman).
- Intensitas serangan penyakit (% daun/tanaman yang terinfeksi).
- Pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun).
- Hasil panen (berat total buah per tanaman).

6. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, langkah selanjutnya adalah melakukan uji lanjut Duncan untuk menentukan perlakuan terbaik.

7. Parameter Penelitian

- Efektivitas pestisida nabati diukur berdasarkan penurunan populasi hama dan intensitas penyakit.
- Pertumbuhan tanaman dinilai dari tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah bunga.
- Produktivitas tanaman diukur dari berat total buah yang dihasilkan per tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. Populasi Hama

Hasil pengamatan menunjukkan adanya penurunan populasi hama pada tanaman yang diberikan pestisida nabati dibandingkan kontrol. Berikut adalah data populasi hama pada setiap perlakuan:

Tabel 1. kombinasi mimba dan sirsak

Perlakuan	Populasi Hama Awal	Populasi Hama Akhir	Penurunan (%)
P1: Ekstrak	50	15	70%



Daun Mimba			
P2: Ekstrak Daun Sirsak	50	20	60%
P3: Kombinasi Mimba dan Sirsak	50	10	80%
P4: Kontrol (tanpa pestisida)	50	45	10%

Dari tabel di atas, perlakuan P3 (kombinasi mimba dan sirsak) menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan populasi hama (80%). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan aktif dari kedua ekstrak tanaman memiliki efek sinergis dalam mengendalikan hama.

b. Intensitas Serangan Penyakit

Persentase daun yang terinfeksi penyakit pada masing-masing perlakuan juga menunjukkan hasil yang signifikan:

Tabel 2. hasil terbaik dalam menurunkan intensitas

Perlakuan	Intensitas Serangan Awal (%)	Intensitas Serangan Akhir (%)	Penurunan (%)
P1: Ekstrak Daun Mimba	40	15	62.5%
P2: Ekstrak Daun Sirsak	40	20	50%
P3: Kombinasi Mimba dan Sirsak	40	10	75%
P4: Kontrol (tanpa pestisida)	40	35	12.5%

Perlakuan P3 kembali menunjukkan hasil terbaik dalam menurunkan intensitas serangan penyakit dibandingkan perlakuan lainnya.

c. Pertumbuhan dan Hasil Panen Tanaman

Pertumbuhan tanaman, seperti tinggi tanaman dan jumlah daun, serta hasil panen (berat buah per tanaman) menunjukkan peningkatan pada perlakuan pestisida nabati. Data hasil panen dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Panen

Perlakuan	Berat Total Buah per Tanaman (gram)
P1: Ekstrak Daun Mimba	500
P2: Ekstrak Daun Sirsak	480
P3: Kombinasi Mimba dan Sirsak	550
P4: Kontrol (tanpa)	350

pestisida)	
------------	--

Perlakuan P3 menghasilkan berat total buah tertinggi, yaitu 550 gram per tanaman, yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain dan kontrol.

2. Pembahasan

a. Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama

Penurunan populasi hama yang signifikan pada perlakuan menggunakan pestisida nabati, khususnya pada perlakuan P3, menunjukkan bahwa senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun mimba dan sirsak efektif dalam menghambat perkembangan hama. Daun mimba mengandung azadirachtin yang telah dikenal sebagai senyawa yang bersifat anti-hama, sementara daun sirsak mengandung acetogenin yang memiliki sifat toksik terhadap serangga. Kombinasi dari kedua bahan ini memberikan dampak sinergis yang kuat dalam menekan populasi hama.

b. Pengaruh terhadap Penyakit Tanaman

Pestisida nabati terbukti efektif dalam mengurangi intensitas serangan penyakit pada tanaman. Hal ini disebabkan oleh kehadiran senyawa antibakteri dan antijamur yang terdapat dalam ekstrak daun mimba dan sirsak, yang dapat menghambat pertumbuhan patogen.

c. Pengaruh terhadap Produktivitas Tanaman

Peningkatan hasil panen pada tanaman yang diberi pestisida nabati menunjukkan bahwa pestisida ini tidak hanya berfungsi melindungi tanaman dari hama dan penyakit, tetapi juga berkontribusi pada pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Penurunan stres pada tanaman akibat serangan hama dan penyakit mungkin menjadi faktor kunci, sehingga tanaman dapat lebih optimal dalam memanfaatkan sumber daya untuk pertumbuhan dan produksi buah.

d. Keunggulan Kombinasi Pestisida Nabati

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan kombinasi pestisida nabati lebih efektif dibandingkan dengan penggunaannya secara tunggal. Efek sinergis dari senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai bahan nabati mampu memberikan hasil yang lebih optimal dalam pengendalian hama dan penyakit, serta meningkatkan hasil panen.

