

Senyawa *Anti Feedant* : Mekanisme Kerja dan Perannya sebagai Senyawa Aktif Pestisida

Fatimatuz Zuhro^{1*}

¹ Program Studi Biologi, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas PGRI Argopuro Jember

*email: bundafatim@gmail.com

ABSTRAK

Artikel ini bertujuan untuk membahas dan menyajikan materi tentang senyawa *anti feedant*, mekanisme kerja, dan perannya sebagai pestisida nabati secara komprehensif berdasarkan studi referensi dari hasil penelitian beberapa ilmuwan terdahulu. Artikel dibuat dengan metode mengumpulkan data dengan cara memahami dan mempelajari teori-teori dari berbagai literatur yang berhubungan dengan senyawa *anti feedant*. Kemudian, teori-teori dari berbagai referensi tersebut dianalisis secara kritis dan mendalam agar dapat mendukung tujuan yang diharapkan dalam tulisan ini. Hasil analisis dari beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa senyawa *anti feedant* sebagian besar diperoleh dari kelompok tanaman, yang mengandung bahan aktif berupa metabolit sekunder, yang jenisnya berbeda-beda, ditentukan oleh jenis dan organ suatu tanaman. Aplikasi senyawa *anti feedant* pada tanaman akan menghasilkan bau atau aroma yang akan dikenali oleh sel syaraf serangga hama, menghasilkan sinyal yang akan diteruskan ke otak, dan mengakibatkan hama berhenti dari aktivitas memakan tanaman inang. Pengujian aktivitas senyawa *anti feedant* dapat dilakukan dengan uji pilihan (*choice test*) atau pun uji tanpa pilihan (*no choice test*). Dan beberapa hasil penelitian terdahulu telah membuktikan tentang efektivitas senyawa *anti feedant* yang dikandung oleh beberapa tanaman dalam mengurangi tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh serangga hama.

Kata kunci: *Anti feedant, Choice test, Metabolit Sekunder, Non choice test.*

ABSTRACT

This article aims to discuss and present material about *anti-feedant* compounds, their mechanism of action, and their role as botanical pesticides in a comprehensive manner based on reference studies from the research results of several previous scientists. The article was created using a method of collecting data by understanding and studying theories from various literature related to *anti-feedant* compounds. Then, the theories from various references were analyzed critically and in depth in order to support the objectives expected in this paper. The results of analysis from several previous studies showed that *anti-feedant* compounds are mostly obtained from plant groups, which contain active ingredients in the form of secondary metabolites, the types of which vary, determined by the type and organs of a plant. Application of *anti-feedant* compounds to plants will produce an odor or aroma that will be recognized by the nerve cells of the pest insect, produce a signal that will be transmitted to the brain, and cause the pest to stop eating the host plant. Testing the activity of *anti-feedant* compounds can be carried out using a *choice test* or a *no-choice test*. And several previous research results have proven the effectiveness of *anti-feedant* compounds contained in several plants in reducing the level of damage caused by insect pests.

Keywords: *Anti feedant, Choice test, Secondary Metabolites, Non choice test.*

PENDAHULUAN

Topik tentang senyawa *anti feedant* berperan penting dalam proses pengendalian hayati pada tanaman budidaya. Materi seputar *anti feedant* selalu berkaitan dengan hubungan antara hama atau Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dengan tanaman. Beberapa ilmuwan dan

peneliti telah mendefinisikan pengertian senyawa *anti feedant* berdasarkan sudut pandang mereka masing-masing, tetapi secara garis besar semua memiliki makna yang hampir sama.

Sitohang *et al.* (2022) menyatakan bahwa senyawa anti feedant merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk menghambat nafsu makan suatu makhluk hidup yang mengonsumsinya. Sedangkan Gani *et al.* (2012) memberikan pendapat yang lebih detail, yaitu senyawa bioaktif *anti feedant* adalah bahan organik yang sangat dibutuhkan tanaman untuk melindungi dirinya dari hama, seperti serangga, mikroba, dan organisme lain. Mereka tidak membunuh, mengusir, atau menjerat hama, tetapi berfungsi untuk menghentikan hama dari proses memakan suatu tanaman yang mengandung senyawa *anti feedant*.

