

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Efektivitas

Efektivitas berasal dari kata "efektif." Menurut KBBI, "efektif" berarti memiliki efek, pengaruh, atau dapat menghasilkan sesuatu. Efektivitas merujuk pada tingkat keaktifan, kegunaan, dan kesesuaian dalam pelaksanaan tugas untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Secara umum, efektivitas mengukur tingkat pencapaian hasil dan sering dikaitkan dengan efisiensi, meskipun keduanya memiliki perbedaan. Efektivitas lebih fokus pada hasil yang dicapai, sedangkan efisiensi lebih menekankan bagaimana cara mencapai hasil tersebut dengan mempertimbangkan perbandingan antara input dan output. Efektivitas mengacu pada penggunaan sumber daya, sarana, dan prasarana yang telah ditentukan secara sadar untuk menghasilkan barang atau jasa dari suatu kegiatan. Efektivitas menggambarkan keberhasilan dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Semakin dekat hasil kegiatan dengan sasaran yang diinginkan, semakin tinggi tingkat efektivitas yang dicapai (Ardhana, 2021).

Menilai efektivitas suatu pekerjaan tidaklah mudah, karena efektivitas dapat dilihat dari berbagai perspektif dan bergantung pada siapa yang melakukan penilaian. Jika dilihat dari segi produktivitas, maka manajer produksi akan memberikan pandangan apakah produksi tersebut efektif atau tidak. Effendy (2010) menyatakan bahwa efektivitas adalah proses komunikasi yang berhasil mencapai tujuan yang direncanakan dengan menggunakan biaya, waktu, dan jumlah personil yang telah ditetapkan. Dengan demikian, efektivitas dapat diartikan sebagai indikator pencapaian sasaran atau tujuan yang telah ditentukan sebelumnya, di mana pengukuran efektivitas menunjukkan sejauh mana target telah tercapai sesuai dengan rencana yang dibuat.

Pengukuran suatu efektivitas dapat dilakukan dengan melihat hasil kerja yang telah dicapai oleh suatu pekerja (Pratiwi, *et al.*, 2021). Apabila suatu pekerja dapat menyelesaikan pekerjaan dan berhasil mencapai tujuan, maka seorang pekerja tersebut dapat dikatakan telah berjalan dengan efektif. Berdasarkan paparan diatas dapat disimpulkan bahwa efektivitas adalah suatu keadaan yang terjadi sebagai akibat asal apa yang dikehendaki.

2.1.2 Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah pohon yang dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 24 meter. Akar serabutnya berkembang ke bawah dan ke samping, dan beberapa akar napas berkembang ke samping atas untuk mendapatkan lebih banyak oksigen. Daun tersusun majemuk menyirip dengan pelepah sedikit lebih muda dan warna hijau tua adalah ciri khas palma lainnya. Durinya lebih halus dan tajam daripada duri tanaman salak. Hingga umur dua belas tahun, batangnya ditutupi oleh pelepah yang mengering. Setelah dua belas tahun (12 tahun), pelepah yang mengering akan rontok, membuat batangnya tampak seperti kelapa (Sulardi, 2022). Berdasarkan metoda klasifikasi menurut Carolus Linnaeus, klasifikasi tanaman kelapa sawit:

Divisi : *Embryophita Siphonagama*

Kelas : *Angiospermae*

Ordo : *Monocotyledonae*

Famili : *Aracaceae*

Subfamili : *Cocoideae*

Genus : *Elaeis*

Species : *Elaeis guineensis* Jacq.

Tanaman kelapa sawit bersifat *monoecious* atau berumah satu, yang berarti bunga jantan dan betina terdapat pada satu pohon. Hal ini memungkinkan terjadinya penyerbukan sendiri maupun penyerbukan silang. Morfologi kelapa sawit terdiri :

1. Akar (*Radix*)

Akar tanaman kelapa sawit tidak memiliki ruas, ujungnya runcing, dan berwarna putih atau kekuningan. Fungsinya adalah untuk menyerap unsur hara dari tanah, sehingga mampu menopang tegaknya tanaman hingga ketinggian puluhan meter. Sebagai tanaman *monocotyledon* sistem perakaran tanaman kelapa sawit :

- a. Akar primer, yang merupakan akar yang keluar dari bagian bawah batang (bulb) dan tumbuh secara vertikal dan mendatar.
- b. Akar sekunder, yang merupakan akar yang tumbuh dari akar primer dan tumbuh secara mendatar atau kebawah.
- c. Akar tersier, yang merupakan akar yang tumbuh dari akar sekunder dan tumbuh secara mendatar, panjangnya 15 cm dan diameternya 0,5–1,5 mm.
- d. Akar kuartier: akar cabang dari akar tersier dengan panjang rata-rata 3 cm dan diameter 0,2 hingga 2,5 meter.

Salah satu akar yang paling dekat dengan permukaan tanah adalah akar tersier dan kuarter. Tudung akar mereka dilindungi oleh bulu-bulu halus, yang bertugas menyerap air, udara, dan zat hara dari dalam tanah. Sistem perakaran tanaman kelapa sawit secara keseluruhan terletak di kedalaman 1,5 m dengan jumlah perakaran terbanyak di kedalaman 15-30 cm. Sementara di kedalaman perkembangan akar sangat sedikit, meskipun demikian sistem perakar tanaman kelapa sawit sangat rapat dan lebat sehingga pohon mampu kokoh dan kuat meskipun telah mencapai ketinggian puluhan meter, namun akan berbeda jika tumbuh ditanah dangkal seperti lahan gambut (Sulardi, 2021).

