

BAB II

PENGENDALIAN HAMA PADA BATANG KOPI DI CIKOLE LEMBANG BERLANDASKAN PENGENDALIAN HAMA TERPADU UNTUK MENUNJANG SDGs

A. Tanaman Kopi

1. Sejarah Tanaman Kopi

Antara tahun 1696 dan 1699, *Vereenigde Oostindische Compagnie* (VOC) memperkenalkan tanaman kopi, dan jenis pertama yang dibawa adalah kopi arabika. Penanaman kopi ini awalnya hanya berfokus pada penelitian, tetapi seiring waktu, hasil yang menguntungkan membuat kopi menjadi komoditas perdagangan yang menarik. VOC kemudian menyebar ke berbagai wilayah Indonesia. Penyakit *Hemileia vastatrix* (HV) menyerang daun pada tahun 1878, menghentikan perkembangan kopi arabika. Sebagai tanggapan atas keadaan ini, VOC membawa varietas kopi robusta ke Indonesia pada tahun 1900 karena dianggap memiliki sifat yang lebih unggul. (Dermawan *et al.*, 2018).

Varietas umum kopi arabika di Indonesia adalah varietas *typical* (*Coffea arabica var Typica*). Selama hampir seratus tahun, masyarakat telah menanam kopi arabika. Di Indonesia, perkebunan kopi pertama kali muncul di Jawa Tengah, terutama di Semarang dan Kedua, pada awal abad ke-19. Di Jawa Timur, seperti Kediri dan Malang, perkebunan kopi baru dibuka pada abad ke-19 dan di Besuki pada akhir tahun 1900an.

Selama hampir dua abad, kopi arabika menjadi jenis kopi yang paling banyak ditanam untuk tujuan komersial di Indonesia. Namun, karena serangan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), yang pertama kali muncul di Indonesia pada tahun 1876, kemajuan dalam budidaya kopi arabika berhenti. Sebagai respons terhadap serangan penyakit ini, kopi arabika hanya dapat tumbuh dan bertahan di wilayah yang memiliki ketinggian lebih dari 1000 meter, dimana serangan penyakit tersebut tidak begitu merusak. Meskipun mengalami kendala ini, kopi arabika tetap menjadi bagian integral dari sejarah pertanian Indonesia.

Kopi robusta (*Coffea canephora*) pertama kali muncul di Indonesia pada tahun 1900. Jenis kopi robusta berkembang pesat karena membutuhkan syarat tumbuh dan pemeliharaan yang lebih mudah dan ketahanan terhadap penyakit karat daun. Akibatnya, tingkat produksinya lebih tinggi dan lebih dari 90% area pertanian kopi di Indonesia ditanami dengan varietas ini. (Prastowo, 2010)

2. Jenis Tanaman Kopi

Dua jenis tanaman kopi yang umum ditanam di Indonesia adalah robusta dan arabika. Arabika berasal dari Ethiopia dan biasanya tumbuh di dataran tinggi dengan ketinggian sekitar 1.000 - 1.200 meter di atas permukaan laut. Robusta dikenal karena lebih tahan terhadap penyakit dan tumbuh di dataran rendah dengan ketinggian di atas 400 hingga 800 meter di atas permukaan laut. (Pulungan *et al.*, 2020)

a. Kopi Arabika

Kopi arabika mengalami pertumbuhan optimal pada ketinggian yang berkisar antara 1000 hingga 2000 meter di atas permukaan laut. Faktor lingkungan lain yang mendukung pertumbuhannya meliputi curah hujan yang berkisar antara 1200 hingga 2000mm/tahun. Suhu lingkungan yang sesuai untuk tanaman kopi arabika adalah antara 15 - 24°C (Perdana, 2014).

Kopi arabika memiliki ketahanan terhadap masa kering yang signifikan, walaupun tidak tergantung pada periode bulan kering. Keadaan ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa dibandingkan dengan kopi robusta, tanaman kopi arabika ditanam pada elevasi yang tinggi, menciptakan iklim yang lebih lembab dengan sistem akar yang lebih dalam.

Karakteristik morfologi yang mencolok pada tanaman kopi arabika terletak pada tajuk yang kecil, ramping, dan daun berukuran kecil. Biji kopi arabika menampilkan beberapa ciri khas unik, seperti bentuk agak memanjang, bidang cembung yang tidak terlalu tinggi, kilauan yang lebih mencolok dibandingkan dengan jenis kopi lainnya, ujung biji yang mengkilap, serta adanya lekukan di bagian datar tengah biji.. (Anshori, 2014)



Gambar 2. 1 Tanaman Kopi Arabika
(Sumber. Perdana, 2014)

b. Kopi Robusta

Kopi robusta dapat tumbuh efektif dalam berbagai ketinggian, yakni berkisar dari 400 hingga 800 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini juga menunjukkan pertumbuhan yang baik di tanah dengan tingkat keasaman (pH) sekitar 5-6,5, dan pada suhu rata-rata antara 21°C hingga 24°C. Kondisi curah hujan yang optimal untuk pertumbuhan kopi robusta adalah antara 2000 hingga 3000 mm per tahun. (Dermawan *et al.*, 2018).

Kopi robusta memiliki kebutuhan yang sangat penting terkait dengan periode bulan kering yang harus berlangsung selama tiga bulan berturut-turut, diikuti oleh curah hujan yang memadai. Fase kering ini menjadi krusial dalam siklus pertumbuhan tanaman kopi robusta, karena pada saat tersebut terjadi proses penting seperti pembentukan primordia bunga, florasi, dan penyerbukan (Anshori, 2014).

Salah satu karakteristik morfologi tanaman kopi robusta adalah bentuk pangkal yang tumpul, perwatakan yang besar, ukuran daun yang lebih besar daripada kopi arabika, dan tajuk yang lebar. Daunnya juga tumbuh di belakang batang, cabang, dan rantingnya. Secara umum, biji kopi robusta memiliki tingkat rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi arabika. Ciri lain yang menonjol dari biji robusta adalah bentuknya yang agak bulat, lengkungannya yang lebih tebal daripada kopi arabika, dan garis tengahnya yang hampir rata dari atas ke bawah. (Anshori, 2014)



Gambar 2. 2 Tanaman Kopi Robusta
(Sumber. Santoso, 2023)

3. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kopi

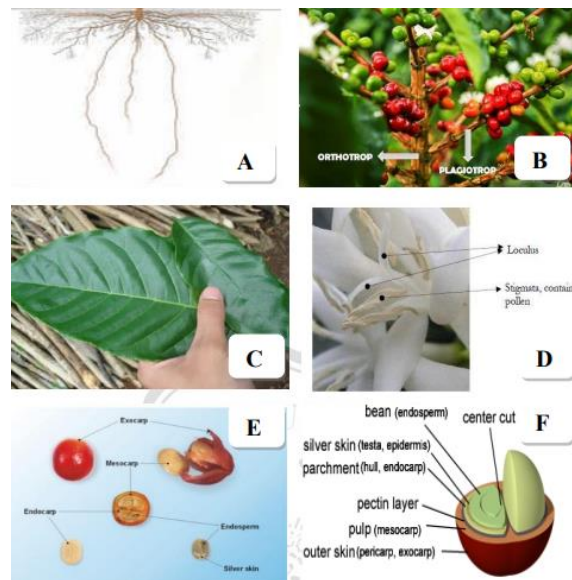
Tanaman kopi dikenali dengan nama ilmiah, *Coffea canephora* Pierre untuk varietas robusta, dan *Coffea arabica* L. untuk varietas arabika. Menurut Elfianis (2022) tanaman kopi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rubiales
Family	: Rubiaceae
Genus	: Coffea
Spesies	: <i>Coffea</i> sp. (<i>Coffea Arabica</i> L., <i>Coffea canephora</i> , <i>Coffea liberica</i> , <i>Coffea excels</i>)

Tanaman kopi memiliki sistem perakaran yang bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan, termasuk tekstur tanah, struktur, aerasi, dan kesuburan. Perakaran kopi arabika terjadi di bawah 0 hingga 30 cm dari permukaan tanah.. Batangnya tumbuh tegak, dengan ketinggian bervariasi antara kelompok Typica dan Catimor untuk arabika, serta robusta yang dapat mencapai 7–10 m. Perawakan tanaman kopi yang tinggi dapat mempersulit pemanenan, sehingga pemangkasan perlu dilakukan pada ketinggian 1–1,8 m dari permukaan tanah (Iverson & Dervan, 2018).

Sistem percabangan tanaman kopi terbagi menjadi cabang reproduksi (*ortotrop*), cabang utama (*plagiotrop*), cabang kipas, cabang sekunder, cabang balik, cabang pecut, dan cabang air. Daunnya berbentuk jorong, hijau, dan tumbuh pada batang, cabang, serta ranting. Letak bunga membentuk rangkaian

di ketiak daun, dengan bunga majemuk yang menghasilkan buah kopi. Buah kopi muda berwarna hijau hingga merah hati saat matang, dengan daging buah yang manis. Biji kopi termasuk dalam kulit luar (*testa*) dan kulit dalam (*tegmen*), dengan inti biji yang mengandung lembaga (*embryo*) dan putih lembaga (*albumen*) sebagai cadangan makanan. Buah kopi biasanya mengandung dua biji dengan bidang datar dan cembung (Iverson & Dervan, 2018).



Gambar 2. 3 Akar tanaman kopi (A), Batang kopi (B), Daun kopi (C), Bunga kopi (D), Buah kopi (E), dan Biji kopi (F)
(Sumber. Cafedecolobia.com, 2013)

4. Syarat Tumbuh Tanaman Kopi

Tanaman kopi, terutama robusta dan arabika yang banyak ditanam di Indonesia, memiliki persyaratan tumbuh yang berbeda. Secara umum, tanaman kopi memerlukan tanah dengan kedalaman minimal 100 cm, drainase yang baik, ketersediaan air yang mencukupi, dan kandungan unsur hara, terutama kalium dan bahan organik. pH tanah yang ideal untuk pertumbuhan kopi adalah 5,3–6,5. Selain itu, iklim, termasuk angin, mempengaruhi pertumbuhan tanaman kopi. Tanaman ini tidak tahan terhadap goncangan angin, yang dapat mempengaruhi penguapan air dari permukaan tanah (Elfianis, 2020).

Berdasarkan jenis tanaman kopinya persyaratan tumbuh untuk tanaman kopi arabika dan robusta adalah sebagai berikut :

a. Syarat Tumbuh Kopi Arabika

Tanaman kopi jenis arabika memiliki beberapa persyaratan tumbuh khusus. Suhu optimal untuk pertumbuhannya berkisar antara 15-24°C, dengan curah hujan yang diperlukan sekitar 1200-2000 mm per tahun. Meskipun bulan kering yang dibutuhkan sama dengan kopi robusta (1-3 bulan), arabika membutuhkan keasaman tanah antara 5,3-6,0. Kedalaman tanah yang ideal tetap minimal 100 cm, dan tanaman ini dapat tumbuh pada ketinggian 1000 hingga 2000 meter di atas permukaan laut. Unsur hara yang cukup dalam tanah juga menjadi kunci untuk keberhasilan budidaya kopi arabika (Perdana, 2014).

b. Syarat Tumbuh Kopi Robusta

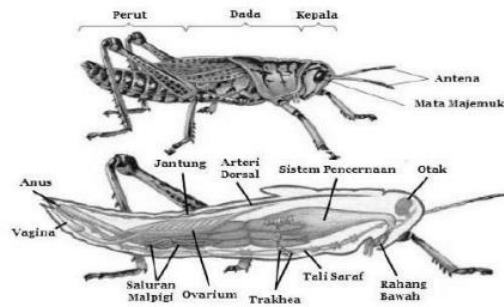
Tanaman kopi robusta tumbuh optimal pada suhu udara 21-24°C. Curah hujan yang ideal untuk pertumbuhannya berkisar 2000-3000 mm per tahun, dengan 1-3 bulan kering. Tanah yang cocok memiliki kedalaman minimal 100 cm, kaya bahan organik, dan pH 5,5-6,5. robusta dapat tumbuh baik pada ketinggian 400 hingga 800 meter di atas permukaan laut. Faktor-faktor ini sangat mempengaruhi hasil dan pertumbuhan tanaman kopi robusta secara keseluruhan (Dermawan *et al.*, 2018).

B. Tinjauan Serangga

Serangga atau dikenal juga dengan sebutan Insecta, merupakan kelompok hewan invertebrata dengan jumlah anggota terbanyak dan persebaran luas, dapat hidup di hampir semua tempat dan menunjukkan sifat yang kosmopolit (Sri & Nurhidayah, 2020). Serangga menjadi fokus penting dalam studi pertanian karena berperan sebagai hama yang dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman. Keberadaan serangga sebagai hama terkait dengan serangan atau kerusakan pada tanaman, mempengaruhi kesehatan dasar dan produktivitasnya. Serangga dapat merusak tanaman dengan cara memotong akar, batang, dan daunnya, serta menyerap getah sel tanaman dari berbagai bagian (Anshary, 2023).

Serangga memiliki struktur tubuh yang terdiri dari caput (kepala), toraks (dada), dan abdomen (perut) dengan sebelas segmen. Ovovopositor, alat kelamin, terletak pada segmen ke-9 dan 10. Respirasinya menggunakan trakea, dan sistem pernapasannya berhubungan dengan spirakel, pori-pori kecil yang

berada di kanan dan kiri tubuhnya. Sistem peredaran darahnya bersifat terbuka, dan alat ekskresinya berupa badan malphigi (Sri & Nurhidayah, 2020).



