

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan salah satu bentuk pestisida yang memanfaatkan bahan aktif dari tanaman untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Tanaman penghasil pestisida nabati umumnya mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, tanin, dan minyak atsiri yang bersifat toksik, repelan, atau menghambat pertumbuhan hama (Priyono, 2017; Sari & Rahayu, 2023). Mekanisme kerja pestisida nabati bervariasi, mulai dari mengganggu sistem pencernaan hama, menghambat proses pergantian kulit, mengacaukan sistem saraf, hingga menurunkan nafsu makan. Menurut Anggraeni & Widodo (2022), keunggulan pestisida nabati terletak pada keragamannya yang memungkinkan pengendalian hama dengan risiko resistensi lebih rendah, karena hama harus menghadapi kombinasi beberapa mekanisme kerja sekaligus.

Kelebihan pestisida nabati dibandingkan pestisida kimia menjadi salah satu alasan pengembangannya semakin gencar. Pestisida nabati cepat terurai di lingkungan (biodegradable) sehingga tidak menimbulkan residu berbahaya pada tanah maupun hasil pertanian (Hastuti & Saputra, 2021). Keamanan terhadap manusia dan ternak juga lebih tinggi karena sebagian besar pestisida nabati bersifat selektif terhadap target hama. Berbeda halnya dengan pestisida kimia sintetis yang meskipun dapat bekerja cepat dan efektif, namun sering kali bersifat non-selektif, membunuh juga serangga bermanfaat seperti predator dan parasitoid, serta dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan resistensi hama (Pimentel, 2005; Putri & Kurniawan, 2020). Di sisi lain, biaya produksi pestisida nabati relatif rendah karena bahan baku banyak tersedia di sekitar lingkungan petani (Widiastuti *et al.*, 2021).

Jenis pestisida nabati yang telah banyak diteliti dan diaplikasikan di lapangan sangat beragam. Daun sirsak (*Annona muricata*) misalnya, mengandung senyawa acetogenins yang berfungsi sebagai racun perut dan racun kontak terhadap berbagai jenis serangga (Putri & Hidayat, 2023). Biji mimba (*Azadirachta indica*) dikenal mengandung azadirachtin yang bersifat pengatur pertumbuhan serangga (insect growth regulator) dan mampu menurunkan nafsu makan larva hama (Mordue & Nisbet, 2000; Nurhasanah *et al.*, 2021). Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) memiliki kandungan utama sitronelal, geraniol, dan sitronelol yang efektif sebagai repelan sekaligus racun kontak (Rahayu & Kurniawan, 2022; Isman & Grieneisen, 2014). Tembakau (*Nicotiana tabacum*) mengandung alkaloid nikotin yang bekerja sebagai racun saraf dengan mengikat reseptor asetilkolin sehingga mengganggu transmisi impuls saraf serangga (Wulandari *et al.*, 2022; Wijaya *et al.*, 2019). Selain itu, tanaman rempah seperti bawang putih, jahe, dan lengkuas juga telah digunakan sebagai pestisida nabati karena mengandung senyawa allicin, gingerol, dan fenolik yang bersifat antimikroba sekaligus insektisida (Sutanto, 2002; Sari & Rahayu,

2023).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pestisida nabati mampu mengendalikan beragam hama tanaman. *Spodoptera litura* (ulat grayak) merupakan salah satu hama yang rentan terhadap ekstrak daun sirih, serai wangi, dan tembakau (Anggraeni & Widodo, 2022). Permasalahan ulat grayak di sentra produksi palawija merupakan isu serius di banyak daerah Indonesia. Hama ini tergolong polifag dan dapat menyerang lebih dari 80 jenis tanaman, termasuk jagung, kedelai, dan kacang tanah (Hastuti & Saputra, 2021). Kerusakan yang ditimbulkan dapat berupa daun berlubang tidak beraturan, tulang daun tersisa, dan bahkan kematian tanaman muda. Populasi ulat grayak dapat meningkat tajam dalam waktu singkat terutama pada kondisi lingkungan yang mendukung, seperti cuaca hangat dan ketersediaan tanaman inang yang melimpah (Rizali *et al.*, 2018). Praktik monokultur berkepanjangan, penggunaan pestisida kimia tunggal secara terus-menerus, dan menurunnya populasi musuh alami akibat pencemaran lingkungan merupakan faktor-faktor pemicu ledakan populasi hama ini.