2. Batang (*Caulis*)

Kelapa sawit adalah tanaman monokotil yang memiliki batang tanpa kambium dan umumnya tidak bercabang. Pada awal pertumbuhannya setelah fase bibit, batangnya melebar tanpa pemanjangan ruas batang (*internodia*). Batang kelapa sawit tumbuh sekitar 45 cm per tahun, dengan tinggi mencapai 15-18 meter di perkebunan, sedangkan di habitat aslinya dapat tumbuh hingga 30 meter. Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Batang kelapa sawit kaya akan serat dan jaringan pembuluh yang berfungsi mendukung pohon serta mengangkut nutrisi. Titik tumbuh batang berada di pucuk, tersembunyi di antara tajuk daun, dan berbentuk seperti kubis, yang rasanya lezat untuk dimakan. Selain itu, batang kelapa sawit memiliki pangkal pelepah daun yang kuat dan sulit lepas meskipun daunnya sudah mengering. Bagian bawah batang yang lebih besar dikenal sebagai bonggol. Pada tanaman yang lebih tua, pangkal pelepah yang masih menempel akan mengelupas, sehingga batang kelapa sawit tampak hitam dan beruas, mirip dengan batang kelapa biasa (Adi, 2021).

3. Daun (*folium*)

Daun kelapa sawit memiliki kemiripan dengan daun kelapa, yaitu tersusun dalam bentuk daun majemuk, dengan sirip genap dan tulang yang sejajar. Panjang pelepah daun kelapa sawit bisa mencapai 7,5 hingga 9 meter. Setiap helai daun terdiri dari sekitar 250 hingga 400 anak daun. Daun muda berwarna kuning pucat. Daun kelapa sawit terdiri dari beberapa bagian, yaitu kumpulan anak daun, rachis, tangkai daun, dan seludang daun. Kumpulan anak daun memiliki helaian dan tulang anak daun, di mana rachis berfungsi sebagai tempat melekatnya anak daun. Tangkai

daun menghubungkan daun dengan batang, sedangkan seludang daun berfungsi melindungi kuncup dan memberikan kekuatan pada batang.

Setiap pelepah daun memiliki dua baris duri yang sangat keras dan tajam di pangkalnya. Setiap pelepah daun terdiri dari 100–160 pasang helaian anak daun dengan panjang maksimal 1,2 meter. Setiap helaian anak daun memiliki lidi yang berfungsi sebagai tulang daun di tengahnya. Adapun jumlah pelepah daun yang perlu dipertahankan dalam satu batang tanaman untuk menjaga agar pertumbuhan dan produktivitas tanaman tetap optimal adalah berkisar antara 30 hingga 50 pelepah (Suriana, 2019).

4. Bunga (*flos*)

Bunga kelapa sawit termasuk berumah satu, yang berarti bunga jantan dan betina terdapat pada satu pohon. Meskipun bunga jantan dan betina berada pada tandan yang terpisah, kadang-kadang bunga betina juga mendukung bunga jantan. Tandan bunga mulai tumbuh pada umur 12 hingga 14 bulan.

a. Bunga jantan

Bunga tandan jantan pada kelapa sawit memiliki 100-250 cabang (*spikelet*) dengan panjang antara 10–20 cm dan diameter 1–1,5 cm. Setiap cabang mengandung sekitar 500–1.500 bunga kecil yang menghasilkan serbuk sari. Bunga jantan berbentuk lonjong memanjang dengan kelopak yang agak meruncing dan diameter yang lebih kecil. Pada tanaman kelapa sawit muda, bunga jantan lebih sedikit, hanya menghasilkan sekitar 4 hingga 6 tandan per tahun, sementara pada tanaman dewasa dapat menghasilkan 7 hingga 10 tandan per tahun.

b. Bunga Betina

Bunga betina berbentuk agak bulat dengan ujung kelopak yang cenderung rata serta memiliki garis tengah yang lebih besar. Bunga betina ini terletak dalam tandan bunga yang muncul di ketiak daun. Setiap tandan bunga memiliki 100 hingga 200 cabang (*spikelet*), dan pada setiap cabangnya terdapat 15 hingga 20 bunga betina. Tingkat perkembangan bunga betina dapat dilihat dari perubahan warnanya. Dimana hari pertama putih, hari kedua kuning daging, hari ketiga warnanya agak kemerahan (*jingga*), dan pada hari keempat menjadi merah kehitaman serta mengeluarkan bau harum dan lendir yang menarik serangga penyerbuk (Adi, 2021).

5. Buah (*Fructus*)

Secara umum, tanaman kelapa sawit yang tumbuh dengan optimal akan mulai berbuah dan siap dipanen pertama kali pada usia tiga hingga lima tahun sejak biji kecambah ditanam di pembibitan. Namun, jika dihitung dari waktu penanaman, tanaman ini siap untuk dipanen setelah dua setengah tahun. Buah kelapa sawit termasuk buah “buah batu” yang memiliki susuan :

- a. Kulit buah
- b. Daging buah
- c. Cangkang
- d. Inti

Biji kelapa sawit terdiri dari cangkang dan inti. Di dalam biji tersebut terdapat embrio dengan panjang 3 mm dan diameter 1,2 mm yang berbentuk silinder. Buah kelapa sawit muda berwarna ungu, tergantung pada varietasnya, dan kemudian akan berubah menjadi kuning. Tanda buah siap panen ditandai dengan jatuhnya beberapa buah. Kelapa sawit menghasilkan 20 – 22 tandan/tahun dan yang tua akan turun menjadi 12 – 14 tandan/buah. panjang buah kelapa sawit 2 – 5 cm dan beratnya 20 – 30 gram/buah (Sulardi, 2022).