Gambar 2. 4 Morfologi umum serangga
(Sumber. Sri & Nurhidayah, 2020 hm. 110)

Menurut Sri dan Nurhidayah (2020) Metamorfosis adalah perubahan bentuk serangga dari telur hingga hewan dewasa. Metamorfosis terbagi menjadi dua kategori :

1. Metamorfosis sempurna (holometabola): telur berubah menjadi larva (ulat) menjadi pupa (kepompong) menjadi imago (hewan dewasa). Contoh hewan yang mengalami metamorfosis sempurna adalah kupu-kupu dan lebah..
2. Metamorfosis tidak sempurna (hemimetabola): telur berubah menjadi nimfa (hewan muda) dan imago (hewan dewasa). Belalang dan jangkrik adalah contoh hewan yang mengalami metamorfosis tidak sempurna.

C. Serangga Hama Batang Tanaman Kopi

Hama merupakan kategori organisme yang mengganggu tanaman dan kehadirannya tidak diinginkan karena dapat menimbulkan kerugian signifikan akibat aktivitas hidupnya pada tanaman, hama yang merusak tanaman dapat dilihat dari tanda serangan hamanya yang dapat berupa gerakan atau gigitan (Anshary, 2023).

Hama pada batang tanaman kopi merupakan faktor yang signifikan dalam penurunan produksi dan produktivitas kopi di Indonesia. Hama yang menyebabkan kerusakan batang tanaman kopi pada umumnya berasal dari jenis serangga yang berukuran kecil, meskipun ukurannya kecil, namun dampak serangannya dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan (Sugiarti, 2019).

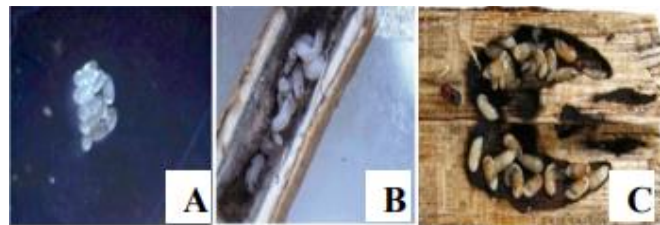
Menurut Mukrimaa (2016) terdapat tiga jenis serangga hama yang menyerang batang tanaman kopi, diantaranya sebagai berikut :

1. Penggerek Cabang dan Ranting (*Xylosandrus compactus*)

Dalam tahapan telur, larva, pupa, dan dewasa, kumbang penggerek cabang dan ranting kopi (*Xylosandrus compactus*) mengalami metamorfosis sempurna atau holometabola. Telur berukuran kecil dan berbentuk oval, larva memiliki kepala berbentuk kapsul cokelat, dan pupa berwarna krem dengan tipe eksarata. Kumbang betina, berukuran 1,4–1,9 mm, memiliki tubuh kokoh dan cokelat kehitaman, sementara kumbang jantan, berukuran 0,8–1,1 mm, berwarna merah kecokelatan dan tidak dapat terbang.

Kumbang ini mendapatkan nutrisi dengan memakan jamur daripada jaringan tanaman kopi. Mereka dapat tumbuh di dalam lubang gerek dan mematikan tanaman inang.. Betina, yang bersifat partenogenetik, membangun lorong di dalam ranting untuk meletakkan 30–50 telur dalam kelompok kecil. Siklus hidup dari telur hingga dewasa berlangsung selama 28 hari pada suhu 25°C.

X. compactus dianggap sebagai hama yang merugikan karena kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan berbagai lingkungan, terutama di wilayah panas dan tropis. Lebih dari 224 spesies tanaman dianggap sebagai inang penggerek cabang karena kumbang betina menggerek cabang dan ranting tanaman, menghentikan aliran makanan ke bagian atas.



Gambar 2. 5 Telur *X. compactus* (A), Larva *X. compactus* (B), Pupa *X. compactus*

(Sumber. Mukrimaa 2016)



Gambar 2. 6 Imago *X. compactus*
(Sumber. Mukrimaa 2016)

2. Penggerek Batang Merah (*Zeuzera coffeae*)

Penggerek batang merah (*Zeuzera coffeae*) menjalani metamorfosis sempurna atau holometabola, dengan fase telur, larva, pupa, dan dewasa. Larva *Z. coffeae* berwarna merah sampai ungu terang dan memiliki panjang 3–5 cm dan stadia 81–151 hari. Telurnya berbentuk bujur, kuning-kemerahan, dan berukuran 1 mm x 0,5 mm, dengan masa inkubasi 10–11 hari. Pupa hidup dalam liang gerakan, yang panjangnya antara 7 dan 12 cm, dan umurnya berkisar antara 17 dan 120 hari, tergantung pada makanan yang mereka makan dan iklimnya.

Serangga dewasa memiliki abdomen abu-abu dan ngengat putih dengan bercak hitam. Satu ngengat betina dapat menghasilkan 500–1.000 telur dalam 1–2 minggu, dan telur menetas setelah 10–11 hari. Larva *Z. coffeae* menggerek batang dan cabang kopi, membentuk liang kerak panjang 40–50 cm dan berdiameter 1–1,2 cm.

Karena gangguan distribusi hara dan air, bagian atas tanaman di atas liang gerakan menjadi kering, mati, dan mudah patah. Lubang masuk larva pada kulit batang berdiameter sekitar 2 mm, dan ketika larva aktif, terlihat serbuk gerek berwarna coklat kemerahan dengan diameter 1–2 mm di bawah tanaman yang diserang. Ngengat ini dapat bertahan hidup berbulan-bulan pada batang kopi.



Gambar 2. 7 Imago *Z. coffeae* (A) dan larva *Z. coffeae* (B)
(Sumber. Mukrimaa 2016)

3. Kutu Hijau (*Coccus viridis*)

Kutu hijau (*Coccus viridis*) menjalani metamorfosis tidak sempurna atau hemimetabola, yang mencakup fase telur, nimfa, dan dewasa. Satu telur hijau keputihan berada di bawah tubuh kutu betina. Nimfa berbentuk oval dan berwarna hijau kekuningan dengan tiga instar tetap di bawah induknya sampai mereka pindah dan hidup sendiri. Nimfa baru memiliki panjang kurang dari 1 mm, dan nimfa dewasa berukuran 2,5–5 mm, bulat telur, berwarna hijau muda, dan memiliki perisai agak keras yang berwarna hijau muda hingga hijau tua. Koloni kutu biasanya terdiri dari betina, dan koloni yang lebih besar dapat menghasilkan koloni jantan. Kutu dewasa dapat bertelur antara lima puluh dan enam ratus butir. Bisa menghasilkan hingga 200 ekor melalui partenogenesis dan ovovivipar.

Kutu hijau menyerang batang tanaman kopi dengan mengisap cairan dari batang muda, yang dapat menyebabkan kekeringan pada batang. Secara umum, kutu ini membentuk kelompok dan sering ditemukan di bagian bawah daun, khususnya di sepanjang tulang daun. Jamur embun jelaga hitam (*Capnodium* sp.) dapat tumbuh di daun atau ranting-ranting muda yang terkena serangan kutu hijau. Terdapat hubungan mutualisme antara kutu hijau dengan beberapa spesies semut seperti *Azteca instabilis*, *Camponotus* spp., dan *Crematogaster* spp. Semut melindungi koloni kutu hijau dari predator dan parasitoid, sedangkan kutu hijau memberikan embun madu sebagai sumber makanan bagi semut. Jika populasi kutu hijau bertambah banyak, senyawa yang dikeluarkannya dapat menutupi permukaan tanaman, menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan jamur embun jelaga. Hal ini dapat mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman..