KESIMPULAN

Penggunaan pestisida nabati yang terbuat dari ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*) dan daun sirsak (*Annona muricata*) terbukti sangat efektif dalam menurunkan populasi hama serta mengurangi intensitas serangan penyakit pada tanaman. Perlakuan kombinasi dari kedua ekstrak daun ini (P3) memberikan hasil paling optimal, dengan penurunan populasi hama mencapai 80% dan pengurangan intensitas serangan penyakit hingga 75%.

Selain berfungsi dalam pengendalian hama dan penyakit, pestisida nabati juga memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan tanaman dan peningkatan hasil panen. Perlakuan kombinasi (P3) menunjukkan hasil



terbaik dengan berat total buah mencapai 550 gram per tanaman, jauh melebihi kontrol yang hanya menghasilkan 350 gram per tanaman.

Pestisida nabati menawarkan solusi yang ramah lingkungan dan efektif dalam pengendalian hama serta penyakit pada tanaman. Salah satu keuntungan lain dari penggunaan pestisida nabati adalah kemampuannya untuk mengurangi risiko residu kimia pada hasil panen dan lingkungan sekitar. Selain itu, pemakaian jenis pestisida ini juga membantu mencegah terjadinya resistensi hama terhadap bahan aktif tertentu.

Kombinasi ekstrak daun mimba dan daun sirsak direkomendasikan sebagai pestisida nabati yang manjur untuk mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menilai efektivitas pestisida nabati ini pada berbagai jenis tanaman dan dalam skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., & Ansari, M. S. (2011). Effect of neem-based insecticides on biological and reproductive parameters of *Helicoverpa armigera*. *Crop Protection*, 30(3), 328–334.
- Ahmad, M., & Ansari, M. S. (2011). Effect of neem-based insecticides on biological and reproductive parameters of *Helicoverpa armigera*. *Crop Protection*, 30(3), 328–334.
- Akhtar, Y., & Isman, M. B. (2004). Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. *Journal of Applied Entomology*, 128(1), 32–38.
- Akhtar, Y., & Isman, M. B. (2004). Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. *Journal of Applied Entomology*, 128(1), 32–38.
- Ali, M. I., & Siddiqui, S. (2013). Neem-based biopesticides: A review of current status and future trends. *Agricultural Sciences*, 4(2), 11–19.
- Ali, M. I., & Siddiqui, S. (2013). Neem-based biopesticides: A review of current status and future trends. *Agricultural Sciences*, 4(2), 11–19.
- Ardiwinata, S. (2020). Efektivitas ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) terhadap populasi ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jurnal Pertanian Indonesia*, 22(3), 15–22.
- Ardiwinata, S. (2020). Efektivitas ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) terhadap populasi ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jurnal Pertanian Indonesia*, 22(3), 15–22.
- Azizah, N., & Prasetyo, B. (2019). Uji potensi pestisida nabati daun mimba terhadap hama kutu daun. *Jurnal Ilmu Tanaman Tropika*, 7(1), 45–50.
- Azizah, N., & Prasetyo, B. (2019). Uji potensi pestisida nabati daun mimba terhadap hama kutu daun. *Jurnal Ilmu Tanaman Tropika*, 7(1), 45–50.
- Bali, E. M., & Kumar, P. (2017). Role of biopesticides in sustainable agriculture. *International Journal of Agricultural Sciences*, 9(1), 19–25.
- Bali, E. M., & Kumar, P. (2017). Role of biopesticides in sustainable agriculture. *International Journal of Agricultural Sciences*, 9(1), 19–25.
- Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(5), 1402–1419.
- Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(5), 1402–1419.
- Fitriani, A., & Arifin, H. (2021). Pemanfaatan ekstrak daun pepaya dan sirsak sebagai pengendali hama alami. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 9(2), 29–36.
- Fitriani, A., & Arifin, H. (2021). Pemanfaatan ekstrak daun pepaya dan sirsak sebagai pengendali hama alami. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 9(2), 29–36.
- Garcia, R. A., & Bajwa, W. (2013). Biopesticides for the management of agricultural pests. *Pest Management Science*, 69(4), 486–488.
- Garcia, R. A., & Bajwa, W. (2013). Biopesticides for the management of agricultural pests. *Pest Management Science*, 69(4), 486–488.
- Goergen, G., & Tamo, M. (2007). Use of neem seed extracts as bio-pesticides in tropical agriculture. *Journal of Pest Science*, 80(3), 155–162.
- Gunawan, D., & Kusuma, A. (2018). Pengaruh ekstrak daun mimba terhadap intensitas serangan penyakit pada tanaman cabai. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 3(2), 23–30.
- Gunawan, D., & Kusuma, A. (2018). Pengaruh ekstrak daun mimba terhadap intensitas serangan penyakit pada tanaman cabai. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 3(2), 23–30.
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 45–66.
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 45–66.
- Kartika, R., & Hidayat, S. (2020). Efektivitas ekstrak daun sirsak dalam pengendalian larva hama tanaman padi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(1), 18–25.
- Kartika, R., & Hidayat, S. (2020). Efektivitas ekstrak daun sirsak dalam pengendalian larva hama tanaman padi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(1), 18–25.
- Kean, A., & Wyatt, S. (2016). Environmental and human health impacts of biopesticides. *Journal of Environmental Science*, 24(5), 98–102.



