

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Teori Efektivitas

Kamus Besar Bahasa Indonesia menyatakan bahwa efektif adalah suatu tujuan yang tercapai dengan baik atau memilih suatu tujuan yang tepat dari berbagai pilihan. Efektivitas diartikan sebagai tumpuan yang memberikan gambaran terkait seberapa jauh tujuan dicapai. Streets mengemukakan bahwa efektivitas merupakan suatu capaian usaha sebuah rencana sebagai dengan sumber daya untuk meraih target tanpa melepaskan tekanan yang tidak masuk akal dalam aktualisasinya (Suhada dkk., 2022)

Ravianto (2014) menyatakan bahwa efektivitas menunjukkan sejauh mana suatu tugas diselesaikan dan tingkat pencapaian yang diperoleh sesuai dengan harapan. Hal ini berarti bahwa suatu pekerjaan dapat dikatakan efektif bila penyelesaiannya berjalan secara efektif dan efisien sesuai waktu, anggaran dan kualitas. Sejalan dengan hal itu, Wiyono (2007) menyatakan bahwa efektivitas adalah suatu kegiatan yang dilaksanakan yang memberikan dampak dan hasil yang memenuhi harapan. Pendapat para ahli mengarah pada kesimpulan bahwa efektivitas adalah tindakan yang terlaksana sesuai rencana dan tujuan yang diharapkan tercapai dengan baik (Lestari, 2023).

Suatu jenis insektisida dikatakan efektif dalam mengendalikan hama apabila tingkat kematian hama yang diuji mencapai 80% dengan konsentrasi yang digunakan lebih rendah dan bahan-bahan jenis insektisida yang digunakan lebih sedikit (Agazali dkk., 2015). Pengendalian hama harus didasarkan pada ekologi hama dan efisiensi ekonomi dalam pengelolaan ekosistem pertanian yang akuntabel (Muhammad dkk., 2022). Insektisida juga dapat dinyatakan efektif jika populasi hama pada perlakuan yang diberi insektisida lebih rendah dibandingkan populasi hama pada perlakuan kontrol (Syahputra, 2013) *dalam* (Wardana dkk., 2023).

2.1.2 Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit termasuk dalam kerajaan *Plantae* dan tergolong dalam divisi *Embryophyta siphonogama*, kelas *Angiospermae*, bangsa *Monocotyledonae*, suku *Arecaceae*, marga *Elaeis* dan jenis *Elaeis guineensis* Jacq. Nama *Elaeis* merujuk pada kata *Elaion* dalam bahasa Yunani yang berarti minyak. Nama *guineensis* merujuk pada Guinea, wilayah di Pantai Barat Afrika. Nama Jacq adalah singkatan dari nama botanis asal Amerika yaitu Jacquin (Sulardi, 2022).

2.1.3 Morfologi Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit secara umum terdiri dari bagian generatif dan bagian vegetatif. Bagian generatif tanaman kelapa sawit berupa bunga dan buah. Bagian vegetatif tanaman kelapa sawit berupa akar, batang dan daun (Abdul, 2023).

Akar memiliki fungsi krusial untuk memperkuat struktur batang tanaman, menyerap air dan nutrisi dari tanah serta membantu dalam respirasi. Akar primer, sekunder, tersier, dan kuarter adalah beberapa jenis akar yang mewujudkan sistem akar, dan semuanya bervariasi dalam ukuran. Diameter akar primer, sekunder, tersier, dan kuarter masing-masing adalah 6–10 mm, 2-4 mm, 0.7–1.2 mm, dan 0.2–0.8 mm. Fungsi utama akar kuarter adalah penyerapan. Biasanya, sistem akar yang aktif ditemukan antara 5 dan 35 cm di bawah permukaan (Sulardi, 2022).