Cuaca kering dan dataran rendah mendukung perkembangan kutu hijau, terutama menjelang akhir musim kemarau. Semut gramang berperan dalam meningkatkan populasi kutu hijau, di mana dalam periode 4 bulan, 50 individu kutu hijau bisa berkembang menjadi 1.500–1.800 individu berkat peranannya, sementara dengan adanya semut hitam hanya akan berkembang menjadi 400–1.000 individu.



Gambar 2. 8 Nimfa *Coccus viridis* dan *Coccus viridis* dewasa
(Sumber. Mukrimaa 2016)

D. Musuh Alami

Musuh alami memiliki peran penting dalam menjaga keanekaragaman hayati dalam sebuah ekosistem, terutama sebagai pengendali hama (Wangge & Mago, 2021).

Menurut Simanjuntak (2015) musuh alami tanaman dapat dikategorikan menjadi tiga jenis yaitu :

1. Pemangsa, atau yang dikenal sebagai "predator," adalah binatang seperti serangga dan laba-laba yang memakan binatang lain dengan maksud untuk menyebabkan kematian. Peran utama dari predator ini adalah untuk mengatur populasi hama tanaman, yang membuatnya bermanfaat dalam konteks pertanian. Contoh pemangsa termasuk laba-laba dan capung.
2. Parasitoid adalah serangga yang hidup di dalam atau di atas tubuh serangga lain, yang menyebabkan inangnya mati secara perlahan. Kehadiran parasitoid memiliki nilai penting karena membantu mengendalikan populasi serangga hama. Di sisi lain, parasit tidak mengakibatkan kematian inangnya, tetapi hanya melemahkannya. Contoh dari parasitoid serangga hama adalah tawon kecil yang sering ditemui di kebun kopi.

3. Patogen, di sisi lain, merupakan organisme yang menyerang binatang atau makhluk lain. Patogen seperti jamur, bakteri dan virus memiliki peran positif dalam mengendalikan populasi serangga hama tanaman kopi dengan cara mematikannya.

E. Musuh Alami Hama Batang Tanaman Kopi

Musuh alami merujuk pada organisme yang berperan sebagai pemangsa atau memiliki hubungan lain yang penting dalam kelangsungan hidupnya. Secara umum, kategori musuh alami mencakup serangga parasitoid, serangga predator, patogen serangga hama, hewan vertebrata pemakan hama, dan agen antagonis penyebab penyakit. Di lingkungan perkebunan kopi, musuh alami hadir sebagai kontrol alami terhadap populasi hama batang kopi, secara tidak langsung membantu mengatur tingkat populasi hama tersebut. (Arifin *et al.*, 2022).

Terdapat beberapa jenis organisme yang dapat menjadi musuh alami tanaman kopi, yang dimana musuh alami hama tanaman kopi ini secara tidak langsung akan membantu menekan dan mengendalikan tingkat populasi hama batang kopi yang merugikan (Mukrimaa *et al.*, 2016). Menurut Simanjuntak (2015) terdapat beberapa jenis organisme yang dapat menekan dan mengendalikan hama batang tanaman kopi, berikut ini beberapa contoh organisme yang dapat menekan dan mengendalikan hama batang tanaman kopi:

1. Jamur *Beauveria bassiana* (Bb)

Jamur *Beauveria bassiana* (Bb) memiliki kemampuan menginfeksi berbagai jenis serangga, termasuk *X. compactus*, ulat, ngengat, belalang, dan kepik. Jamur ini ditemukan pada serangga yang tinggal di dalam tanah, namun jamur ini juga dapat menginfeksi serangga yang berada diatas tanaman atau pohon. Warna putih mencolok dari *Beauveria bassiana* terlihat jelas pada tubuh inangnya, dan jika diperiksa spora jamur ini terlihat berkembang secara berkelompok, membentuk struktur bulatan spora. Proses pertumbuhan *Beauveria bassiana* dimulai pada inang, dimana jamur menghasilkan spora, yang kemudian dilepaskan dan tersebar melalui angin atau air. Apabila spora

mengenai serangga lain, mereka dapat masuk ke celah-celah tubuh serangga dan tumbuh kembali menjadi jamur.



Gambar 2. 9 *Beauveria bassiana* tumbuh keluar dari badan kumbang
(Sumber. Simanjuntak 2015)

2. Tawon Pinggang Pendek (*Bracon zeuzerae*)

Tawon bracon menyerang berbagai jenis serangga, termasuk ulat, kepik, kutu, wereng, dan serangga lainnya. Diantaranya, terdapat dua jenis bracon, yaitu *Myosoma chinensis* dan *Bracon zeuzerae* dengan panjang tubuh berkisar 2-15mm, yang menargetkan penggerek batang (*Zeuzera coffeae*). Saat bertelur, tawon bracon meletakkan telurnya di atas ulat, dan terkadang tawon kecil terlihat di atas ulat tersebut, menandakan bahwa ulat tersebut sedang diparasit. Ulat ini kemudian dibiarkan untuk menghasilkan tawon, dan dalam satu ulat, bisa terdapat 50-150 larva tawon. Beberapa spesies bracon juga mengparasit kutu daun dengan cara keluar dari lubang yang mereka buat di punggung kutu daun, yang akhirnya menyebabkan kematian kutu tersebut. Siklus hidup tawon bracon dimulai dengan telur diletakkan di dalam tubuh inangnya, di mana telur menetas menjadi larva yang mengkonsumsi inangnya dari dalam. Setelah inang mati, larva membangun kepompong. Tawon dewasa keluar dari kepompong, terbang, dan melakukan perkawinan.



Gambar 2. 10 Tawon bracon dewasa
(Sumber. Simanjuntak 2015)

3. Lalat tachinid (*Tachinidae*)

Lalat tachinid memiliki kemiripan dengan lalat rumahan, namun memiliki rambut yang lebih tebal. Larva lalat ini biasanya ditemukan di dalam badan ulat atau organisme lainnya, tidak seperti larva tachinid pada pupuk kandang. Fungsi utama lalat ini adalah sebagai agen pengendali hayati untuk berbagai jenis hama termasuk *Zeuzera coffeae*. Lalat tachinid memiliki panjang sekitar 3 hingga 15 mm, dari kepala hingga ujung sayap.

Sebagian jenis lalat tachinid menaruh telurnya langsung pada inangnya, sementara jenis lain menaruh telurnya pada tanaman inangnya untuk dimakan. Lalat tachinid bergerak cepat untuk meletakkan telur di atas ulat, membuat ulat berusaha menghindar, tetapi telur ditempatkan dengan baik. Ulat dapat memakan ribuan telur yang telah diletakkan telur oleh beberapa jenis tachinid pada daunnya. Telur menetas ketika masuk ke perut ulat, dan larva lalat mulai memakan ulat dari dalam.