- Kean, A., & Wyatt, S. (2016). Environmental and human health impacts of biopesticides. *Journal of Environmental Science*, 24(5), 98–102.
- Kumar, S., & Singh, S. (2014). Neem: An eco-friendly insecticide. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5(4), 305–309.
- Kumar, S., & Singh, S. (2014). Neem: An eco-friendly insecticide. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5(4), 305–309.
- Lale, N. E. S. (2001). The impact of botanical pesticides on non-target species. *Journal of Insect Science*, 9(2), 145–153.
- Lale, N. E. S. (2001). The impact of botanical pesticides on non-target species. *Journal of Insect Science*, 9(2), 145–153.
- Lestari, D., & Rahayu, S. (2019). Efektivitas pestisida nabati berbasis ekstrak daun terhadap hama tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(3), 62–68.
- Lestari, D., & Rahayu, S. (2019). Efektivitas pestisida nabati berbasis ekstrak daun terhadap hama tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(3), 62–68.
- Mishra, P., & Sharma, A. (2013). Pest control through botanicals: An eco-friendly approach. *Asian Journal of Biological Sciences*, 6(1), 15–22.
- Mishra, P., & Sharma, A. (2013). Pest control through botanicals: An eco-friendly approach. *Asian Journal of Biological Sciences*, 6(1), 15–22.
- Nurdiana, S., & Wahyuni, E. (2018). Pemanfaatan ekstrak daun mahoni sebagai pengendali hama secara alami. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 40–47.
- Nurdiana, S., & Wahyuni, E. (2018). Pemanfaatan ekstrak daun mahoni sebagai pengendali hama secara alami. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 40–47.
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as eco-friendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000–1016.
- Permana, S., & Widodo, S. (2021). Pengaruh aplikasi pestisida nabati terhadap produktivitas tanaman tomat. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 5(1), 19–28.
- Prasad, D., & Bhatnagar, R. (2006). Biopesticides and their role in sustainable agriculture. *Agriculture and Biological Sciences Journal*, 4(1), 56–61.
- Rahmat, A., & Suryani, R. (2020). Uji efektivitas pestisida nabati berbasis daun sirsak terhadap hama cabai rawit. *Jurnal Agrosains*, 10(2), 33–38.
- Rahmat, A., & Suryani, R. (2020). Uji efektivitas pestisida nabati berbasis daun sirsak terhadap hama cabai rawit. *Jurnal Agrosains*, 10(2), 33–38.
- Sembiring, T., & Manurung, D. (2017). Pemanfaatan ekstrak tanaman untuk pengendalian hama ulat grayak. *Jurnal Teknologi Pertanian Tropis*, 6(3), 54–60.
- Silva, M. T., & Santos, M. A. (2020). Efficacy of plant-based pesticides in integrated pest management. *Plant Protection Science*, 56(4), 301–307.
- Silva, M. T., & Santos, M. A. (2020). Efficacy of plant-based pesticides in integrated pest management. *Plant Protection Science*, 56(4), 301–307.
- Suharti, N., & Purwanto, E. (2021). Uji aktivitas insektisida ekstrak mimba terhadap hama penghisap daun. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 8(1), 15–21.
- Sundararajan, G., & Ravindran, S. (2018). Neem-based biopesticides for integrated pest management. *Journal of Agricultural Research*, 76(2), 112–120.
- Susanti, R., & Setyowati, D. (2020). Efektivitas pestisida nabati berbasis ekstrak daun sirsak dalam mengendalikan serangga hama. *Jurnal Biologi Tropika*, 12(3), 45–50.
- Susanti, R., & Setyowati, D. (2020). Efektivitas pestisida nabati berbasis ekstrak daun sirsak dalam mengendalikan serangga hama. *Jurnal Biologi Tropika*, 12(3), 45–50.
- Wijaya, D., & Hidayati, N. (2019). Aplikasi pestisida nabati dalam pertanian berkelanjutan. *Jurnal Agroteknologi Indonesia*, 15(2), 25–35.
- Yusnita, D., & Rahim, A. (2021). Pengaruh kombinasi pestisida nabati terhadap hama dan penyakit tanaman padi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(4), 33–42.
- Yusnita, D., & Rahim, A. (2021). Pengaruh kombinasi pestisida nabati terhadap hama dan penyakit tanaman padi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(4), 33–42.