Batang kelapa sawit berperan sebagai penopang bagi daun, bunga, dan buah tanaman, serta sebagai saluran untuk hara pertukaran yang mendistribusikan mineral dan udara dari akar ke bagian atas tanaman dan hasil fotosintesis dari daun ke bagian bawah. Batang tanaman kelapa sawit dilapisi oleh sisa-sisa tangkai daunnya hingga usia dua belas tahun. Batang adalah struktur yang kokoh dan kuat yang mendukung pertumbuhan seluruh tanaman karena panjang, silindris, dan tidak bercabang. Batang kelapa sawit sangat penting untuk fungsi fisiologis keseluruhan tanaman (Yudistina dkk., 2017).

Daun kelapa sawit menyerupai daun kelapa, dengan struktur berupa daun majemuk yang tersusun bersirip genap serta memiliki tulang daun sejajar. Daun-daun ini ditopang oleh satu pelepah yang dapat mencapai panjang lebih dari 7,5 hingga 9 meter. Setiap pelepah terdiri dari sekitar 250–400 daun kecil. Perkembangan daun dikendalikan oleh keadaan iklim di sekitarnya, dan usia daun dari pembentukan hingga menua berkisar antara 6 hingga 7 tahun. Warna hijau tua

sering kali menjadi warna daun kelapa sawit yang sehat dan segar (Abdul, 2023).

Bunga kelapa sawit mulai berkembang dari dasar pelepah dan terlihat setelah tanaman berusia setahun di lapangan. Setiap pelepah memiliki potensi untuk menciptakan bakal bunga, dimana bunga betina tumbuh secara spiral pada cula pembungaan yang terdiri dari spikelet yang memuat antara 10 hingga 26 bunga individu. Kelompok bunga ini biasanya mengemuka dari ketiak pangkal pelepah keempat pada deretan pelepah yang masih muda, dimana seludang luar kasar dan berwarna coklat kusam dan seludang dalam tebal dan kaku (Sujadi dan Supena, 2020).

Keragaman warna ditunjukkan pada buah kelapa sawit seperti hitam, ungu, atau merah. Buah kelapa sawit pada tingkat kematangan yang tepat dianggap berkualitas tinggi (Himmah dkk., 2020). Bunga kelapa sawit berfungsi sebagai organ reproduksi seksual tanaman. Satu pokok kelapa sawit mampu memproduksi dua jenis bunga yaitu bunga jantan dan betina. Bunga betina berukuran lebih besar dan mekar sementara bunga jantan berukuran lebih ramping dan panjang. Rasio antara jumlah bunga jantan dan betina sangat penting untuk produktivitas kelapa sawit dikarenakan semakin banyak bunga betina maka semakin tinggi potensi produksi buah kelapa sawit. Kelapa sawit mulai berbunga saat berusia 3 hingga 4 tahun. Proses pematangan buah ditunjukkan dengan transisi warna kulit dari hijau menjadi merah jingga saat buahnya matang. Kadar asam lemak bebas meningkat diikuti oleh kerontokan buah yang dikenal sebagai brondol setelah memenuhi tingkat kematangan (Nugroho, 2019).

2.1.4 Pengertian Hama

Hama adalah salah satu dari tiga OPT yang paling penting untuk diperhatikan dalam perkebunan kelapa sawit. Perbedaan antara hama dan penyakit terlihat dari jenis kerusakan yang ditunjukkan. Hama mengakibatkan kerusakan pada tanaman, seperti menusuk, sedangkan penyakit mengakibatkan gangguan fisiologis. Hama dapat menyebabkan kerusakan yang langsung mempengaruhi komoditas seperti buah, daun, batang, dan akar. Stres yang ditimbulkan oleh hama dapat sangat serius, berdampak pada produksi, dan bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman (Widians dan Rizkyani, 2020).

Hama utama yang menyerang tanaman perkebunan biasanya hidup di

lingkungan kebun. Hama ini menjalani berbagai tahap kehidupan, mulai dari fase telur, larva atau nimfa, pupa dan dewasa atau imago. Hama juga cenderung berada dalam dunia perkebunan dikarenakan tanaman inang selalu ada tersedia. Itu sebabnya, hama perlu dipahami dari segi morfologis dan perilakunya (Pujiastuti dkk., 2023).