Larva keluar dari dalam ulat yang sudah mati dan membentuk kepompong sebelum jatuh ke tanah. Lalat dewasa tachinid bersifat nektarivora, mengkonsumsi nektar bunga, dan tidak mengonsumsi pupuk kandang atau bahan organik apa pun. Lalat ini aktif sepanjang siang hari dan terkadang beristirahat di atas tanaman ataupun bunga.



Gambar 2.11 Lalat tachinid dewasa
(Sumber. Simanjuntak 2015)

F. Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merujuk pada kerangka konseptual dan pendekatan yang melibatkan berbagai disiplin ilmu dalam upaya mengontrol Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) secara ekologis. Tujuan dari strategi ini adalah untuk mengelola populasi penyakit dan hama dengan menggunakan berbagai taktik pengendalian yang sejalan dan terintegrasi dalam koordinasi manajemen yang holistik. Sebagai suatu sistem pengendalian berbasis ekologi, Penting untuk menerapkan Pengendalian Hama terpadu (PHT) dengan memahami biologi, ekologi, dan serangan hama. (Moekasan *et al.*, 2014).

Instruksi Presiden Nomor 3 yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia pada tahun 1986 menandai titik awal dalam pengendalian Hama Terpadu (PHT) di Indonesia. Instruksi tersebut awalnya melarang pengaplikasian formulasi dari 57 jenis pestisida pada tanaman. Perubahan berikutnya terjadi dengan diberlakukannya undang-undang No 12 Tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman, yang menetapkan bahwa sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT) harus digunakan untuk melindungi tanaman. Dengan menggabungkan berbagai metode pengendalian dan aplikasi bahan kimia yang ramah lingkungan, pengelolaan hama terpadu bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia. (Indiati & Marwoto, 2017).

Menurut Indiati & Marwoto (2017) Banyak hal yang mendorong Pengendalian Hama Terpadu (PHT) secara nasional maupun internasional, terutama dalam hal penerapan rencana pembangunan nasional yang

berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Adapun alasan-alasan yang mendukung penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) meliputi :

1. Kegagalan pemberantasan hama secara konvensional

Hingga kini, tidak sedikit petani dan juga masyarakat umum yang memahami pengendalian hama sebagai penggunaan pestisida kimia sebagai satu-satunya cara untuk mengatasi dan mengurangi populasi hama. Pandangan ini menempatkan pestisida sebagai solusi tunggal yang berhasil dalam menekan jumlah hama. Petani terpaksa untuk melakukan pencegahan dengan menyemprot pestisida secara teratur karena khawatir akan serangan hama. Namun, penggunaan pestisida yang berlebihan tanpa pengetahuan yang cukup tentang metode penggunaan, dosis, konsentrasi, bahan aktif, dan efeknya terhadap hama, musuh alami, dan lingkungan akhirnya menjadi masalah yang serius. Peningkatan resistensi hama, populasi hama yang lebih besar, munculnya hama sekunder (resurgensi), kehilangan musuh alami, dan pencemaran lingkungan adalah beberapa efeknya. Pemberantasan hama konvensional adalah istilah yang masih digunakan oleh petani untuk menggambarkan metode pengendalian hama yang menggunakan pestisida kimia. Hal ini menunjukkan rendahnya pengetahuan tentang Pengendalian Hama Terpadu (PHT), dengan keinginan petani untuk memusnahkan seluruh populasi hama menggunakan pestisida. Metode pemberantasan hama konvensional menimbulkan bahaya yang signifikan bagi lingkungan dan kesehatan karena tidak hanya tidak efektif dan tidak efisien dalam mengendalikan hama yang dimaksud.

2. Dampak Negatif Terhadap lingkungan dan kesehatan

Pestisida kimia adalah jenis bahan pencemar yang dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Sifat beracun dan daya tahan yang relatif tinggi di lingkungan membuat residu pestisida menjadi permasalahan serius. Hasil pemantauan residu pestisida yang dilakukan oleh para peneliti dari lembaga penelitian dan direktorat menunjukkan bahwa residu pestisida saat ini ditemukan secara hampir merata di berbagai tempat di lingkungan kita. Residu pestisida ada di tanah, air minum, air sungai, air sumur,

dan bahkan udara. Residu juga ada pada makanan sehari-hari, seperti sayuran dan buah-buahan.

Di seluruh dunia, kesadaran akan pentingnya melindungi kesehatan manusia dan lingkungan mendorong adopsi dan pengembangan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Melalui implementasi PHT, pengaplikasian pestisida kimia dapat diminimalkan sejauh mungkin.

3. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah telah menjadikan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) tumpuan utama dalam setiap program untuk melindungi tanaman, dan peraturan ini sudah diterapkan awal PELITA III hingga saat ini. Instruksi Presiden Nomor 3 Tahun 1986, Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, dan Peraturan Nomor 6 Tahun 1995 tentang Perlindungan Tanaman adalah dasar hukum yang mengatur pelaksanaan dan pengembangan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) di Indonesia. Maka dari itu, penting bagi seluruh pelaku usaha pertanian di Indonesia untuk mengikuti dan menerapkan kebijakan pemerintah terkait Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

4. Peningkatan daya saing

Konsumen yang mengutamakan produk pertanian organik dan hijau semakin mendominasi pasar domestik dan internasional di era globalisasi lingkungan saat ini. Konsumen ramah lingkungan mencari produk makanan yang aman bagi lingkungan dan kesehatan serta bebas dari sisa pestisida kimia. Mereka bersedia membayar harga lebih tinggi untuk produk yang mereka inginkan, terutama jika produk tersebut berasal dari PHT. Petani yang menerapkan PHT dapat menghasilkan produk yang lebih kompetitif dalam hal kualitas dan keamanan, dibandingkan dengan petani yang tidak menerapkan PHT. Dengan demikian, petani dapat menambah nilai produk pengendalian hama terpadu yang mereka hasilkan.

G. Prinsip Dasar Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Penerapan pengendalian hama melalui pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) terus berkembang seiring berjalannya waktu. Hal ini didasarkan pada kenyataan empiris dan keberhasilan implementasi

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dalam mengatasi masalah hama. Oleh karena itu, pemahaman terhadap prinsip dasar penerapan pengendalian hama terpadu menjadi suatu keharusan (Indiati & Marwoto, 2017).

Menurut Moekasan *et al.*, (2014) penerapan dan pengembangan pengendalian hama terpadu (PHT) harus dilandasi dengan empat prinsip dasar, yaitu sebagai berikut :

1. Budidaya Tanaman Sehat

Budidaya tanaman yang sehat dan kuat merupakan elemen krusial dalam strategi pengendalian hama dan penyakit. Tanaman yang memiliki kesehatan yang baik dapat memberikan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit, serta lebih efisien dalam memulihkan diri dari dampak yang ditimbulkan oleh serangan tersebut. Oleh karena itu, aspek-aspek seperti pemilihan varietas, tahap penyemaian, perawatan tanaman, hingga penanganan hasil panen menjadi kunci dalam memastikan pertumbuhan tanaman yang sehat, kuat, dan produktif, dengan hasil panen yang optimal.