Tanod *et al.* (2017) menambahkan bahwa daya kerja senyawa *anti feedant* terhadap OPT dapat berlangsung secara sementara atau permanen, tergantung kekuatan bahan yang digunakan. Menurut Khasanah *et al.* (2021), senyawa kimia yang disebut sebagai *anti feedant* terdiri dari berbagai jenis metabolit sekunder seperti alkaloid, saponin, tannin, phenol, dan terpenoid, dan biasanya dibuat oleh beberapa jenis tanaman tertentu dan membantu melindungi tanaman dari serangan hama. Tridiptasari *et al.* (2019) memperjelas bahwa senyawa *anti feedant* biasanya dapat ditemukan di beberapa organ tanaman, seperti; daun, biji, bunga, buah, dan akar.

Berdasarkan beberapa definisi tentang senyawa *anti feedant* tersebut, maka dapat dibuat suatu pengertian yang lebih lengkap tentang senyawa *anti feedant*, yaitu senyawa kimia hasil metabolisme sekunder, yang sebagian besar diproduksi oleh organ tanaman dan berfungsi dalam mengendalikan serangan hama, dengan mekanisme menghambat atau mengurangi nafsu makan hama, baik sifatnya sementara atau permanen, serta dalam jangka waktu tertentu (secara tidak langsung) dapat menimbulkan efek kematian pada hama atau OPT.

Berbagai penelitian tentang tanaman yang mengandung senyawa *anti feedant*, bagaimana mekanisme kerja dan pengaruhnya terhadap OPT, bagaimana prosedur pengujian untuk mengetahui pengaruh senyawa *anti feedant*, serta bagaimana peran senyawa *anti feedant* sebagai pestisida nabati telah dilakukan oleh beberapa ilmuwan sebelumnya. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk membahas dan menyajikan materi tentang senyawa *anti feedant*, mekanisme kerja, dan perannya sebagai pestisida nabati secara komprehensif berdasarkan studi referensi dari hasil penelitian beberapa ilmuwan terdahulu.

METODE PENELITIAN

Artikel dibuat dengan metode mengumpulkan data dengan cara memahami dan mempelajari teori-teori dari berbagai literatur yang berhubungan dengan senyawa *anti feedant*. Kemudian, teori-teori dari berbagai referensi tersebut dianalisis secara kritis dan mendalam agar dapat mendukung tujuan yang diharapkan dalam tulisan ini.

HASIL DAN DISKUSI

Keanekaragaman Tanaman Penghasil Senyawa *Anti Feedant*

Indonesia memiliki keanekaragaman plasma nutfah, khususnya tanaman yang berfungsi sebagai senyawa *anti-feedant*. Data menunjukkan bahwa terdapat 2.400 spesies tanaman yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama, termasuk 380 spesies sebagai senyawa *anti feedant*, 270 spesies sebagai *repellent* (penolak), dan lebih dari 30 spesies sebagai penghambat pertumbuhan (Sari & Armayanti, 2019). Beberapa jenis tanaman yang mengandung senyawa anti feedant, organ yang biasa dimanfaatkan, dan kandungan bahan aktifnya tertera dalam Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Beberapa Jenis Tanaman yang Mengandung Senyawa *Anti Feedant*

No.	Nama Tanaman	Nama Ilmiah	Organ yang Dimanfaatkan	Kandungan Bahan Aktif
1.	Widuri (Khasanah <i>et al.</i> , 2021)	<i>Calotropis gigantea</i> L.	Daun	Alkaloid, steroid, terpenoid, flavonoid, tannin, dan phenol.
2.	Pangi (Mahardika <i>et al.</i> , 2014)	<i>Pangium</i> Sp.	Daun	Alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan terpenoid.
3.	Kelor (Tridiptasari <i>et al.</i> , 2019)	<i>Moringa oleifera</i> L.	Daun, biji,	Alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, and tannin.
4.	Andong (Tri Utami <i>et al.</i> , 2017)	<i>Cordyline fruticosa</i> L.	Daun	Fenol, flavonoid, tanin, dan saponin.
5.	Mimba (Hasibuan <i>et al.</i> , 2021)	<i>Azadirachta indica</i>	Daun	Azadirachtin, salanin, meliatriol dan nimbin
6.	Babandotan (Firmansyah, 2021)	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Daun, batang, akar	Saponin, flavonoid, triterpenoid.
7.	Melinjo (Moniharapon <i>et al.</i> , 2021)	<i>Gnetum gnemon</i> L.	Daun	Saponin, flavonoid dan tanin
8.	Bawang putih (Yusup & Ukit, 2021)	<i>Allium sativum</i>	Umbi	Alkaloid, flavanoid, saponin, tannin, sulfur.
9.	Sirsak (Yusup & Ukit, 2021; Arimbawa <i>et al.</i> , 2018)	<i>Annona muricata</i> L.	Daun	Tannin, acetoginin, asimisin, bulatacin dan squamosin.
10.	Pepaya (Wahyuni & Yuliani, 2023)	<i>Carica papaya</i>	Daun	Papain, kimopapain dan senyawa golongan alkaloid, flavonoid, saponin, dan tannin.
11.	Lamtoro (Wahyuni & Yuliani, 2023)	<i>Leucaena leucocephala</i>	Daun	Mimosin, saponin, alkaloid, flavonoid, dan tanin