2.1.3 Rayap

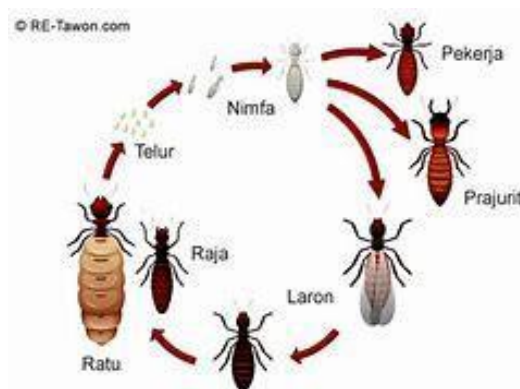
Rayap merupakan serangga sosial dari ordo Isoptera yang dikenal sebagai hama yang merugikan bagi manusia. Rayap memakan kayu dari perabotan atau struktur bangunan, yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar. Salah satu jenis rayap tanah di Indonesia berasal dari famili *Rhinotermitidae*. Rayap jenis ini membangun sarangnya di tanah, terutama di dekat bahan organik yang kaya akan selulosa seperti kayu, serasah, dan humus. Mereka sangat agresif dan mampu menyerang objek yang berada hingga 200 meter dari sarangnya. Klasifikasi rayap (*Coptotermes curvignathus*) adalah sebagai berikut (Astuti, 2013):

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Phyllum	: <i>Arthropoda</i>
Class	: <i>Insecta</i>
Ordo	: <i>Isoptera</i>
Family	: <i>Rhinotermitidae</i>
Genus	: <i>Coptotermes</i>
Spesies	: <i>Coptotermes curvignathus</i>

Rayap yang ada di daerah tropis dapat menghasilkan sekitar 36.000 telur per hari jika koloninya berusia sekitar 5 tahun. Telur-telur rayap bisa berbentuk butiran longgar atau tergabung dalam kelompok yang terdiri dari 16-24 telur yang saling menempel. Bentuk telur ini silindris dengan panjang antara 1-1,5 mm.

Telur rayap akan menetas setelah 8-11 hari. Setelah mengalami delapan perubahan kulit, nymfa muda akan berkembang menjadi pekerja, prajurit, atau calon laron. Kepala laron berwarna kuning, dengan pronotum, labrum, dan antena berwarna kuning pucat. Antena bulat dengan panjang sedikit lebih besar dari lebarnya, dan terdiri dari lima belas segmen. Mandibel memiliki ujung melengkung dan batas yang rata di sisi kanan. Panjang kepala beserta mandibel berkisar antara 2,46 hingga 2,66 mm, sedangkan panjang mandibel tanpa kepala adalah 1,40 hingga 1,44 mm.

Lebar pronotum mencapai 1,00 hingga 1,03 mm dengan panjang 0,56 mm. Panjang badan laron mencapai 5,5-6 mm, dan bagian abdomen ditutupi oleh rambut yang mirip dengan duri (Astuti, 2013). Menurut Subekti, *et al* (2008) dalam Pawana, (2017) beberapa faktor lingkungan telah diidentifikasi dalam literatur terkait rayap tanah, di antaranya adalah kebutuhan akan kelembaban tinggi dengan rentang kelembaban relatif (RH) optimum 75-90%, suhu antara 15–38°C, serta curah hujan yang tinggi (3000-4000 mm per tahun). Ketiga faktor ini sangat mempengaruhi perkembangan laron (kasta reproduksi) saat mereka keluar dari sarang.



Gambar 1. Metamorfosis Rayap
Sumber: Internet (2023)

Rayap mengalami metamorfosis gradual atau metamorfosis ini disebut tidak sempurna karena keturunan dari perkawinan sudah menyerupai induknya. Setelah bertelur, rayap betina akan menghasilkan larva yang kemudian berkembang

menjadi nimfa atau rayap muda. Pada tahap nimfa, rayap dapat berubah menjadi salah satu dari tiga kasta: pekerja, tentara, atau reproduktif. Selain ketiga kasta ini, terdapat juga kasta sekunder yang memiliki fungsi serupa dengan kasta reproduktif, namun tanpa sayap (Pawana, 2017). Metamorfosis rayap terbagi 3 yaitu sebagai berikut:

1. Metamorfosis Rayap Tahap Telur

Telur adalah tahap awal dalam proses metamorfosis tidak sempurna pada rayap. Telur ini dihasilkan dari perkawinan antara rayap jantan dan betina. Setelah pembuahan, rayap betina akan menghasilkan banyak telur dan meletakkannya pada waktu yang tepat. Betina bisa meletakkan telur secara individu atau dalam kelompok. Telur yang diletakkan dilapisi oleh lapisan yang disebut ooteka. Saat periode bertelur tiba, betina dapat menghasilkan 5-16 telur berbentuk silindris dengan ujung membulat dan berwarna putih. Panjang telur berkisar antara 1 hingga 1,5 mm, dan telur ini akan menetas dalam waktu 8-11 hari sebelum memasuki tahap nimfa (Rahmadani, 2016).