2. Pemanfaatan Musuh Alami

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) bergantung pada pengendalian secara hayati, yang mencakup penggunaan musuh alami yang potensial. Keberadaan musuh alami ini diharapkan mampu mengurangi populasi hama secara efektif, menciptakan keseimbangan populasi di dalam lingkungan pertanian. Dengan demikian, diharapkan agar populasi hama tetap berada dalam ambang toleransi tanaman, dan tidak melebihi batas yang dapat membahayakan pertumbuhan tanaman.

3. Pengamatan Rutin Atau Pemantauan

Agroekosistem, yang merupakan sistem ekologis di dalam pertanian, memiliki sifat yang dinamis karena berbagai faktor saling mempengaruhi. Pengamatan rutin sangat penting untuk memantau kondisi tanaman dan menjaga populasi hama dan musuh alami dalam keseimbangan. Data yang dikumpulkan dari pengamatan ini menjadi dasar untuk mengambil tindakan yang tepat guna menjaga kesehatan dan produktivitas agroekosistem.

4. Petani Sebagai Ahli Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) harus disesuaikan dengan ekosistem petani di tempat tinggal mereka. Rekomendasi terbaik untuk pengendalian hama terpadu harus dibuat oleh para petani. Untuk memastikan bahwa petani dapat secara mandiri mengaplikasikan pengendalian hama terpadu dengan efektif, diperlukan upaya penyebarluasan pengendalian hama terpadu melalui pelatihan yang dapat bersifat formal atau informal. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pemahaman petani tentang bagaimana menerapkan prinsip-prinsip pengendalian hama terpadu.

H. Teknik Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Teknik Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menggunakan sumber daya alam yang mudah diperoleh, murah, dan ramah lingkungan untuk mengelola agroekosistem dan mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Metode penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) termasuk penggunaan musuh alami, penggunaan pestisida nabati, dan perangkap hama. Metode-metode ini dapat digunakan untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dengan efektif. (Susilawati *et.al.*, 2022).

Menurut Indiati & Marwoto (2017) Teknik pengendalian dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT) meliputi beberapa metode, yaitu:

1. Pengendalian Alami

Pengendalian alami adalah suatu mekanisme pengendalian yang berlangsung tanpa intervensi manusia dan melibatkan musuh alami hama. Proses ini dapat diperkuat dengan mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia yang memiliki cakupan luas, sehingga menjaga keseimbangan hayati di dalam ekosistem pertanian.

2. Pengendalian Secara Mekanik dan Fisik

Pengendalian dengan teknik Mekanik dan Fisik merupakan langkah-langkah dengan tujuan untuk secara langsung menghentikan atau menghilangkan hama, baik pengambilan hama secara langsung atau menggunakan perangkap dan bahan aktif lainnya. Upaya yang mencakup pengambilan telur atau larva, penggunaan *trap*, pengusiran, pemanfaatan cahaya lampu perangkap, pengasapan, pemangkasan untuk bagian tanaman

yang terinfeksi, dan modifikasi lingkungan fisik agar menjadi kurang cocok bagi hama.

3. Pengendalian Dengan Teknik Budidaya

Pengendalian Teknik Budidaya adalah upaya untuk menciptakan lingkungan pertumbuhan tanaman yang tidak mendukung kehidupan dan perkembangan hama serta penyakit, sekaligus mendorong peran agen pengendali hayati. Tindakan ini mencakup penggunaan varietas yang tahan, sanitasi lingkungan, dan penyesuaian waktu perawatan. Pendekatan ini bersifat pencegahan dan diimplementasikan sebelum terjadinya serangan hama.

4. Pengendalian Secara Hayati

Menggunakan musuh alami untuk memerangi hama adalah bagian dari pendekatan yang dikenal sebagai pengendalian hayati. Metode ini didasarkan pada pemahaman dasar tentang ekosistem, khususnya konsep tentang pengaturan populasi oleh pengendali alami dan keseimbangan ekosistem yang berubah-ubah. Pengendali alami yang utama adalah memanfaatkan organisme parasitoid, predator, dan patogen serangga hama. Kehadiran musuh alami merupakan bagian integral dari siklus hidup dan pertumbuhan populasi hama. Peningkatan populasi hama sering kali disebabkan oleh lingkungan yang tidak memberikan cukup peluang bagi musuh alami untuk berkerja dengan baik, yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomi bagi petani.

5. Penggunaan Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah insektisida yang pembuatannya diperoleh melalui ekstraksi tanaman. Keberlanjutan pestisida nabati membuatnya memiliki resiko yang lebih rendah terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Beberapa teknik umum untuk memproduksi pestisida nabati meliputi perendaman, ekstraksi, atau perebusan bagian tertentu dari organ tanaman yang memiliki kandungan insektisida tinggi. Insektisida nabati dianggap efektif dan aman terhadap lingkungan. Beragam mekanisme aksi dimiliki oleh insektisida alami. Contohnya, senyawa Azadirachtin memiliki kemampuan untuk mengacaukan proses ekdisis, yang berpotensi mengakibatkan mortalitas serangga. Sementara itu, Salanin berfungsi menekan selera makan organisme pengganggu tanaman. Adapun Meliantriol berperan sebagai substansi yang

membuat hama menjauh dari area tanaman. Ketiga contoh ini menggambarkan variasi cara kerja pestisida yang berasal dari tumbuhan.

I. *Sustainable Development Goals (SDGs)*

Tanggal 25 September 2015, sejumlah 193 negara anggota Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) menyepakati sebuah agenda global dalam Sidang Majelis Umum. Agenda ini memuat rangkaian sasaran pembangunan jangka panjang yang berwawasan kelestarian, dikenal dengan istilah Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Inisiatif internasional ini lebih populer dengan sebutan SDGs, kependekan dari *Sustainable Development Goals* (Hák *et al.*, 2016). Masyarakat dunia telah berkomitmen pada sebuah inisiatif ambisius yang dikenal sebagai Agenda 2030. Inisiatif ini mencakup 17 sasaran utama yang bertujuan mengubah paradigma pembangunan global. Fokus utamanya adalah menciptakan keselarasan antara tiga pilar penting: kemajuan ekonomi, kesejahteraan sosial, dan pelestarian lingkungan. Rangkaian sasaran ini dirancang untuk mendorong perubahan menyeluruh dalam cara kita memandang dan mengelola pembangunan di masa depan. (Allen *et al.*, 2016).