Berdasarkan Tabel 1. di atas terbukti bahwa sebagian besar senyawa *anti feedant* mengandung senyawa metabolit sekunder, berupa alkaloid, steroid, terpenoid, flavonoid, tannin, phenol, tannin, saponin, triterpenoid, dan sebagainya. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut memiliki peran masing-masing dan berpengaruh terhadap metabolisme tubuh OPT. Sebagai contoh, enzim papain dan kimopapain menyerang sistem saraf dan mengganggu proses pencernaan OPT, alkaloid melisiskan sel dan menyebabkan larva lumpuh, flavonoid mengurangi fungsi saraf pernafasan, tannin menghentikan aktivitas makan, mimosin berfungsi sebagai anti metabolit yang dapat menggantikan kedudukan asam amino pembentuk protein, sehingga struktur protein berubah dan tidak dapat digunakan oleh larva OPT untuk berkembang (Wahyuni & Yuliani, 2023).

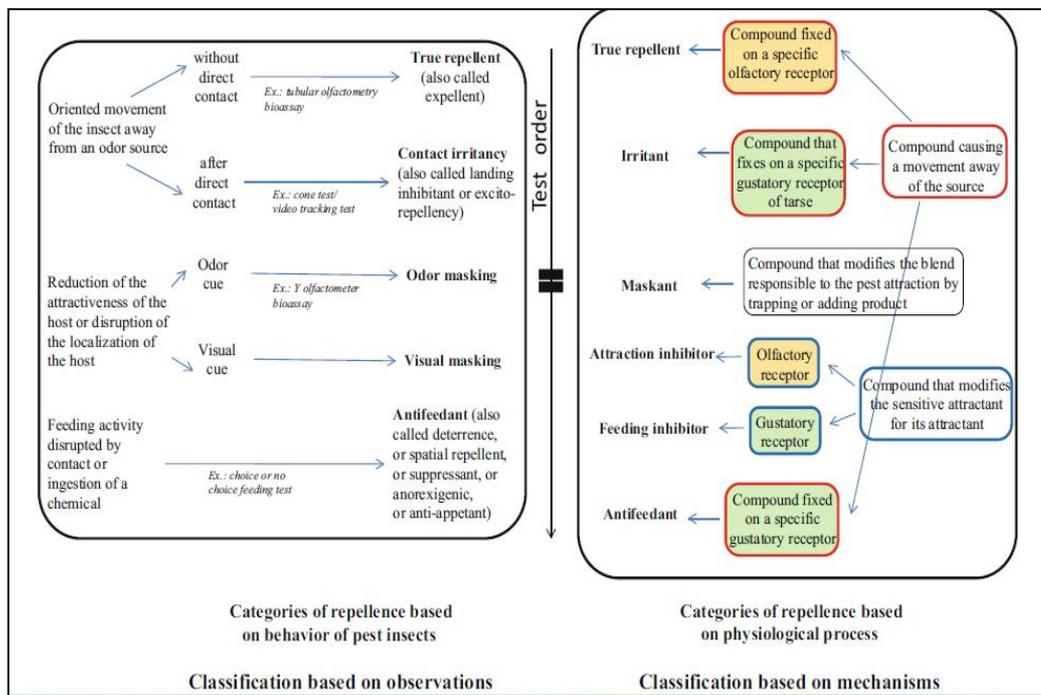
Mekanisme Kerja Senyawa *Anti Feedant* dan Pengaruhnya terhadap Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Senyawa anti feedant memiliki kemampuan untuk menghentikan daya makan hama secara sementara atau permanen (bergantung pada konsentrasi senyawa). Kemampuan tersebut memiliki serangkaian mekanisme yang mengundang ketertarikan beberapa peneliti untuk mengamatinya.