Penggunaan pestisida nabati berbahan serai wangi dan tembakau telah terbukti efektif menekan populasi *S. litura*. Penelitian Rahayu & Kurniawan (2022) menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak serai wangi pada konsentrasi 10% mampu menurunkan populasi larva *S. litura* hingga 85% dalam waktu 72 jam. Mekanisme kerjanya sebagai racun kontak dan repelan membuatnya efektif baik dalam membunuh maupun menghalangi hama mendekati tanaman. Sementara itu, penelitian Wulandari *et al.* (2022) melaporkan bahwa ekstrak tembakau pada konsentrasi 7% mampu menyebabkan kematian hingga 90% larva dalam 48 jam. Nikotin yang terkandung di dalamnya bekerja sebagai racun saraf yang cepat bereaksi, menyebabkan kelumpuhan dan kematian serangga.

Kedua bahan ini memiliki karakteristik berbeda: serai wangi memberikan efek perlindungan lebih lama karena sifat repelannya, sedangkan tembakau bekerja cepat dalam membunuh hama. Kombinasi keduanya dalam pengendalian *S. litura* berpotensi memberikan hasil yang optimal, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia. Penggunaan bahan-bahan nabati ini sejalan dengan prinsip PHT dan pertanian berkelanjutan yang menekankan keseimbangan ekosistem dan kelestarian lingkungan (Priyono, 2017; Isman & Grieneisen, 2014; Widiastuti *et al.*, 2021)

2.2. Deskripsi Tanaman Serai Wangi

Tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus*), yang juga dikenal dengan sebutan sereh wangi atau lemongrass, merupakan tanaman tropis yang banyak ditemukan di negara-negara seperti Indonesia, India, dan Sri Lanka (Wijayakusuma, 2005; Raghavan *et al.*, 2021). Tanaman ini dapat tumbuh mencapai tinggi 1–1,5 m, dengan panjang daun sekitar 70–80 cm dan lebar 2–5 cm. Daunnya berwarna hijau muda dengan permukaan yang agak kasar. Serai wangi umumnya dipanen setiap tiga bulan pada musim hujan dan setiap empat bulan pada musim kemarau untuk

mendapatkan hasil optimal (Wijayakusuma, 2005; Pavela, 2025). Tanaman ini terkenal karena mengandung minyak atsiri dengan aroma yang kuat, terutama senyawa sitronelal, geraniol, dan citronellol, yang memiliki berbagai manfaat, termasuk sebagai bahan pestisida nabati, antiseptik, dan aromaterapi (Raghavan et al., 2021; Singh et al., 2022). Keunggulan serai wangi dalam pengendalian hama disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktifnya yang bersifat antifeeding dan insektisida terhadap beberapa jenis serangga, termasuk ulat grayak (*Spodoptera litura*) (Pavela, 2025; Singh et al., 2022).



Gambar 1. Tanaman serai wangi (2019)

Menurut Retno Dkk (2013) tanaman serai memiliki tingkatan taksonomi sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Poales
Famili : Poaceae
Genus : Cymbopogon
Spesies : *Cymbopogon citratus* (DC)

2.3. Deskripsi Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

Tanaman tembakau merupakan tanaman perkebunan musiman. Bagian yang sering dimanfaatkan adalah daunnya yang digunakan sebagai bahan utama rokok. Industri rokok di Indonesia menggunakan sekitar 80% tembakau lokal untuk produksi rokok kretek (Fauzi *et al.*, 2021).



Gambar 2. Tanaman Tembakau (2022)

Tanaman tembakau menurut Cahyono (1998) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledoneae

Ordo : Solanales

Famili : Solanaceae

Genus : Nicotiana

Spesies : Nicotiana tabacum L.

Tembakau memiliki siklus hidup kurang dari satu tahun. Tanaman ini tumbuh baik di daerah beriklim kering dengan sinar matahari yang cukup dan drainase yang baik. Daunnya yang tebal, lebar, dan berbulu mengandung senyawa aktif seperti nikotin, yang merupakan alkaloid bersifat racun saraf (neurotoksik) bagi serangga (Arum *et al.* & Widiyastuti, 2020). Nikotin bekerja dengan mengganggu sistem saraf serangga sehingga menyebabkan kelumpuhan dan kematian. Selain nikotin, tembakau mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, tanin, saponin, glikosida, flavonoid, dan terpenoid, yang juga memiliki efek toksik terhadap serangga (Erlyana *et al.*, 2023). Senyawa-senyawa ini bekerja sebagai racun kontak, racun perut, atau antifeedant yang menghambat nafsu makan hama.