Meskipun tujuan-tujuan dari *Sustainable Development Goals* (SDGs) bersifat universal, keputusan mengenai target-target nasional dan penentuan prioritas serta tingkat ambisi akan menjadi tanggung jawab setiap negara. Masing-masing negara akan memilih arah transformasi yang sesuai dengan skala dan kecepatan yang mereka pilih. Adopsi strategi SDGs yang terintegrasi dan dimiliki secara nasional akan menjadi pokok dari upaya nasional (Allen *et al.*, 2016).

J. *SDGs Dalam Pengendalian Hama Terpadu (PHT)*

Pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) tidak membahayakan tanaman budidaya, tetapi memberikan kesempatan hidup dan hak bagi setiap bagian biota ekologi. Tujuan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah untuk mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia dengan menggabungkan berbagai metode pengendalian hayati dan aplikasi kimiawi yang ramah lingkungan. (Indiati & Marwoto, 2017).

Menurut Susilawati & Sukmawani, (2022) Sangat sedikit petani yang memahami dan menerapkan teknologi Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

dalam kondisi pertanian saat ini. Kebergantungan pada pestisida kimia dan kepercayaan bahwa itu adalah satu-satunya cara untuk mengendalikan OPT, petani tidak menyadari bahwa musuh alami, pestisida nabati, dan perangkap hama dapat membantu mengendalikan OPT .

Pengendalian hama pada saat ini masih bergantung pada penggunaan pestisida kimia konvensional, sementara metode pengendalian lainnya masih kurang umum. Penggunaan berlebihan pestisida kimia dapat menyebabkan resistensi hama sasaran dan pencemaran lingkungan pertanian, oleh karena itu diperlukan Pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Tujuan pengelolaan pertanian berkelanjutan (PHT) adalah untuk mencapai keseimbangan lingkungan pertanian melalui pendekatan ekologis dan efisiensi ekonomi. Strategi ini juga mempertimbangkan aspek keberlanjutan ekosistem, dimana strategi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) ini melibatkan sinergi dari berbagai teknik ataupun metode pengendalian hama yang sesuai dengan prinsip-prinsip ekologi dan ekonomi (Indiati & Marwoto, 2017).

Sustainable Development Goals atau SDGs adalah serangkaian target pembangunan berkelanjutan yang terdiri dari 17 tujuan. Tujuan ini dirancang untuk merencanakan transformasi dengan penekanan pada integrasi dan keseimbangan antara aspirasi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Tujuan pembangunan berkelanjutan ini diadopsi sebagai agenda global untuk mencapai pembangunan yang inklusif dan berkelanjutan hingga tahun 2030 (Hák *et al.*, 2016).

Penerapan teknik Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada pertanian merupakan salah satu upaya untuk mencapai tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) melalui pendekatan ekologis dan efisiensi ekonomi, dengan mempertimbangkan aspek keberlanjutan ekosistem, terutama yang berkaitan dengan ketahanan pangan, pertanian berkelanjutan, dan lingkungan (Indiati & Marwoto, 2017).

K. Faktor Lingkungan

Jumlah serangga yang hidup di suatu tempat sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan utama yang mempengaruhi keberadaan serangga termasuk suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya.

Interaksi kompleks antara faktor-faktor ini membentuk suatu ekosistem yang menjadi rumah bagi serangga dan memainkan peran penting dalam mengatur distribusi dan kelimpahan populasi mereka. Keterkaitan antara serangga dan lingkungannya menciptakan ekosistem yang dinamis, di mana perubahan pada satu faktor dapat memberikan dampak pada keseluruhan ekosistem (Taradipha *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pemahaman terhadap faktor lingkungan ini menjadi kunci dalam upaya pemeliharaan dan pengelolaan keberagaman hayati serta keseimbangan ekosistem.

Menurut Wardani, (2018) Kehidupan serangga, baik sebagai hama maupun musuh alaminya, sangat tergantung pada kondisi lingkungan di sekitarnya. Faktor lingkungan memengaruhi serangga secara langsung dan tidak langsung, termasuk musuh alami dan serangga hama. Faktor ini dapat disebut juga sebagai faktor fisik, adapun faktor fisik yang memengaruhi kehidupan serangga ini meliputi :

1. Suhu

Sebagai komponen fisik lingkungan, suhu memengaruhi reaksi kimia tubuh dan fungsi metabolik. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengatur aktivitas hewan. Setiap serangga memiliki kisaran suhu tertentu di mana mereka dapat bertahan hidup. Serangga tropis lebih sensitif terhadap suhu rendah daripada serangga subtropis. Saat suhu mencapai titik paling rendah, perkembangan serangga melambat yang disebut diapause. Diapause dapat disebabkan oleh suhu minimum (hibernasi) atau suhu maksimum (estivasi). Dengan demikian, kehidupan serangga dalam ekosistem alam dipengaruhi oleh suhu, dengan rentang kisaran suhu antara 15°-50°C.

2. Kelembaban Udara

Kehidupan serangga sangat dipengaruhi oleh kelembaban udara, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk memanfaatkan air, serangga di lingkungan kering menyerap kembali air dari feses untuk digunakan kembali dalam metabolisme. Akibatnya, kelembaban harus dianggap sebagai kondisi lingkungan yang dibutuhkan organisme untuk melakukan proses fisiologis. Kelembaban, sebagai salah satu bagian dari lingkungan, juga menjadi faktor modifikasi suhu melalui pengurangan evapotranspirasi.

Selain mengkonsumsi air dari lingkungannya, serangga juga melepaskannya melalui proses penguapan dan ekskresi. Kelembaban udara di lingkungan serangga sangat memengaruhi kebutuhan air mereka. Secara keseluruhan, kelembaban udara dapat memengaruhi berbagai aspek kehidupan serangga, termasuk perkembangan, reproduksi, pertumbuhan, dan aktivitas, baik langsung ataupun tidak langsung. Toleransi kelembaban udara ideal untuk serangga biasanya antara 73% - 100%.

3. Intensitas Cahaya

Pengaruh cahaya pada perilaku serangga bervariasi tergantung pada keaktifan serangga siang atau malam hari. Serangga yang aktif pada siang hari dapat distimulasi oleh intensitas dan panjang gelombang cahaya di sekitarnya sedangkan serangga yang aktif pada malam hari dapat terhambat oleh cahaya tertentu. Perubahan suhu tubuh serangga yang terkena radiasi cahaya juga dapat diamati, di mana suhu serangga tersebut dapat berubah secara signifikan, sementara serangga berada dibawah naungan tidak mengalami perubahan suhu yang signifikan. Serangga cenderung mencari tempat teduh untuk mengatasi panas tubuh akibat radiasi cahaya.

Energi radiasi dari organisme biasanya mempengaruhi suhu tubuh serangga dan pertumbuhan tanaman. Sebagai contoh, perubahan intensitas cahaya di sekitar tanaman dapat memengaruhi aktivitas pengambilan makanan oleh kutu daun, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi penyebaran virus pada tanaman.