Menurut Deletre *et al.* (2016) mekanisme kerja senyawa *anti feedant* berkaitan dengan mekanisme *repellent* (penolak) pada OPT, dan seringkali pada satu bahan mengandung bahan aktif yang berfungsi sebagai *anti feedant* dan ada juga yang sebagai *repellent*. Mekanisme anti feedant merupakan bagian paling rendah dari proses atau mekanisme *repellent* (Gambar 1.), walaupun beberapa peneliti lain sering membedakan secara tegas antara senyawa *repellent* dan *anti feedant*. Pada mekanisme *anti feedant*, hama masih berinisiatif untuk memakan tanaman inang atau disebut sebagai penolak spasial, tetapi pada mekanisme repelensi sejati, hama secara otomatis bergerak menjauhi inang atau menjauh dari sumber bau, sehingga level perlindungan terhadap bau yang muncul di sekitar mereka lebih kuat pada mekanisme repelensi sejati.

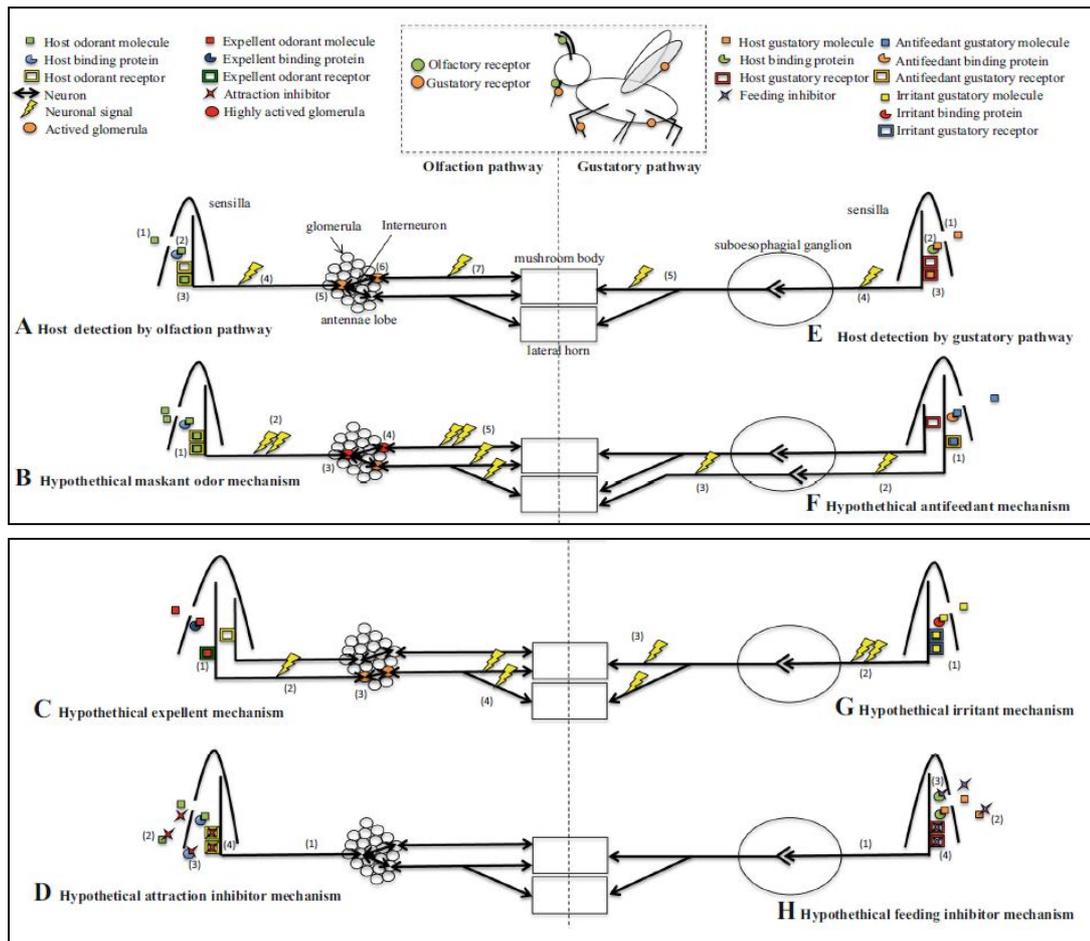
Berdasarkan Gambar 1. di atas dapat diketahui bahwa terdapat 5 jenis level repelensi berdasarkan tingkah laku hama, yaitu: *true repellent*, *contact irritancy*, *odor masking*, *visual masking*, dan *antifeedant*. Mekanisme *anti feedant* menempati urutan atau level terbawah daripada mekanisme yang lain. Pada mekanisme *anti feedant*, sinyal bau atau aroma yang bersumber dari tanaman inang tidak membuat hama langsung menjauh pergi, tetapi hama masih

sempat memakan bagian tubuh tanaman inang, hanya saja aktivitas tersebut kemudian terhambat.