2.4. Metode Ekstraksi Bahan Nabati

Metode ekstraksi adalah tahapan penting dalam pembuatan pestisida nabati karena menentukan seberapa besar senyawa aktif yang dapat dikeluarkan dari jaringan tanaman. Efektivitas pestisida nabati sangat bergantung pada cara mengekstraksi senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, saponin, flavonoid, dan minyak atsiri yang terkandung dalam tanaman seperti serai wangi dan tembakau. Salah satu metode yang umum digunakan oleh petani adalah ekstraksi air panas (rebusan). Metode ini dilakukan dengan merebus bagian tanaman yang sudah dikeringkan dan dilumatkan, agar senyawa aktifnya dapat keluar lebih optimal (Kartika *et al.*, 2018). Pengeringan dilakukan terlebih dahulu untuk mengurangi kadar air dalam bahan dan mencegah pertumbuhan jamur atau mikroorganisme lainnya. Setelah kering, bahan tanaman diblender menjadi serbuk halus agar luas permukaan kontak meningkat dan proses pelepasan senyawa menjadi lebih maksimal. Selanjutnya, serbuk tanaman direbus dalam air mendidih selama kurang lebih 30 menit. Proses ini disebut infus rebusan, yang bertujuan melarutkan senyawa-senyawa aktif ke dalam air. Setelah direbus, larutan disaring menggunakan kain kasa atau saringan halus, kemudian didinginkan dan diencerkan hingga mencapai konsentrasi yang diinginkan. Cairan hasil penyaringan inilah yang disebut ekstrak, dan bisa langsung digunakan sebagai larutan semprot ke daun pakan atau tanaman target.

Samosir *et al.*, (2022) menyatakan bahwa ekstraksi air panas terhadap daun tembakau menghasilkan pestisida nabati yang cukup efektif dan dapat diterapkan

oleh petani secara mandiri. Proses ini relatif sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia tambahan sehingga aman bagi lingkungan. Teknik ini juga tidak mengubah struktur senyawa aktif seperti nikotin pada tembakau dan sitronelal pada serai, yang berperan penting sebagai racun kontak maupun antifeedant bagi serangga. Efektivitas metode ini diperkuat oleh hasil penelitian Kartika *et al.*(2018) yang menunjukkan bahwa kombinasi antara pengeringan, pelumatan, dan perebusan mampu meningkatkan konsentrasi senyawa aktif dalam ekstrak nabati. Selain itu, metode ini juga aman, ekonomis, dan sesuai diterapkan pada skala rumah tangga maupun petani skala kecil yang ingin memproduksi pestisida sendiri. dengan menggunakan metode ini, petani dapat memanfaatkan bahan alami di sekitarnya untuk menghasilkan pestisida nabati yang ramah lingkungan, berdaya racun tinggi terhadap hama, dan minim dampak terhadap organisme bukan sasaran serta manusia.

2.5. Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Ulat grayak merupakan hama yang terdapat di banyak negara seperti Indonesia, India, Jepang, Cina, dan negara-negara lain di Asia Tenggara (dalam Maharani, 2016). Hama ini termasuk dalam Famili Noctuidea yang berasal dari bahasa latin noctua yang berarti burung hantu (Pogue dalam Maharani, 2016). Nama tersebut sesuai dengan perilaku larva dan ngengat *S. litura* F. yang hanya keluar pada malam hari (Maharani, 2016). Adapun klasifikasi ulat grayak yaitu:

Kingdom : Animalia
Subkingdom : Bilateria
Class : Insecta
Order : Lepidoptera
Family : Noctuidea
Genus : *Spodoptera*
Spesies : *Spodoptera litura* F.