2. Metamorfosis Rayap Tahap Nimfa

Setelah menetas, telur rayap akan berkembang menjadi nimfa. Karena melalui metamorfosis tidak sempurna, nimfa rayap memiliki bentuk yang menyerupai rayap dewasa, namun ukurannya lebih kecil dan beberapa organ tubuhnya belum sepenuhnya tumbuh dan berfungsi dengan optimal. Seperti serangga lainnya yang mengalami metamorfosis tidak sempurna, nimfa rayap juga mengalami beberapa kali pergantian kulit. Jumlah pergantian kulit ini bervariasi tergantung spesiesnya, namun umumnya nimfa rayap melewati sekitar 10-18 kali pergantian kulit pada tahap ini (Kementan Ditjenbun, 2021 dan Rahmadani, 2016)

3. Metamorfosis Rayap Tahap Imago (Rayap Dewasa)

Setelah melalui fase telur dan menjalani beberapa kali pergantian kulit saat masih menjadi nimfa, rayap kemudian mencapai tahap imago atau dewasa. Pada tahap ini, rayap dewasa memiliki tubuh dan organ yang telah berkembang sempurna, sehingga mampu melakukan perkawinan, bereproduksi, atau menjalankan peran sesuai dengan kastanya dalam koloni. Kasta pada rayap terbagi menjadi tiga kasta dan pembagian tugas dari masing-masing kasta dalam koloni rayap sendiri adalah sebagai berikut:

a. Kasta Pekerja

Dari telur hingga menjadi kasta pekerja membutuhkan waktu 6-7 bulan. Kasta ini memiliki tugas sesuai namanya, yaitu bekerja untuk merawat koloni. Kasta ini bertugas memberi makan, merawat larva yang baru lahir, serta memperbaiki kerusakan pada sarang atau tempat tinggal.

Rayap pekerja dapat diibaratkan sebagai pengasuh atau pembantu di dalam koloni. Kasta ini tidak memiliki sayap dan juga mampu merusak struktur kayu dengan mencerna selulosa yang terkandung di dalamnya. Hasil dari pencernaan tersebut dimuntahkan dan diberikan sebagai makanan untuk induk, larva, dan rayap tentara. Rayap Formosa dikenal sebagai spesies paling merusak karena membentuk koloni yang sangat besar. Diketahui bahwa kasta ini memiliki tubuh yang pucat dengan sedikit kutikula dan penampilan yang mirip dengan nimfa. Sekitar 80-90% dari populasi dalam koloni terdiri dari kasta pekerja. Peran utama mereka adalah mencari makanan, memberi makan ratu rayap, membangun sarang, memindahkan makanan ketika sarang terancam, serta melindungi dan merawat ratu. Umur kasta pekerja yaitu 19-24 bulan (Kementan Ditjenbun, 2021 dan Ramadhani, 2016).

b. Kasta Tentara

Kasta ini bertugas sebagai *security* atau penjaga keamanan koloni. Kerja utama kasta ini adalah melindungi koloni dari ancaman predator atau gangguan lainnya. Seperti kasta pekerja, kasta tentara juga tidak memiliki sayap. Namun, rayap kasta tentara memiliki spesialisasi anatomi dan perilaku yang dirancang untuk melawan serangan musuh utama mereka, yaitu semut. Mereka memiliki mata, dan usia hidup kasta tentara ini paling lama hanya sekitar dua tahun. Kasta tentara mempunyai tubuh atau kulit yang kecoklatan, dan kasta tentara ini memiliki cairan lengket atau cairan kimia untuk melakukan pertahanan diri.

c. Kasta Reproduksi

Kasta, yang di Indonesia lebih dikenal sebagai laron, sering kali diolah menjadi makanan unik seperti peyek laron di berbagai daerah ketika mereka muncul dalam gerombolan. Laron adalah jenis rayap yang memiliki organ reproduksi. Adanya sayap tipis di bagian tubuhnya biasanya di belakang bawah tubuh ketika tidak digunakan adalah ciri khas kasta ini. Biasanya, laron muncul pada waktu atau lingkungan tertentu, terutama selama musim penghujan. Untuk menarik rayap jantan untuk kawin, betina mengeluarkan zat *feromon* selama masa kawin.

Ketika telah menemukan pasangannya, rayap akan melepaskan sayapnya dan mencari tempat untuk berkembang biak. Serta jika tidak menemukan pasangannya rayap akan mati. Rayap yang menemukan pasangan, pejantan akan menjadi raja di dalam koloni tersebut dan betinanya menjadi ratu. Kasta reproduktif ini memiliki ukuran tubuh yang lebih besar jika dibandingkan dengan rayap pada kasta yang lain, biasanya berukuran 5-9 cm, kasta reproduktif ini memiliki sayap yang sangat rapuh dan akan rontok jika sudah membuat koloni baru. Ketika sudah memulai koloni baru maka laron atau kasta reproduktif ini akan menjadi ratu rayap. (Rahmadani, 2016 dan Pawana, 2017). Ratu rayap dapat bertahan hingga 50 tahun dalam kondisi ideal, hal ini secara tidak langsung tergantung dengan ketersediaan makanan dan lingkungan (Khoirul, 2020).

4. Gejala Serangan Rayap

Pada tanaman kelapa sawit muda yaitu, penumpukan tanah dari pangkal pelepah hingga pucuk tanaman merupakan gejala serangan rayap. Di dalam lapisan tanah ini, rayap prajurit sering memasuki batang tanaman, yang dapat mencapai titik tumbuh dan akhirnya menyebabkan kematian tanaman.