Gambar 1. Kategori level repelensi berdasarkan perilaku serangga hama (kiri) dan kategori repelensi berdasarkan proses fisiologi (kanan). Mekanisme *antifeedant* menempati level terbawah dari proses repelensi sejati (Deletre *et al.*, 2016)

Deletre *et al.* (2016) juga memberikan dugaan atau hipotesis beberapa respon atau mekanisme hama saat menghadapi senyawa yang mengandung bau pada inang, di antaranya seperti tertera pada Gambar 2. A., yaitu pendeteksian inang melalui jalur penciuman. Organ penciuman serangga hama memiliki sensilla yang berisi neuron (sel syaraf yang berfungsi dalam mengirim sinyal, dalam hal ini adalah sinyal aroma atau bau dari inang). Semua neuron reseptor penciuman (*olfactory receptor*) yang mengekspresikan reseptor yang sama berkumpul dalam satu badan yang disebut *glomerulus*. Satu reseptor penciuman dapat mengenali banyak bau dan satu bau dapat dikenali oleh banyak reseptor penciuman, sehingga campuran bau dapat mengaktifkan berbagai reseptor penciuman. Kemudian, sinyal bau akan diteruskan oleh interneurons lokal yang merupakan penghubung antara reseptor penciuman dan neuron proyeksi. Kemudian sinyal bau tersebut akan terekam dalam suatu badan yang disebut "*mushroom body*" yang dilengkapi dengan badan bawaan yang disebut "*lateral horn*".



Gambar 2. Mekanisme aksi repelensi hama saat menghadapi sinyal bau atau aroma dari tanaman inang yang dibagi dalam 8 hipotesis aksi (A – H).

Sedangkan pada mekanisme *anti feedant* (Gambar 2. F.), saat sinyal bau datang, maka sinyal tersebut akan mengaktifkan sebuah reseptor rasa yang bernama reseptor *gustatory* yang terletak di permukaan mulut hama. Kemudian, reseptor *gustatory* akan meneruskan sinyal atau informasi ke ganglion *subesophagial* yang mengisyaratkan otak untuk melakukan aksi tidak makan. Selain itu, senyawa anti feedant juga dapat mengaktifkan sel-sel penghalang yang berperan dalam menghalangi proses perpanjangan belalai dari lidah hama, yang menghambat aktivitas makan, tetapi tidak menyebabkan hama pergi menjauh sebagaimana halnya yang terjadi pada mekanisme repelensi.

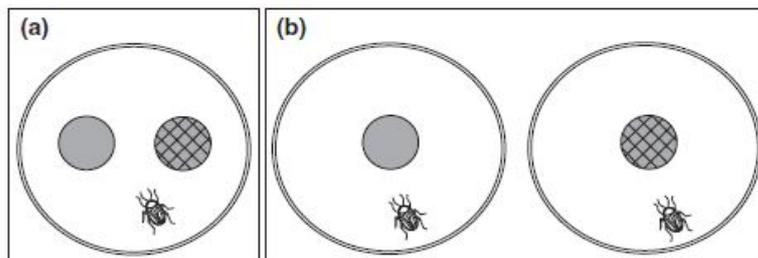
Melanie *et al.* (2022) menyatakan bahwa ada 2 mekanisme dasar dalam proses *anti feedant*, yaitu; (1). Efek penghalang yang disebabkan oleh senyawa *phagostimulant* yang mengganggu fungsi normal dari neuron atau sel syaraf serangga hama, dan (2). Gangguan yang terjadi pada usus (midgut) serangga hama.

Mekanisme *anti feedant* berawal dari efek yang dirasakan oleh sensila rasa. Sinyal dari sensila rasa tersebut mengakibatkan serangga hama merasakan suatu senyawa dengan sensasi rasa yang lain. Oleh karena itu, sensila rasa tersebut memainkan peranan yang penting dalam perilaku makan larva serangga, misalnya; pada larva Lepidoptera, dimana sensila rasanya terletak di medial dan lateral dari *maxillary gland* (kelenjar mandibula) (Yu *et al.*, 2022).

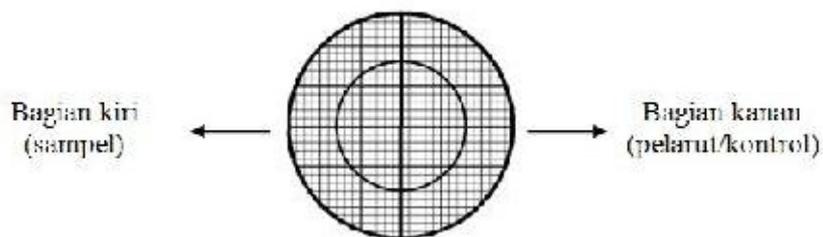
Mordue *et al.* (2005) menambahkan bahwa adanya senyawa azadirachtin pada tanaman inang dapat mengakibatkan sensitivitas sel pengindra gula pada hama berkurang, sehingga dapat mengurangi nafsu makan pada hama. Efek yang terjadi dalam tubuh hama selama terpapar *anti feedant* bisa jadi adalah proses adaptasi hama danantisipasi dari terjadinya kerusakan atau keracunan yang lebih parah dalam tubuhnya.