2.1.5 Pengertian dan Klasifikasi Hama Ulat Kantung

Salah satu hama yang paling dominan menyerang tanaman kelapa sawit dan menimbulkan kerugian finansial adalah hama ulat kantung. Jenis *Metisa plana* adalah salah satu jenis hama ulat kantung. Hama adalah salah satu spesies hama ulat kantung melakukan serangan dengan memakan lapisan permukaan daun kelapa sawit. Lubang dan mengering seperti terbakar adalah gejala dari daun kelapa sawit yang diserang oleh hama ini. Hama ulat kantung jenis *Metisa plana* mengalami metamorfosis sempurna melalui tahap telur, larva, pupa dan imago (Riady dkk., 2020).

Ulat kantung jenis *Metisa plana* sangat dikenal karena dampak negatifnya pada perkebunan kelapa sawit. Infestasi *Metisa plana* dapat menurunkan produktivitas kelapa sawit hingga 40% jika tidak ditangani selama dua tahun berturut-turut. Penggunaan insektisida telah menjadi teknik umum untuk mengendalikan infestasi *Metisa plana*. Ulat kantung termasuk dalam kerajaan *Animalia* dan tergolong dalam divisi *Arthropoda*, kelas *Insecta*, bangsa *Lepidoptera*, suku *Psychidae*, marga *Metisa* dan jenis *Metisa plana* Walker (Pradana dkk., 2022).

2.1.6 Siklus Hidup Hama Ulat Kantung

Perkembangan hama ulat kantung dimulai dengan betina meletakkan telur, yang kemudian menetas menjadi larva neonatus. Neonatus akan membangun kantung kecil di belakang tubuhnya dan mulai memakan daun kelapa sawit dalam waktu satu hingga dua jam. Larva hama ulat kantung memiliki tubuh berwarna coklat kekuningan dengan kepala berwarna hitam, dan ukuran tubuh mereka meningkat seiring dengan jumlah bahan tanaman yang dimakan (Rahmat dkk., 2021). Larva yang baru menetas dari telur terkadang mengonsumsi bangkai induknya atau telur yang gagal menetas (Nurliana dkk., 2023). Pupa jantan biasanya tergantung pada permukaan bawah daun seperti kait dengan ukuran tubuh lebih

pendek dari pupa betina (8-12 mm). Pupa berkembang selama 25 hari. Ketika ulat kantung menjadi pupa, kantungnya menggantung di permukaan bawah helaian daun kelapa sawit dengan benang penggantung berbentuk kait (Pranata, 2024).

Hama ulat kantung dewasa memiliki perbedaan ciri fisik antara jantan dan betina. Ulat kantung jantan dewasa berbentuk seperti ngengat. Ulat kantung jantan dewasa biasanya terbang pada hari pertama setelah kemunculannya dan hanya bertahan hidup dua hingga tiga hari. Ulat kantung betina dewasa memiliki tubuh yang mirip dengan larva tetapi tanpa sayap. Ulat kantung betina dewasa mengeluarkan feromon seksual untuk menarik perhatian jantan dan keluar dari kantung segera setelah bertelur di dalamnya, lalu mati beberapa jam kemudian (Enting dan Latip, 2021).

2.1.7 Gejala Serangan Hama Ulat Kantung

Hama ulat kantung merusak tanaman dengan mengonsumsi daun kelapa sawit yang digunakan untuk pertumbuhan dan pembentukan kantung. Larva ulat kantung biasanya mengonsumsi jaringan daun bagian atas dan bawah, yang juga berfungsi sebagai tempat untuk menggantung dan membentuk kantung. Ketika tingkat kehilangan daun mencapai 50%, tanaman kelapa sawit mengalami kerusakan yang signifikan, yang dapat mengakibatkan penurunan produksi panen yang signifikan (Turnip dan Fajar, 2021).