Gejala serangan *Coptotermes curvignathus* pada tanaman kelapa sawit menghasilkan, serangan rayap ditandai dengan adanya lapisan tanah yang menutupi bagian luar tanaman, mulai dari pangkal batang hingga ke tandan buah. Lubang besar dan sarang kembara *Coptotermes curvignathus*, bercampur dengan kotoran dan dikelilingi tanah liat, menunjukkan gejala serangan di bagian dalam batang. Sarang kembara ini hanya dihuni oleh rayap dari kasta prajurit, pekerja, dan nimfa, sarang utama dihuni oleh raja, ratu, dan telur. Sarang utama berada di dalam kayu mati yang berada di bawah atau di atas permukaan tanah (Kementan Ditjenbun, 2021).

2.1.4 Insektisida

Insektisida adalah jenis pestisida yang digunakan untuk membunuh hama serangga yang sering mengganggu tanaman, seperti wereng, belalang, ulat, rayap, keper, kupu-kupu, ngengat, dan lainnya. Istilah Latin "insektisida" berasal dari kata Latin *insecta*, yang berarti serangga, dan *cida*, yang berarti pembunuh. Dengan demikian, insektisida secara umum dapat didefinisikan sebagai racun yang membunuh serangga. Cara kerja insektisida melibatkan beberapa aspek penting dalam proses membunuh serangga. Secara umum, insektisida dikembangkan

melalui penelitian untuk memastikan efektivitasnya. Racun dalam insektisida dapat membunuh serangga baik secara langsung maupun tidak langsung. Racun mempengaruhi serangga secara tidak langsung dengan mengkontaminasi tanaman, menyebabkan keracunan pada serangga yang memakan atau bersentuhan dengan tanaman. Sementara itu, racun yang bekerja secara langsung dapat berupa racun kontak, yang membunuh serangga saat bersentuhan dengan racun, atau racun lambung, yang membunuh serangga setelah dikonsumsi. Dan cara kerja dari racun tersebut yaitu dengan masuk ke dalam pencernaan makanan melalui bagian tanaman yang dimakan.

Jenis-jenis insektisida dapat diklasifikasikan ke dalam tiga golongan utama, yaitu berdasarkan cara kerja pada tumbuhan, cara kerja meracuni hama, dan senyawa penyusun insektisida. Insektisida dapat dibagi menjadi dua kategori: insektisida sistemik dan insektisida non-sistemik, berdasarkan bagaimana bertindak pada tumbuhan atau makanan serangga, dan bagaimana mereka meracuni hama.

1. Berdasarkan cara kerja dalam meracuni serangga secara langsung, insektisida dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu racun lambung (yang bekerja melalui saluran pencernaan serangga), racun kontak (yang membunuh serangga saat bersentuhan langsung), dan racun pernapasan (yang mempengaruhi sistem pernapasan serangga).
2. Insektisida dibagi menjadi dua jenis utama berdasarkan struktur kimia senyawa penyusunnya: insektisida anorganik dan insektisida organik. Insektisida organik termasuk dalam dua subkategori: insektisida alami, yang terdiri dari senyawa tanaman seperti nikotin dari daun tembakau, piretrum dari bunga piretrum, dan rotenon dari akar tuba; serta insektisida sintesis, yang terdiri dari senyawa tanaman seperti organoklorin, organofosfat, karbamat, piretroid, dan lainnya.

2.1.5 Insektisida dengan Bahan Aktif *Fipronil*

Insektisida bahan aktif *fipronil* adalah pestisida yang bekerja secara sistemik, kontak, dan lambung. Memiliki unsur kimia molekuler $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$. Insektisida ini berbentuk pekatan berwarna putih yang dapat disuspensikan ke dalam air. Insektisida ini juga dilengkapi dengan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang jarang dimiliki oleh insektisida yang sejenisnya. Insektisida ini berbasis air jadi jika dicampur air tidak membentuk emulsi melainkan berbentuk suspensi. Cara kerja insektisida dalam biologi serangga, istilah *mode of action* dan *mode of entry* (cara

masuk) mengacu pada cara insektisida mempengaruhi titik tangkap (target site), yang biasanya terdiri dari enzim atau protein. Beberapa insektisida dapat berdampak pada lebih dari satu tempat tangkap. Dalam pengendalian vektor, cara kerja insektisida dibagi menjadi lima kelompok utama, yaitu:

1. Mempengaruhi sistem saraf,
2. Menghambat produksi energi,
3. Mempengaruhi sistem endokrin,
4. Menghambat produksi kutikula, dan
5. Menghambat keseimbangan air.

Pengetahuan tentang cara kerja insektisida sangat penting bagi para pengendali vektor. Dengan pemahaman ini, mereka dapat memilih dan merotasi insektisida dengan lebih tepat untuk mencapai hasil yang optimal serta mengelola resistensi dengan lebih efektif. Insektisida yang mengandung *fipronil*, sebuah bahan aktif dari kelompok kimia *phenilpyrazol*, berbeda dengan insektisida lain di pasar yang termasuk dalam keluarga senyawa *piretroid sintetik*, *organofosfat*, *neonikotinoid*, dan *karbamat*. *Fipronil* memiliki mekanisme kerja yang unik, yakni bersifat kontak dan sistemik. Bekerja dengan cara memblokir jalur ion klorida yang mengantarkan asam gama-amino-butirik (GABA) ke sistem saraf pusat serangga. Akibatnya, baik rayap maupun ratunya mati, dan meskipun ada koloni baru yang muncul, koloni tersebut akan mati seperti koloni sebelumnya karena efek racunnya yang bertahan lama (Asaad, 2010 dalam Anggriawan, *et al.*, 2019).