L. Penelitian terdahulu

Hasil kajian penelitian terdahulu, tersaji pada Tabel 2.1

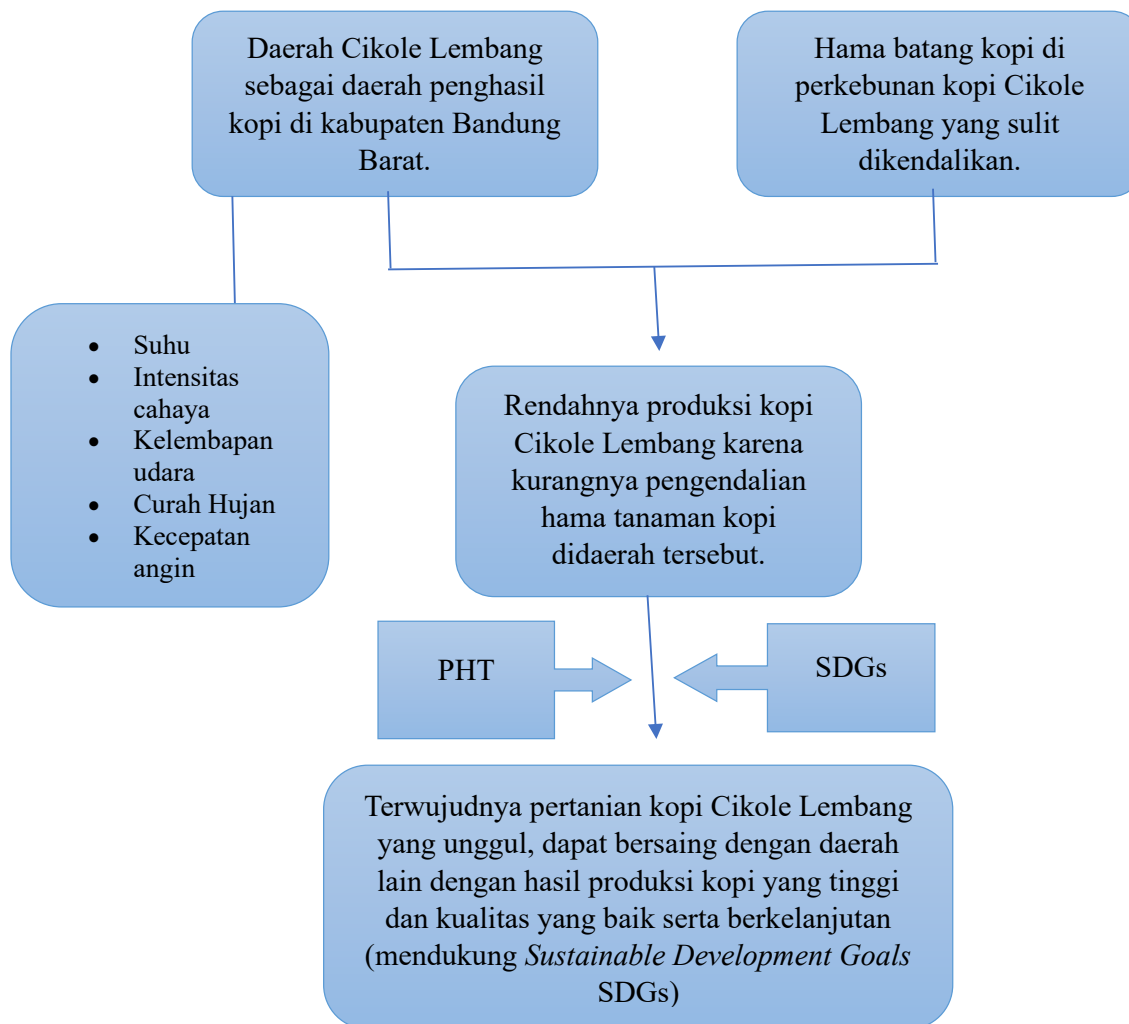
Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Tempat Penelitian	Metode/ Desain Penelitian	Hasil Penelitian
1	Ameilia Zuliyanti Siregar, Tulus, dan Elisa Julianti	PENGENDALIAN HAMA TERPADU MENGGUNAKAN YELLOW STICKY TRAP MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KOPI DI TELAGAH	Desa Telagah, Kecamatan Sei Bingai, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia.	Kualitatif, Metode Corporate Farming (CF)	<ul style="list-style-type: none"> Ditemukan masalah yang mempengaruhi jumlah dan kualitas tanaman kopi, seperti kurangnya pengetahuan mitra tentang cara mengendalikan hama dan penyakit tanaman kopi. Aplikasi Pakar Kopi dan peningkatan pengetahuan mitra tani tentang cara mengendalikan hama dan penyakit tanaman secara mekanik menggunakan perangkap likat kuning Menyebarkan informasi tentang cara mengendalikan hama penggerek buah kopi.
2	Robi Dwi Permana dan LL. Suhirsan Masrilurrahman	IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN PADA TANAMAN KOPI YANG DI SEBABKAN OLEH HAMA DI DESA KARANG	Desa Karang Sidemen Kecamatan Batukliang Utara Kabupaten Lombok Tengah	Deskripsi kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> Tanaman kopi di Desa Karang Sidemen 62% termasuk dalam kategori ringan, 32% termasuk dalam kategori sedang, dan 6% termasuk dalam kategori berat. Hama merusak batang, daun, dan buah kopi.

		SIDEMEN KECAMATAN BATUKLIANG UTARA KABUPATEN LOMBOK TENGAH			
3	Ahmad Thoriq , Wahyu K. Sugandi , Rizky Mulya Sampurno , dan Mochamad Arief Soleh	PENGETAHUAN DAN TINDAKAN PETANI DALAM PENGENDALIAN ORGANISME PENGANGGU TANAMAN KOPI BERBASIS AGROFORESTRI DI KECAMATAN SUKASARI, KABUPATEN SUMEDANG, JAWA BARAT	Kecamatan Sukasari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat	Kualitatif, wawancara dan pengisian kuesioner	<ul style="list-style-type: none"> • Sebanyak 60,71% petani kopi mengaku mengenal istilah "hama" dan "penyakit" pada tanaman kopi, • sebanyak 64,29% petani dapat membedakan antara hama dan penyakit pada tanaman kopi, • sebanyak 60,71% petani dapat membedakan antara hama dan musuh alami pada tanaman kopi. • Sebanyak 92,86% petani melakukan pengamatan hama dan penyakit pada tanaman kopi yang mereka tanam, khususnya terkait dengan serangan hama dan penyakit. • Sebanyak 53,57% petani mengatakan mereka menggunakan pestisida dengan frekuensi yang insidental saat terjadi serangan hama dan penyakit.

Ketiga penelitian di atas menunjukkan kesamaan: serangga hama menyerang tanaman kopi. Hasil penelitian ini berfungsi sebagai acuan bagi peneliti untuk memulai penelitian mengenai Pengendalian Hama Pada Batang Kopi Cikole Lembang Berlandaskan Pengendalian Hama Terpadu Untuk Menunjang SDGs.

M. Kerangka Pemikiran



Gambar 2.12 Kerangka Pemikiran
(Sumber. Dokumen Pribadi)