Gambar 1. Gejala Serangan Hama Ulat Kantung
Sumber : Primer (2024)

2.1.8 Konsep Pengendalian Hama Terpadu

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah pendekatan terstruktur yang bertujuan guna melakukan pengendalian populasi hama optimal dengan memperhitungkan dampak hama terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. PHT

mencakup penerapan beragam metode pengendalian yang bersinergi dan menyempurnakan dalam meminimalisasi kerugian akibat hama tanpa bergantung pada satu metode (Djafar dkk., 2021).

Untuk mengendalikan hama pada tanaman kelapa sawit, beberapa metode pengendalian yang sering diterapkan adalah:

A. Pengendalian Mekanis

Pengendalian mekanis dilakukan dengan menghentikan keberadaan hama, menghentikan aktivitas fisiologis normal hama tanpa menggunakan pestisida, dan mengubah lingkungan sehingga Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) tidak dapat bertahan (Zulfahmi dkk., 2024). Pengendalian mekanis juga melibatkan interaksi langsung dengan hama menggunakan perangkap atau alat bantu. Hama dapat ditangkap dengan pengait besi sederhana yang dibuat dari jari-jari sepeda yang diruncingkan dan dibentuk pada ujungnya merupakan salah satu contoh dari pengendalian mekanis (Efendi, 2021). Metode pengendalian ini unik karena metode ini bersifat ramah lingkungan dan tidak menyisakan efek residu pada hasil pertanian (Adhikari, 2022).

B. Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati berarti menggunakan musuh alami untuk memerangi gulma, penyakit, dan hama. Pengendalian hayati augmentatif dengan perlakuan berulang hanya dapat menekan ledakan hama dalam waktu singkat, dan hanya sedikit yang mampu mencapai pengendalian secara permanen. Keberadaan musuh alami seperti tawon parasit dan *arthropoda* predator dalam beberapa kasus, dapat secara signifikan mengurangi jumlah hama (Angon dkk., 2023). Salah satu serangga yang berfungsi sebagai predator dalam metode ini adalah *Sycanus croceovittatus*, yang berasal dari ordo *Hemiptera* dan famili *Reduviidae* dan lazimnya ditemukan di perkebunan kelapa sawit di Indonesia (Sinaga dkk., 2022).

C. Pengendalian Kimiawi

Pestisida kimia dapat menjadi sumber polutan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia karena sifat racunnya dan rendahnya tingkat dekomposisi. Pestisida sering ditemukan di berbagai tempat, seperti tanah, air minum, sungai, sumur, dan udara, serta dalam makanan sehari-hari sayuran dan buah-buahan (Indiati dan Marwoto, 2017). Penggunaan pestisida kimia harus dilakukan dengan

hati-hati dalam pengendalian hama dan patogen dan perlu beberapa pertimbangan seperti tingkat serangan dan efeknya terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan fauna lainnya (Effendy dkk., 2020).

D. Pengendalian Kultur Teknis

Pengendalian kultur teknis merupakan metode pengelolaan hama yang memanfaatkan teknik budidaya. Bagian dari pengendalian hama terpadu ini dilakukan dengan mengatur lingkungan sehingga tanaman dapat tumbuh optimal (Asril dkk., 2022). Pengendalian secara kultur teknis adalah suatu upaya antisipatif yang dilakukan sebelum hama menyerang dengan sasaran menjaga populasi berada di bawah ambang batas. Aktivitas yang dilakukan antara lain penanaman varietas tahan, pengelolaan sistem irigasi, pengaturan jarak tanam dan merendahkan pematang (Qisthi dkk., 2021).