Hal ini karena bahan aktif *Fipronil* adalah insektisida yang berfungsi sebagai racun kontak dan racun lambung. Sebagai racun kontak, insektisida ini masuk ke dalam tubuh serangga melalui kulit atau kutikula, kemudian menyebar ke bagian tubuh serangga tempat insektisida ini aktif, seperti sistem saraf. Rayap akan mati jika bersentuhan langsung dengan insektisida tersebut (Djojoseumarto, 2008 dalam Anggriawan, *et al.*, 2019). Bahan aktif *fipronil* memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya sangat efektif dalam mengendalikan berbagai jenis hama. Beberapa kelebihan tersebut antara lain (Yusif Utomo, 2021 dan Petrosida Gersik Oficial, 2015):

1. Spektrum luas: *fipronil* termasuk dalam keluarga kimia *fenilpirazol* dan golongan IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*), yang berarti ia memiliki spektrum luas dalam mengendalikan berbagai jenis hama.

2. Mudah terdegradasi: *fipronil* mudah terdegradasi dalam tanah, yang berarti tidak akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang berkepanjangan.
3. Bisa digunakan untuk berbagai jenis tanaman: *fipronil* dapat digunakan untuk mengendalikan hama pada berbagai jenis tanaman, seperti padi, jagung, cabai, dan kelapa sawit.
4. Efektif mengendalikan hama: *fipronil* efektif mengendalikan berbagai jenis hama, seperti hama kutu daun, trips, rayap, penggerek batang, dan wereng coklat.
5. Racun kontak dan lambung: *fipronil* berfungsi sebagai racun kontak dan lambung, yang berarti ia dapat mengendalikan hama yang menyerang tanaman secara langsung dan juga melalui sistem saraf hama.
6. Tidak berbau: *fipronil* tidak berbau, yang berarti ia tidak akan menyebabkan gangguan pada manusia dan lingkungan.
7. Tidak menyebabkan fitotoksik: *fipronil* tidak menimbulkan fitotoksik pada tanaman jika digunakan sesuai petunjuk, yang berarti tidak akan merusak tanaman
8. Mudah larut dalam air: *fipronil* mudah larut dalam air, yang berarti tidak akan menyebabkan masalah pada alat semprot dan dapat digunakan dengan mudah.
9. Insektisida sistemik: *fipronil* berfungsi sebagai insektisida sistemik, yang berarti ia dapat mengendalikan hama yang menyerang tanaman secara internal.
10. Inhibitor untuk *Receptor* GABA: *fipronil* berfungsi sebagai inhibitor untuk reseptor GABA, yang berarti ia dapat mempengaruhi stimulasi sistem saraf hama dan mengganggu aktivitas berlebihan, kemampuan iritasi, dan bergetar dengan kemungkinan kejang-kejang.
11. Mudah terdegradasi dalam tanah: *fipronil* mudah terdegradasi dalam tanah, yang berarti ia tidak akan menyebabkan kerusakan lingkungan jangka panjang.
12. Tidak menyebabkan iritasi: *fipronil* tidak menimbulkan iritasi pada mata dan kulit, serta tidak menimbulkan sensitisasi
13. Kelas bahaya *World Health Organization* (WHO): Kelas II (Berbahaya): *fipronil* termasuk dalam kelas bahaya WHO yang relatif rendah, yang berarti relatif aman digunakan dalam pengaplikasian.

Berdasarkan kelebihan diatas maka bahan insektisida yang berbahan aktif *fipronil* banyak disarankan untuk mengendalikan tanaman kelapa sawit yang

terserang oleh hama rayap tanah dan juga membantu dalam pertumbuhan tanaman karena mengandung zat perangsang tumbuh. Hal inilah yang mendukung penggunaan bahan aktif *fipronil* untuk digunakan untuk mengendalikan tanam kelapa sawit terserang hama rayap tanah.

Dosis *Fipronil* yang digunakan menurut Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan 2021, pada tanaman kelapa sawit menghasilkan yaitu 1-2.5 ml/liter air. Dosis yang digunakan pada penelitian terdahulu oleh Jojon Soesatrijo, 2023 yaitu, 0,5 ml/l, 0,75 ml/l, 1 ml/l, 1,25 ml/l air langsung terhadap hama rayap yang dibawa ke laboratorium. Pada Eka, R.W. 2021 24 ml/l, 12 ml/l, 2 ml/l, Pada Anggriawan, *et,al*, 2019, menggunakan 10 ml/rumah rayap tanah. Pada penelitian Rafli, M. A., *et, al*, 2020, dosis yang digunakan yaitu 60 ml/serangan/rumah rayap dan Pawan, C. 2017 menggunakan 0,05 gram, 0,10 gram, 0,15 gram dan 0,20 gram.