Pengujian Pengaruh atau Efektivitas Senyawa Anti Feedant

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan terkait dengan pengujian pengaruh beberapa jenis plasma nutfah, khususnya tanaman yang mengandung senyawa *anti feedant* terhadap tingkat kematian serangga hama.



Gambar 1. (a). Ilustrasi uji pilihan (*choice test*), dan (b). Ilustrasi uji tanpa pilihan (*no choice test*) (Purrington, 2017)



Gambar 2. Cara menghitung luas area aktivitas senyawa *anti feedant*

Beberapa teknik pengujian efektivitas senyawa *anti feedant*, yaitu uji pilihan (*choice test*) dan uji tanpa pilihan (*no choice test*). Pada uji pilihan (*choice test*), terdapat beberapa sampel daun yang dicelupkan dalam larutan *anti feedant* dan beberapa sampel daun hanya dicelupkan ke dalam aquadest. Daun-daun tersebut ditempatkan dalam petridish yang

sama (Gambar 1.a). Sedangkan pada uji tanpa pilihan (*no choice test*), daun yang dicelupkan dalam larutan anti feedant diletakkan dalam petridish yang terpisah dengan daun yang dicelupkan dalam aquadest (Gambar 1.b). Kemudian pada petridish tersebut beberapa serangga hama akan dimasukkan untuk menguji perilaku makannya. Senyawa *anti feedant* dianggap efektif, jika 95% dari daun yang tercelup senyawa *anti feedant* dalam kondisi utuh (tidak dimakan oleh serangga hama) (Purrington, 2016).

Menurut Khasanah *et al.* (2021), pengamatan tingkat kematian hama pada pengujian senyawa *anti feedant* dapat dilakukan setelah 3, 6, dan 9 jam setelah perlakuan. Sedangkan menurut Mahardika *et al.* (2014), pengamatan pengaruh senyawa *anti feedant* dapat dilakukan 24 jam setelah perlakuan dengan cara menghitung luas daun tanaman yang tidak dimakan hama. Luas daun dapat dihitung dengan cara membuat lingkaran plastik transparan berdiameter tiga setengah sentimeter dan memotongnya menjadi kotak-kotak kecil (Gambar 2.). Rumus perhitungan persentase aktivitas senyawa *anti feedant* adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Aktivitas} = \frac{\text{Luas sektor yang dikonsumsi (bagian kanan - bagian kiri)}}{\text{Luas sektor yang dikonsumsi (bagian kanan + bagian kiri)}} \times 100\%$$

Pengujian aktivitas senyawa *anti feedant* juga dapat dilakukan dengan mencelupkan daun pada senyawa *anti feedant* sebagai perlakuan, dan mencelupkan daun pada aquadest sebagai perlakuan kontrol negatif. Setelah itu, perhitungan aktivitas senyawa *anti feedant* dapat menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Narasimhan *et al.* (2005) sebagai berikut:

$$\% \text{ aktivitas antifeedan} = \frac{\% \text{ bagian daun yang tidak dikonsumsi (kontrol perlakuan)}}{\% \text{ bagian daun yang tidak dikonsumsi (kontrol + perlakuan)}}$$

Peran Senyawa Anti Feedant sebagai Senyawa Pestisida

Senyawa *anti feedant* memiliki peran yang penting dalam pengendalian hama secara hayati, hal ini dibuktikan melalui beberapa hasil penelitian yang menunjukkan tentang efektivitas pengaruh aplikasi beberapa organ tanaman yang mengandung senyawa *anti feedant* terhadap tingkat serangan hama.

Lodjo *et al.* (2020) meneliti pengaruh pemberian filtrat batang gulma siam (*Chromolaena odorata*) terhadap aktivitas *anti feedant* ulat grayak. Hasilnya menunjukkan

bahwa filtrat tersebut berpengaruh signifikan terhadap aktivitas *anti feedant* ulat grayak, dengan konsentrasi terbaik adalah 70% dan daya hambat makan sebesar 54.75%. Sedangkan hasil penelitian Jose & Sujatha (2021) membuktikan bahwa pengujian ekstrak daun gamal (*Gliricidia sepium*) dengan konsentrasi bahan aktif methanol (ekstrak mentah) sebesar 1000 ppm dapat menjadi senyawa *anti feedant* dalam mengendalikan larva *Helicoverpa armigera* dengan nilai aktivitas *anti feedant* sebesar 72.38%.