2.1.9 Pengertian Insektisida Kimia

Insektisida kimia memainkan peran penting dalam mengendalikan penyebaran hama dan menjaga kesehatan tanaman. Zat kimia ini diformulasikan khusus untuk membunuh atau mengatur populasi hama. Berbagai jenis insektisida telah dikembangkan, termasuk organofosfat, karbamat, piretroid, dan neonicotinoid, masing-masing dengan cara kerja, sasaran fisiologis dan efektivitas yang unik selama bertahun-tahun (Araujo dkk., 2023).

Penggunaan insektisida kimia merusak lingkungan dalam jangka panjang dan berpotensi mengancam kesehatan manusia. Efek negatif insektisida kimia termasuk masalah pada saluran pencernaan, jantung, ginjal, hati dan mata, yang bahkan dapat menyebabkan kematian. Penggunaan insektisida kimia juga dapat merusak ekosistem, termasuk merusak tanah, air, tanaman, dan rantai makhluk hidup (Muhidin dkk., 2020).

2.1.10 Pengertian Bioinsektisida

Insektisida alami yang dibuat dari berbagai macam tumbuh-tumbuhan atau mikroorganisme disebut bioinsektisida. Bioinsektisida ringan tergerai di alam karenanya bioinsektisida aman bagi manusia dan ternak (Setiawan dkk., 2021). Kekhawatiran terhadap dampak negatif insektisida kimia telah mendorong pengembangan bioinsektisida sebagai alternatif yang berkelanjutan (Mogro dkk., 2024). Bioinsektisida telah dikembangkan sebagai produk bioteknologi yang

menawarkan alternatif ekologis dan berkelanjutan terhadap pestisida kimia dalam agroekosistem (Samada dan Tambunan, 2020). Bioinsektisida secara efektif dapat mengurangi kehilangan hasil tanpa mengorbankan kualitas dan dianggap ramah lingkungan karena sifatnya yang mudah tergerai secara hayati (Kumar dkk., 2021).

2.1.11 Pengertian dan Klasifikasi Bakteri *Bacillus thuringiensis*

Bakteri *Bacillus thuringiensis* adalah bakteri struktur batang, tidak memiliki kapsul, gram-positif, bergerak menggunakan flagela peritrikus, dan membuat spora. Bakteri ini termasuk dalam golongan bakteri dari grup *cereus* (Prihatin dkk., 2023). Bakteri *Bacillus thuringiensis* ditemukan oleh Ishiwatta pada Tahun 1902 pada *Bombyx mori* L. yang dipelihara di Jepang. Bakteri ini diisolasi kembali oleh Berliner pada Tahun 1911 dari larva *Ephestia kuehniella* Zeller di Thuringia, yang memunculkan namanya saat ini. Bakteri *Bacillus thuringiensis* adalah mikroorganisme yang banyak diaplikasikan secara global untuk pengendalian biologi (Rabinovitch dkk., 2017).

Bakteri ini termasuk dalam kerajaan *Eubacteria* dan tergolong dalam divisi *Firmicutes*, kelas *Bacilli*, bangsa *Bacillales*, suku *Bacillaceae*, marga *Bacillus* dan jenis *Bacillus thuringiensis*. Bakteri ini merupakan bakteri filum *firmicutes*. *Firmicutes* (Latin: *firmus* = kuat, dan *cutis* = kulit) adalah divisi bakteri yang memiliki struktur dinding sel bertipe gram-positif. Filum *Firmicutes* menghasilkan endospora yang tahan terhadap kekeringan dan dapat bertahan hidup dalam kondisi ekstrem (Boundless, 2024).

2.1.12 Morfologi Bakteri *Bacillus thuringiensis*

Bakteri *Bacillus thuringiensis* memiliki ukuran tubuh selebar 1,0–1,2 μm dan panjang 3,0–5,0 μm . Bakteri ini bergerak melalui flagela peritrik yang jumlahnya tidak banyak. Flagela tersebut mengikat sel serangga dan penting dalam virulensi. Spora bakteri ini berbentuk elipsoid tetapi sebagian besar berbentuk silinder dan terletak di daerah sentral atau para sentral saat berada di dalam sel induk. Spesies ini tumbuh dalam kondisi aerobik non-ketat dengan kisaran suhu pertumbuhan antara 10–5 $^{\circ}\text{C}$ dan 40–45 $^{\circ}\text{C}$ (Rabinovitch dkk., 2017).