Instar pertama tumbuh larva berwarna hijau kuning, panjang 2,00 sampai 2,74 mm dan tubuh berbulu-bulu halus, kepala berwarna hitam dengan lebar 0,20,3 mm. instar kedua, tubuh berwarna hijau dengan panjang 3,75-10,00 mm, bulu-bulunya tidak terlihat lagi, dan pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam meningkat, pada bagian dorsal terdapat garis putih memanjang toraks hingga ujung abdomen, pada torak terdapat empat buah titik berbaris dua-dua. Larva instar ketiga memiliki panjang tubuh 8,0-15,0 mm dengan lebar kepala 0,5 0,6 mm. pada bagian kiri dan kanan abdomen terdapat garis zigzag berwarna putih dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Sementara instar keempat, kelima dan keenam agak sulit dibedakan. Untuk panjang tubuh instar ke empat 13-20 mm, instar ke lima 25;35 mm dan instar keenam 35-50 mm. mulai instar ke empat warna bervariasi yaitu hitam, hijau, keputihan, hijau kekuningan atau hijau keunguan. Ulat yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklat-coklatan.

Ulat berkempompong dalam tanah, membentuk pupa tanpa ruma pupa (kokon) berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm. imago berupa ngengat dengan warna hitam kecokelatan. Pada sayap depan ditemukan spot-spot berwarna hitam, dengan strip-strip putih dan kuning. Sayap belakang berwarna putih (Amir, 2016).

Spodoptera litura merupakan salah satu serangga hama penting yang sangat polifag. Serangga ini merusak pada stadia larva, yaitu memakan daun sehingga menjadi berlubang-lubang. Biasanya dalam jumlah besar ulat gerayak bersamasama pindah dari tanaman yang telah habis dimakan daunnya ke tanaman lainnya. Seekor ngengat betina dapat meletakkan 200-300 telur. Ulat berkempompong dalam tanah, membentuk pupa tanpa rumah (kokon), berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm. siklus hidup berkisar antara 30-60 hari (lama stadium telur 2-4 hari, larva yang terdiri dari lima instar: 20-46 hari, pupa: 8-11 hari) (Amir, 2016).

Perkembangbiakan ulat grayak (*Spodoptera litura* F) yang dimulai dari ulat betina yang melakukan peletakan telur pada bagian permukaan daun secara berkelompok dengan jumlah sebanyak ± 350 butir. Telur yang telah diletakan tertutup oleh bulu yang menyerupai beludru dari tubuh bagian ujung imago betina. Waktu penetasan telur selama 4 hari pada musim panas dan 11-12 hari pada musim dingin (Rahmania, 2022). Menurut Lestari *et al.* (2013) dalam Rahmania, 2022), mengatakan bahwa larva ulat grayak memiliki 5 periode instar yaitu pada instar 1 yaitu berumur 2-3 hari, instar 2 berumur 2-4 hari, instar 3 berumur 2-5 hari, instar 4 berumur 2-6 hari, dan pada instar 5 berumur 2-7 hari. Adapun siklus hidup ulat grayak:

1. Telur

Imago betina meletakkan telur pada malam hari, telur berbentuk bulat sampai bulat lonjong telur. Telur ulat grayak diletakan di permukaan atas atau bagian bawah daun dalam kelompok yang berbeda-beda jumlahnya, yaitu antara 100-1600 butir dan tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung imago betina. Telur berwarna putih kekuningan (krem), dan pada waktu akan menetas berubah warna menjadi hitam (Tjahjadi, 1991 dalam Sari, 2018). Telur dapat menetas dalam waktu 2-4 hari. Telur umumnya menetas pada pagi hari (Sari, 2018)



Gambar 1. Telur *Spodoptera litura* F

2. Larva

Stadium larva terdiri dari lima instar yaitu instar I, instar II, instar III, instar IV, dan instar V. Waktu instar merupakan ciri khas larva baru menetas sampai menuju dewasa yang ditunjukkan dengan pergantian kulit (ekdisis). Pergantian kulit ini dipengaruhi oleh hormon ecdison. Hormone ini merupakan hormone yang memicu atau merangsang pergantian kulit dan mendorong perkembangan karakteristik perubahan ulat menjadi ngengat. Perpindahan larva instar 1 dan instar 2 dibantu tiupan angin dan benang pintal untuk berayun. Larva instar 3 dan instar 4 berpindah dari satu tanaman ke tanaman yang lain dengan cara berjalan dari daun ke daun yang lain atau melalui tanah. Pada siang hari larva instar 5 berlindung didalam atau diatas tanah tertutup oleh daun-daun kering dan aktif makan atau merusak daun tanaman pada malam hari (Sari, 2018). Ciri khas visual *S. litura* F. pada stadium larva adalah adanya dua buah bintik hitam berbentuk seperti bulan sabit pada setiap ruas abdomen, terutama ruas ke empat dan ke tujuh yang dibatasi oleh garis-garis lateral dan dorsal yang berwarna kuning yang membujur sepanjang badan (Sari, 2018).