Sementara itu, Simulation *et al.* (2023) menguji pengaruh ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap tingkat kerusakan daun kedelai akibat serangan hama *Spodoptera litura*. Hasilnya menunjukkan bahwa daun tanpa aplikasi ekstrak daun pepaya menunjukkan kerusakan mencapai 63.68%, sedangkan daun yang diberi perlakuan memiliki tingkat kerusakan yang lebih rendah, yaitu sebesar 29.56% dengan konsentrasi aplikasi ekstrak daun pepaya sebesar 20%. Penelitian-penelitian yang membuktikan efektivitas senyawa *anti feedant* dalam mengendalikan serangan hama masih sangat banyak. Beberapa jenis tanaman memiliki senyawa aktif yang berbeda-beda dengan tingkat *anti feedant* yang berbeda pula. Oleh karena itu, studi dan aplikasi senyawa *anti feedant* dalam pengendalian hayati, khususnya sebagai pestisida nabati masih sangat terbuka lebar, khususnya di Indonesia yang kaya dengan keanekaragaman plasma nutfah.

KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan tentang senyawa *anti feedant*, antara lain:

1. Senyawa *anti feedant* sebagian besar diperoleh dari kelompok tanaman, yang mengandung bahan aktif berupa metabolit sekunder, yang jenisnya berbeda-beda, ditentukan oleh jenis dan organ suatu tanaman.
2. Aplikasi senyawa *anti feedant* pada tanaman akan menghasilkan bau atau aroma yang akan dikenali oleh sel syaraf serangga hama, menghasilkan sinyal yang akan diteruskan ke otak, dan mengakibatkan hama berhenti dari aktivitas memakan tanaman inang.
3. Pengujian aktivitas senyawa *anti feedant* dapat dilakukan dengan uji pilihan (*choice test*) atau pun uji tanpa pilihan (*no choice test*).
4. Beberapa hasil penelitian terdahulu telah membuktikan tentang efektivitas senyawa *anti feedant* yang dikandung oleh beberapa tanaman dalam mengurangi tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh serangga hama.

REFERENSI

- Arimbawa, I. D. M., Martiningsih, E., & Javandira, C. (2018). Uji Potensi Daun Sirsak (*Annona muricata* L) untuk Mengendalikan Hama Ulat Krop (*Crociodomia pavonana* F). *Jurnal AGRIMETA*, 8(15), 60–71.
- Deletre, E., Schatz, B., Bourguet, D., Chandre, F., Williams, L., Ratnadass, A., & Martin, T. (2016). Prospects for repellent in pest control: current developments and future challenges. *Chemoecology*, 26(4), 127–142. <https://doi.org/10.1007/s00049-016-0214-0>
- Firmansyah, A. P. (2021). The Examination of Effects of Digestive Tract of Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) Extract Against the Armyworm (*Spodoptera litura* F.). *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya Dan Pengelolaan Tanaman Pertanian Dan Perkebunan*, 10(2), 131–137. <https://doi.org/10.51978/agro.v10i2.304>
- Gani, A. H., Zainal Alim, M., & Gustan, P. (2012). Identifikasi Senyawa Bioaktif Antifeedant dari Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Organik Perkotaan. *Lingkungan Hidup*, 12(1), 1–188.
- Hasibuan, M., Manurung, E. D., & Nasution, L. Z. (2021). Pemanfaatan Daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai Pestisida Nabati. *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021*, 5(1), 245–252.
- Jose, S., & K., S. (2021). Hemato-biochemical profile of turkey birds selected from Sherpur district of Bangladesh. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci*, 8(6), 1–5. <https://doi.org/10.22192/ijarbs>
- Khasanah, N., Martono, E., Trisyono, Y. A., & Wijonarko, A. (2021). Toxicity and Antifeedant Activity of *Calotropis gigantea* L. Leaf Extract against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 16(6), 677–682. <https://doi.org/10.18280/ijdne.160609>
- Lodjo, L., Lamangantjo, C. J., & Zakaria, Z. (2020). Pengaruh Filtrat Batang Gulma Siam (*Chomolaena odorata* L.) Terhadap Antifeedant Ulat Grayak, *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae). *Jambura Edu Biosfer Journal*, 2(2), 37–43.
- Mahardika, P., Puspawati, N., & Widihati, I. (2014). Identifikasi Senyawa Aktif Antifeedant Dari Ekstrak Daun Pangi (*Pangium* Sp) Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Ulat Kubis (*Plutella Xylostella*). *Jurnal Kimia*, 8(2), 213–219.
- Melanie, M., Miranti, M., Kasmara, H., Made Malini, D., Husodo, T., Panatarani, C., Made Joni, I., & Hermawan, W. (2022). *Nanotechnology-Based Bioactive Antifeedant for Plant Protection*. <https://doi.org/10.3390/nano12040630>
- Moniharapon, D. D., Nindatu, M., & Bastian, A. (2021). Pengaruh Ekstrak Batang Serai Dapur (*Cymbopogon citratus* L.) terhadap Mortalitas Hama *Plutella xylostella* L. pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Biofaal Journal*, 2(1), 47–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.30598/biofaal.v2i1pp47-56>
- Mordue, A. J., Morgan, E. D., & Nisbet, A. J. (2005). Azadirachtin, a Natural Product in Insect Control. *Comprehensive Molecular Insect Science*, 6–6, 117–135. <https://doi.org/10.1016/B0-44-451924-6/00077-6>
- Narasimhan, S., Kannan, S., Santhanakrishnan, V. P., & Mohankumar, R. (2005). Insect antifeedant and growth regulating activities of salannobutyrolactone and desacetylsalannobutyrolactone. *Fitoterapia*, 76(7–8), 740–743.