2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

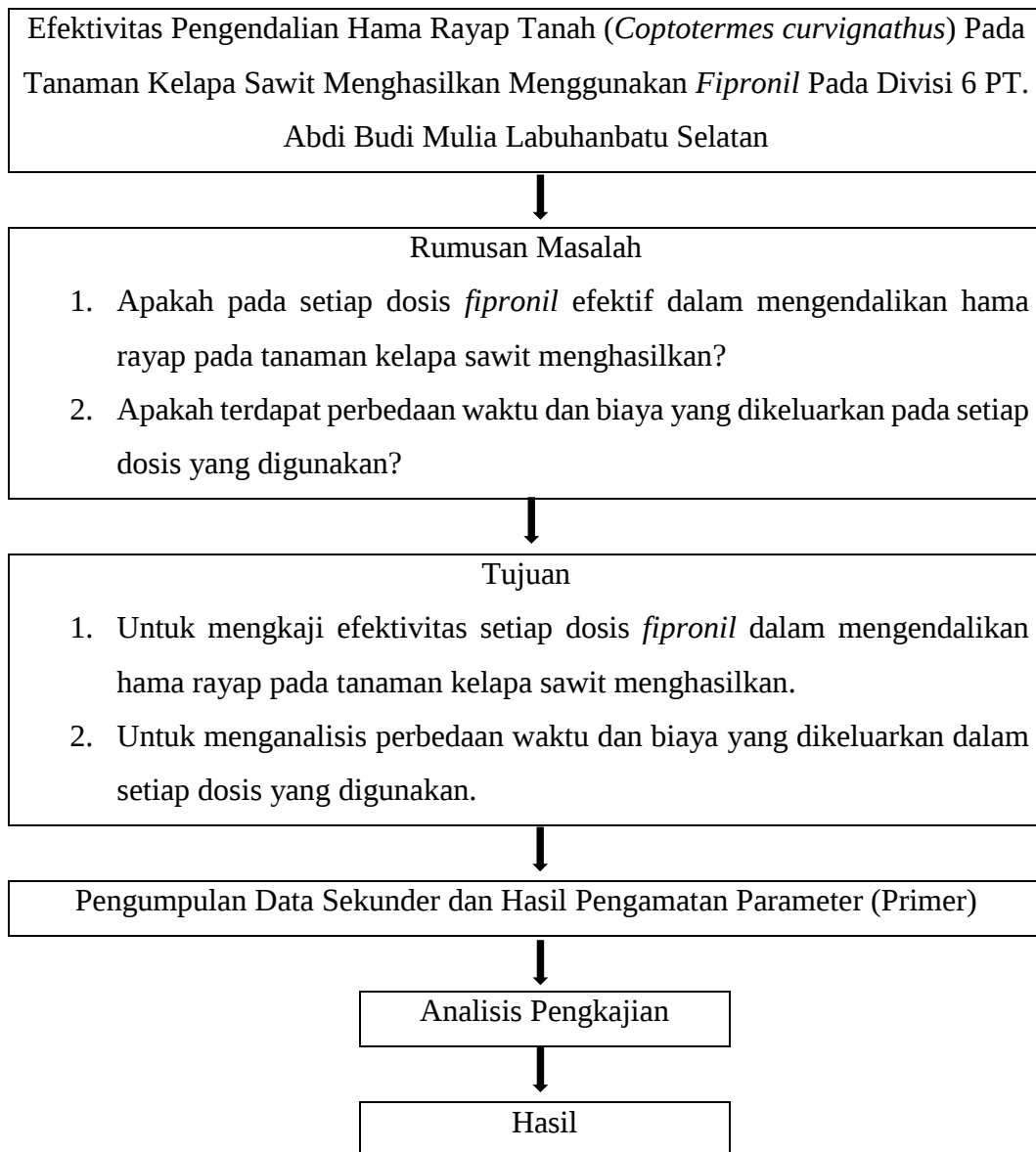
No	Judul	Variabel	Parameter	Hasil
1.	(Eka R. W. 2021,) Uji Termitisida Komersial Terhadap Mortalitas Rayap Tanah <i>Coptotermes gestroi</i>	Termitisida Komersial.	Mortalitas, Kehilangan Berat, Coptotermes gestroi, Fipronil dan Bifenthrin.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa fipronil dan bifenthrin sangat efektif dalam mengendalikan rayap tanah Coptotermes gestroi.
2.	(Anggriawan, <i>et,al</i> , 2019) Uji Efektifitas Insektisida Hayati, Insektisida Kimia Dan Insektisida Botanik Dalam Mengendalikan Hama Rayap Di Perkebunan Kelapa Sawit	Insektisida Hayati, Insektisida Kimia Dan Insektisida Botanik	Mortalitas Kematian Rayap	Pestisida hayati dan botani tidak efektif dalam mengendalikan hama rayap, karena hanya menyebabkan tingkat kematian yang rendah pada koloni rayap. Sebaliknya, pestisida kimia seperti Fipronil dan Klorpirifos memiliki efektivitas yang setara dalam mengendalikan hama rayap.