Koloni *Bacillus thuringiensis* biasanya berwarna putih kekuningan hingga krem dengan tepi yang tidak beraturan. Bakteri ini menghasilkan kristal parasporal dengan berbagai bentuk, termasuk bipiramidal, piramidal, kuboid, amorf, dan bulat.

Ukuran kristal dan spora menunjukkan distribusi normal, dengan variasi yang dapat terjadi bahkan dalam serovar yang sama (Mukhija dan Khanna, 2018).

2.1.13 Potensi Bakteri *Bacillus thuringiensis* sebagai Bioinsektisida

Bakteri *Bacillus thuringiensis* digunakan sebagai bioinsektisida potensial untuk mengendalikan hama dalam bidang pertanian karena berbagai protein insektisidanya. Toksin insektisida yang dihasilkan dari Bakteri ini menjadikannya organisme baru dengan potensi besar untuk pengembangan pertanian. Kemajuan teknologi saat ini membuat kandungan genetiknya kini dapat direkayasa untuk pengembangan tanaman transgenik yang tahan terhadap hama dan serangga, namun tanpa efek berbahaya bagi manusia, lingkungan dan organisme yang menguntungkan (Kumar dkk., 2021).

Ketika *Bacillus thuringiensis* disemprotkan pada tanaman, bakteri ini menghasilkan kristal protein yang disebut deltaendotoksin selama proses sporulasi, yang memiliki sifat insektisida. Protein kristal ini tidak larut dan tetap stabil sebagai protoksin dalam kondisi normal, sehingga terjamin untuk manusia dan hewan bertulang belakang. Kristal ini berbaur pada pH 9,5 yang merupakan kondisi pada usus hama. Bakteri *Bacillus thuringiensis* sangat spesifik sebagai bioinsektisida karena hanya dapat berinteraksi dengan reseptor di usus hama. Ketika larva hama memakan bakteri, protoksin berikatan dengan reseptor di dinding usus, membuka lubang. Kondisi ini mengganggu keseimbangan pH, menyebabkan usus serangga tidak bekerja dengan baik dan pada akhirnya menghentikan aktivitas makannya (Elefianis, 2020).

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu berdaya guna sebagai referensi dalam penelitian yang dilakukan. Hasil penelitian terdahulu berisikan temuan studi sebelumnya oleh penelitian lain terkait topik yang diambil. Referensi hasil penelitian sebelumnya dijadikan dasar untuk memberi paparan yang lebih jelas dalam kerangka pikir.

Tabel 1. Hasil Penelitian Terdahulu

No	Judul	Variabel	Parameter	Hasil
1.	Uji Efektivitas Beberapa Konsentrasi Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> dalam Mengendalikan Hama	Dosis bioinsektisida B-TOX dengan konsentrasi	Mortalitas hama ulat, Waktu kematian ulat,	Bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> berpengaruh tidak signifikan terhadap mortalitas hama ulat