<https://doi.org/10.1016/J.FITOTE.2005.08.010>

- Purrington, C. B. (2016). Antifeedant Substances in Plants. In *Encyclopedia of Applied Plant Sciences* (Second Edi, Vol. 2). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00068-X>
- Sari, D. E., & Armayanti, A. K. (2019). EFEK ANTIFEEDANT EKSTRAK *Ageratum conyzoides* L. TERHADAP Spodoptera sp. *Agrominansia*, 3(2), 89–95. <https://doi.org/10.34003/272004>
- Simulation, I. A. G., Rahayu, S. E., Leksono, A. S., Gama, Z. P., & Tarno, H. (2023). *The Effect of Papaya Leaf Extract Carica papaya L.* 45(1), 20–30.
- Sitohang, M., Mamahit, J. M. E., & Pakasi, S. E. (2022). Inovasi Bomb Fizzies Antifeedant dari Ekstrak Daun Pangi (*Pangium edule* Reinw.) untuk Pengendalian Hama Kubis *Plutella xylostella* L. *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 3(2), 124–130.
- Tanod, W. A., Aristawati, A. T., Nurhani, & Mappiratu. (2017). Aktivitas Antifeedant dari Ekstrak Karang Lunak *Sinularia* sp. Dengan Variasi Konsentrasi Etanol. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan III, September*, 102–112.
- Tri Utami, N., Widiyantoro, A., Anita Zaharah, T., & Hadari Nawawi, J. H. (2017). Senyawa Antifeedant dari Daun Andong (*Cordyline fruticosa*) Terhadap *Epilachna sparsa*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 6(2), 14–21.
- Tridiptasari, A., Leksono, A. S., & Siswanto, D. (2019). Antifeedant Effect of *Moringa oleifera* (L.) Leaf and Seed Extract on Growth and Feeding Activity of *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *The Journal of Experimental Life Sciences*, 9(1), 25–31. <https://doi.org/10.21776/ub.jels.2019.009.01.05>
- Wahyuni, D. P., & Yuliani, Y. (2023). Efektivitas Ekstrak Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*), Daun Pepaya (*Carica papaya*) dan Kombinasinya terhadap Aktivitas Antimakan dan Mortalitas *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(2014), 290–298. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/23526%0Ahttps://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/download/23526/9656>
- Yu, H., Li, J., Wu, G., Tang, Q., Duan, X., Liu, Q., Lan, M., Zhao, Y., Hao, X., Qin, X., & Ding, X. (2022). Antifeedant Mechanism of *Dodonaea viscosa* Saponin A Isolated from the Seeds of *Dodonaea viscosa*. *Molecules*, 27(14). <https://doi.org/10.3390/molecules27144464>
- Yusup, I. R., & Ukit. (2021). Perbandingan Daya Toksisitas Biopestisida Bawang putih (*Allium sativum*) dan Daun Sirsak (*Annona muricata*) pada Hama Tanaman Kubis *Plutella xylostella*. *Gunung Djati Conference Series*, 6, 1–6. <https://conference.uinsgd.ac.id/index.php/>