No	Judul	Variabel	Parameter	Hasil
3.	(Jojon Soesatrijo, 2023) Uji Permethrin Terhadap Hama Rayap (<i>Coptotermes curvignathus</i> Holmgren) Pada Tanaman Kelapa Sawit	Permethrin dan Konsentrasinya	Tingkat mortalitas hama rayap, kecepatan mati rayap, tingkah laku morfologi rayap, dan analisa biaya.	Penggunaan bahan aktif permethrin dengan waktu pencapaian mortalitas yang singkat tercatat pada perlakuan P4 dengan konsentrasi 1,25 ml, menghasilkan tingkat kematian rayap sebesar 1,76% dalam waktu 28 menit. Sementara itu, penggunaan permethrin yang lebih hemat biaya terlihat pada perlakuan P1 dengan konsentrasi 0,5 ml, menghasilkan mortalitas rayap sebesar 0,56%.
4.	(Hutama, et.al, 2015) Pengaruh Beberapa Jenis Termitisida dalam Mengendalikan Rayap (<i>Captotermes curvignathus</i> Holmgren) di Laboratorium	Termisida dan Konsentrasinya	Mortalitas Kematian Rayap	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa minyak tanah paling efektif dalam mengendalikan rayap tanah dengan tingkat mortalitas tertinggi, yaitu 95%, diikuti oleh termisida imidakloprid dengan 85%. Kulit ubi kayu pada konsentrasi 100 g/L memiliki mortalitas 76,67%, sedangkan konsentrasi 75 g/L, 50 g/L, dan 25 g/L kurang efektif dalam mengendalikan rayap tanah, dengan persentase kematian berturut-turut sebesar 60%, 50%, dan 46,67%.
5.	(Pramana, et.al, 2018) Identifikasi Hama Rayap Kelapa Sawit di Desa Simpang Raya Kabupaten Kuantan Singingi	Tingkat serangan hama rayap, jenis rayap yang menyerang (<i>Coptotermes curvignathus</i> dan <i>Macrotermes gilvus</i>)	Tingkat serangan hama rayap, efektivitas pengendalian yang dilakukan, serta dampak dari pengendalian terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit.	Rayap <i>*Coptotermes curvignathus*</i> dan <i>*Macrotermes gilvus*</i> Hagen adalah dua jenis rayap yang menyerang desa Simpang Raya. <i>*Coptotermes curvignathus*</i> biasanya bersarang dan menyerang pucuk tanaman, sedangkan <i>*Macrotermes gilvus*</i> lebih sering menyerang area di sekitar perakaran tanaman.

No	Judul	Variabel	Parameter	Hasil
6.	(Khairunnisa, et,at, 2014) Uji Efektivitas Jamur Metarhizium anisopliae Cps.T.A Isolat Lokal Terhadap Hama Rayap (<i>Coptotermes curvignathus</i>)	M. anisopliae Cps.T.A isolat lokal dan M. anisopliae Cps.T.A isolat lokal dengan penambahan zeolit 10%	Kerapatan spora dan daya kecambah spora dari jamur M. Anisopliae Cps.T.A, serta mortalitas rayap C. Curvignathus setelah perlakuan pemberian jamu	Daya perkecambahan M. anisopliae CPS.T.A dengan tambahan zeolit 10% tercatat sebesar 91,2%, sedangkan tanpa zeolit mencapai 88,1%. Perlakuan dengan M. anisopliae CPS.T.A menghasilkan mortalitas tertinggi, yaitu 100%, diikuti oleh M. anisopliae CPS.T.A dengan zeolit yang mencapai 51%. Pada kelompok kontrol, mortalitas rayap hanya mencapai 16%.
7.	(Rafli, M. A., et, al, 2020) Komparasi Efektivitas Metode Pengendalian Rayap <i>Macrotermes gilvus</i> Di Perkebunan Kelapa Sawit	Metode pengendalian yaitu manual, kimia, dan biologi.	Waktu Pengendalian Dan Perubahan Volume Sarang, Serta Biaya Yang Dibutuhkan	Pengendalian hama rayap secara kimia terbukti paling efektif dalam menghambat pertumbuhan sarang rayap. Namun, pengendalian secara biologis menunjukkan penurunan laju pertumbuhan sarang setelah pengendalian dengan waktu yang relatif lebih cepat (25 menit per sarang) dan biaya yang lebih rendah (Rp. 28.505) dibandingkan dengan metode kimia.
8.	(Anugrah, S.F, 2022) Uji Efektivitas Beberapa Pestisida Nabati Terhadap Hama Rayap (<i>Coptotermes curvignathus H.</i>)	Daun tembakau (<i>Nicotianatobacum L.</i>), buah mengkudu (<i>Morindacitrifolia</i>) dan daun mindi (<i>Melia azedarach L.</i>) terhadap hama rayap (<i>Coptotermes curvignathus H.</i>)	Mortalitas Rayap dan Metode Perlakuan.	Ekstrak pestisida nabati yang diuji menunjukkan efektivitas terhadap mortalitas rayap, dengan ekstrak tembakau menjadi yang paling efektif, mencapai 80,39% pada pengamatan 1 HSA. Metode penyemprotan juga lebih efektif, dengan tingkat mortalitas rayap sebesar 69,69% pada pengamatan 3 HSA. Baik jenis pestisida nabati maupun metode aplikasi memengaruhi mortalitas hama rayap. Tanda-tanda rayap yang mati meliputi penurunan aktivitas makan, gerakan yang melambat, tubuh menjadi kaku, kemudian mati dengan perubahan warna menjadi hitam.

2.3 Kerangka Pikir

Efektivitas *fipronil* dalam mengendalikan tanaman kelapa sawit yang terserang hama rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*) memiliki alur pengkajian dimulai dari rumusan masalah, kemudian tujuan dilanjut dengan pengumpulan data sekunder yang berasal dari kebun itu sendiri dan pengamatan dari parameter penelitian. Kemudian uji statistika dilakukan. Penyusunan kerangka pikir ini bertujuan untuk mempermudah alur penelitian



Gambar 2. Kerangka Pikir Pengendalian Hama Rayap (*Coptotermes curvignathus*)

2.3 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan maka dapat disusun suatu hipotesis sebagai dugaan sementara. Adapun hipotesis adalah sebagai berikut:

1. Diduga setiap dosis *fipronil* efektif dalam mengendalikan hama rayap (*Coptotermes curvignathus*) pada tanaman kelapa sawit menghasilkan.
2. Diduga terdapat perbedaan waktu dan biaya yang dikeluarkan dalam efektivitas setiap dosis.