Gambar 2. Larva *Spodoptera litura* F.

3. Pupa

Masa sebelum menjadi pupa disebut sebagai masa prapupa, dimana larva berhenti makan dan tidak aktif bergerak. Menjelang masa prapupa, larva membentuk jalinan benang untuk melindungi diri pada masa pupa. Masa prapupa berkisar antara 1-2 hari. Masa pupa *S. litura* F. berwarna coklat kemerahan dan pada saat akan menjadi imago berubah menjadi coklat kehitam-hitaman. Pupa memiliki panjang 1,6 cm yang berada didalam tanah dengan kedalaman ± 1 cm. lama stadium pupa 8-11 hari (Sari, 2018)



Gambar 3. Pupa *Spodoptera litura* F.

4. Imago

Imago memiliki panjang berkisar 10-14 mm, dengan jarak rentangan sayap 24-30 mm. ukuran tubuh ngengat betina 14 mm sedangkan ngengat jantan 17 mm. sayap depan berwarna putih keabu-abuan, pada bagian tengah sayap depan terdapat tiga pasang bintik-bintik yang berwarna perak. Sayap belakang berwarna putih dan pada bagian tepi berwarna coklat gelap (Samharinto, 1990 Sari, Sari, 2018; Singh & Soni, 2022). *Imago Spodoptera litura* F, dikenal sebagai ngengat ulat grayak, merupakan serangga dewasa dari hama yang sering menyerang tanaman kubis. Ngengat ini memiliki peran dalam siklus hidupnya sebagai fase reproduksi yang menghasilkan telur, yang kemudian menetas menjadi larva atau ulat grayak. Sayap depan ngengat berwarna abu-abu kecokelatan dengan pola bercak gelap, sedangkan sayap belakang berwarna putih keabu-abuan dengan pinggiran coklat gelap. Imago ini aktif pada malam hari, terbang di sekitar tanaman untuk kawin dan meletakkan telur. Setelah kawin, betina meletakkan telur pada permukaan yang sesuai untuk perkembangan larva, seperti daun tanaman atau bahan organik lainnya. Jumlah telur yang dihasilkan bervariasi tergantung spesies dan kondisi lingkungan. Larva inilah yang menyebabkan kerusakan signifikan pada tanaman kubis. (Sari, 2018; Pavela, 2025)



Gambar 4. Imago *Spodoptera litura* F.

Ulat grayak secara umum dapat menyerang seluruh stadia tanaman jagung mulai dari fase vegetatif sampai fase generatif. Namun tingkat kerusakan yang tertinggi banyak ditemukan pada fase vegetatif (Megasari dan Khoiri, 2021). Fase yang paling merusak dari hama ini adalah fase larva karena mempunyai tipe alat mulut menggigit-mengunyah dilengkapi dengan mandibel keras yang digunakan untuk merusak jaringan tanaman (Wirasti, 2021).

S. frugiperda merusak tanaman jagung dengan cara larva menggerek daun. Larva instar 1 awalnya memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Larva instar 2 dan 3 membuat lubang gerakan pada daun dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam. Larva *S. frugiperda* mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2, perilaku kanibal dimiliki oleh larva instar 2 dan 3. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung.

Larva *S. frugiperda* biasanya ditemukan pada pucuk tanaman. Pucuk tanaman yang terserang bila daun belum membuka penuh (kuncup) tampak berlubang dan terdapat banyak kotoran fases larva. Jika daun sudah terbuka maka akan terlihat banyak bagian daun yang rusak, berlubang bekas gerakan larva (Maharani, 2019). Kerusakan pada tanaman juga biasanya ditandai dengan terdapatnya serbuk kasar menyerupai serbuk gergaji pada permukaan atas daun, atau disekitar pucuk tanaman jagung. Jika larva merusak pucuk, daun muda atau titik tumbuh tanaman, dapat mematikan tanaman (Nurwahidah dan Alif, 2023).