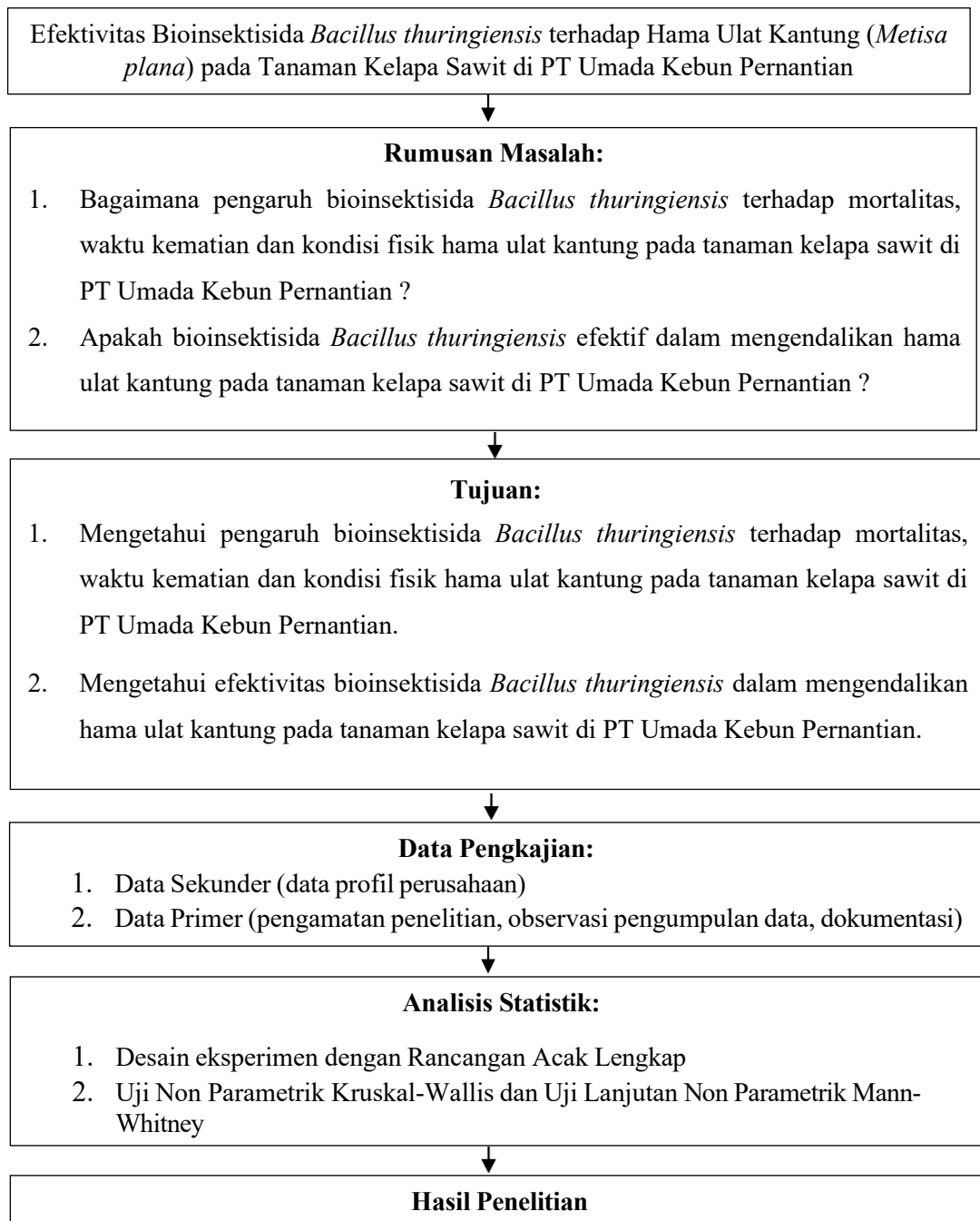
Lanjutan Tabel 1.

<p>Ulat Kantung (<i>Metisa plana</i>) pada Tanaman Kelapa Sawit (Rahmawati dan Luqiyarrohman, 2024)</p>	<p>Mortalitas hama ulat, Waktu kematian ulat, Jumlah ulat hidup setelah aplikasi dan Gejala infeksi pada ulat</p>	<p>kantung pada tanaman kelapa sawit</p>	
<p><i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Product to Control Metisa plana</i> <i>Bagworm in Oil Palm Plantation</i> (Pradana dkk., 2022)</p>	<p>Konsentrasi <i>Bacillus thuringiensis</i> dan insektisida dengan bahan aktif klorantranilip-rol</p>	<p>Mortalitas ulat, Waktu kematian setelah aplikasi, Jumlah yang masih hidup setelah perlakuan dan Perbandingan efektivitas Bt dengan kimia</p>	<p><i>Bacillus thuringiensis</i> menyebabkan kematian 96-99% dalam 7 hari. Dosis yang paling efektif adalah 0,625-1,25 ml/ha</p>
<p>3. <i>Insecticidal Activity of Bacillus thuringiensis Strains on the Nettle Caterpillar, Euporsterna (Lepidoptera: Lima codidae)</i> (Plata-Rueda, 2020)</p>	<p>Konsentrasi dan jenis <i>strain Bacillus thuringiensis</i></p>	<p>Mortalitas, Waktu kematian, Efek anti-feeding dan Mortalitas di kondisi semi terkontrol</p>	<p>Efek bioinsektisida <i>Bacillus thuringiensis</i> terhadap ulat <i>E. Elaesa</i> mengurangi kelangsungan hidup serta memiliki efek anti makan pada hama</p>
<p>4. Efektifitas Penggunaan <i>Bacillus Thuringiensis</i> dan <i>Lamda Sihalotrin</i> pada Ulat Api (Candra dkk., 2018)</p>	<p>Jenis insektisida berbahan aktif <i>Lamda sihalotrin</i> dan <i>Bacillus thuringiensis</i> dengan konsentrasi berbeda</p>	<p>Mortalitas dan Kecepatan Kematian Ulat</p>	<p>Insektisida berbahan aktif <i>Lamda sihalotrin</i> dan <i>Bacillus thuringiensis</i> sama-sama bisa membunuh larva <i>S. Nitens</i>, namun <i>Lamda-sihalotrin</i> mempunyai kecepatan kematian larva yang lebih cepat</p>

Lanjutan Tabel 1.

5.	Efektivitas Tuba Bioinsektisida Kantung Kelapa (Soesatrijo, 2018)	Akar (<i>Derris elliptica</i>) sebagai Ulat (<i>Metisa plana</i>) di Perkebunan Sawit	Konsentrasi ekstrak akar tuba yang berbeda	Toksisitas akar tuba, Mortalitas dan Waktu Kematian	Ekstrak akar tuba dapat digunakan sebagai bioinsektisida pengendali ulat kantung dengan dosis perlakuan yang paling efektif adalah 15 gr/100 ml aquades
6.	Potensi Daun Larvasida Kantung (<i>Potential of Clitoria ternatea Seeds and Leaves as Larvasides of The Bagworm Metisa plana</i>) (Nurliana dkk., 2023)	Biji dan Daun (<i>Clitoria ternatea</i>) sebagai Ulat (<i>Metisa plana</i>)	Biji dan Daun <i>Clitoria ternatea</i> serta Konsentrasi yang berbeda	Mortalitas	Pemberian ekstrak biji dan daun <i>Clitoria ternatea</i> dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata. Kombinasi terbaik adalah konsentrasi 4% dan ekstrak biji dengan mortalitas sebesar 67,11%, kendati aplikasi bahan aktif aseptat menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mengurangi mortalitas

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 2. Kerangka Pikir

2.4 Hipotesis

Identifikasi masalah yang telah disampaikan serta data pendukung dan hasil observasi awal di lokasi, menjadi dasar dalam penyusunan hipotesis sebagai bentuk kesimpulan sementara. Hipotesis pada pengkajian ini adalah:

1. Diduga terdapat pengaruh *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas, waktu kematian dan kondisi fisik hama ulat kantung dalam mengendalikan hama ulat kantung pada tanaman kelapa sawit di PT Umada Kebun Pernantian.
2. Diduga bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* efektif dalam mengendalikan hama ulat kantung pada tanaman kelapa sawit di PT Umada Kebun Pernantian.