

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Efektivitas

Menurut KBBI, efektivitas merupakan tingkat keberhasilan atau kemandirian suatu tindakan dalam menghasilkan hasil yang diharapkan, sehingga menunjukkan bahwa suatu usaha mampu memberikan dampak sesuai tujuan yang telah ditetapkan. Secara umum, efektivitas menggambarkan tingkat keberhasilan suatu tindakan atau proses dalam mencapai tujuan secara optimal, sehingga menunjukkan bahwa sesuatu telah dilakukan dengan benar dan menghasilkan output yang diharapkan (Erwinda dan Firdaus, 2025). Jika ditinjau dari asal katanya, efektivitas berasal dari kata "efektif" yang berarti memiliki pengaruh atau memberikan dampak tertentu seperti manjur atau mempan, serta merujuk pada penggunaan metode, cara, atau alat yang mampu membuat suatu kegiatan mencapai hasil secara optimal (Bungkaes, 2013 dalam Putra *et al.*, 2023).

Indikator efektivitas dalam konteks penggunaan desain perangkat yang berbeda dalam pengendalian kumbang tanduk dapat diartikan sebagai tingkat keberhasilan desain perangkat dalam mencapai tujuan pengendalian yang telah ditetapkan secara optimal, yaitu mampu menarik dan menangkap kumbang tanduk, menekan populasi hama, mengurangi peluang terjadinya perkawinan sehingga memutus pembentukan generasi berikutnya, serta memberikan dampak nyata terhadap penurunan intensitas serangan di pertanaman kelapa sawit. Selain itu, efektivitas juga ditinjau dari kemudahan penggunaan dan efisiensi biaya yang digunakan, sehingga desain perangkat yang diterapkan tidak hanya manjur secara teknis, tetapi juga optimal, tepat guna, dan ekonomis sesuai dengan tujuan pengendalian hama yang diharapkan.

2.1.2 Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia yang berperan penting dalam sektor ekonomi nasional. Tanaman ini menghasilkan minyak nabati yang digunakan pada industri pangan, kosmetik, dan energi terbarukan. Armando *et al.* (2025) menjelaskan bahwa tanaman kelapa sawit menempati posisi kedua setelah padi dalam hal perputaran ekonomi karena

berperan sebagai sumber minyak nabati dengan potensi hasil tertinggi per satuan luas dibandingkan tanaman lain, yang dimanfaatkan untuk minyak goreng, keperluan industri, dan bahan bakar.

Menurut Sulardi (2022), secara taksonomi tanaman kelapa sawit dapat dikelompokkan kedalam klasifikasi sebagai berikut:

Divisi : *Embryophita siphonagama*
Kelas : *Angiospermae*
Ordo : *Monocotyledoneae*
Famili : *Aracaceae* (dahulu disebut *Palmae*)
Sub famili : *Cocoideae*
Genus : *Elaeis*
Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

Kelapa sawit mengalami dua fase utama dalam hidupnya, yaitu fase tanaman belum menghasilkan dan fase tanaman sudah menghasilkan. Fase tanaman belum menghasilkan berlangsung sejak penanaman hingga mencapai usia sekitar 2,5–3 tahun (Nora dan Carolina, 2018). Pada fase belum menghasilkan, tanaman dibagi lagi ke dalam beberapa sub fase, yaitu sebagai berikut:

TBM 0 : menunjukkan kondisi lahan telah selesai dibuka, dan bibit kelapa sawit telah ditanam di setiap titik tanam.
TBM 1 : tanaman berusia 0–12 bulan (tahun pertama).
TBM 2 : tanaman berusia 13–24 bulan (tahun kedua).
TBM 3 : tanaman berusia 25–30 atau hingga 36 bulan (tahun ketiga).

Pada fase tanaman sudah menghasilkan, tanaman kelapa sawit dapat berkembang dan menghasilkan tandan buah segar secara maksimal hingga usia 20–25 tahun, setelah itu produksinya menurun sehingga diperlukan peremajaan atau penanaman kembali (Sinaga dan Santi, 2021).

Nora dan Carolina (2018) menjelaskan bahwa tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dapat tumbuh secara optimal pada wilayah antara 15° LU–15° LS dengan ketinggian 0–500 m di atas permukaan laut, yang memiliki curah hujan tahunan 2.000–2.500 mm dengan periode bulan kering tidak lebih dari dua bulan. Curah hujan yang merata sepanjang tahun sangat penting untuk mendukung pembentukan bunga dan buah, sedangkan curah hujan yang terlalu tinggi dapat

menurunkan persentase buah akibat terganggunya penyerbukan, dan curah hujan rendah menghambat pertumbuhan daun, bunga, serta buah. Suhu ideal untuk pertumbuhan kelapa sawit berkisar antara 25-27 °C dengan kelembaban relatif 80–90% dan angin berkecepatan 5–6 km/jam, serta memerlukan penyinaran matahari minimal lima jam per hari, dengan kondisi ideal 5–7 jam/hari dan setidaknya tiga bulan dalam setahun mencapai tujuh jam penyinaran. Tanah yang sesuai untuk budidaya kelapa sawit adalah tanah yang gembur, subur, berdrainase baik, memiliki pH 5,0–5,5, lapisan solum minimal 80 cm, tidak tergenang pada musim hujan, serta tetap mampu memenuhi kebutuhan air tanaman pada musim kemarau, sehingga keseluruhan kondisi iklim dan lahan tersebut sangat menentukan pertumbuhan, kesehatan, dan produktivitas tanaman kelapa sawit.

2.1.3 Morfologi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Secara morfologis, tanaman kelapa sawit memiliki struktur yang terdiri dari beberapa bagian. Setiap bagian tersebut memiliki fungsi fisiologis dan agronomis yang saling berhubungan dalam menunjang pertumbuhan, perkembangan, dan produksi tanaman. Menurut Sulardi (2022), klasifikasi tanaman kelapa sawit dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Akar

Akar kelapa sawit berfungsi menopang batang, menyerap air dan unsur hara, serta membantu respirasi. Sistem perakarannya berupa akar serabut yang terdiri atas akar primer, sekunder, tersier, dan kuarternier dengan diameter berturut-turut 6–10 mm, 2–4 mm, 0,7–1,2 mm, dan 0,2–0,8 mm. Akar kuarternier berperan sebagai akar serap utama. Akar aktif umumnya berada pada kedalaman 5–35 cm. Berdasarkan simulasi perkembangan akar, pemenuhan akar serap pada lapisan permukaan terjadi pada tahun ke-5 dan sempurna pada tahun ke-7, saat tanaman mulai berkompetisi menyerap air dan hara. Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen dan fosfor, dengan kerapatan akar tertinggi terdapat di gawangan tempat penumpukan pelepah yang terdekomposisi.

b. Batang

Batang kelapa sawit berfungsi menopang daun, bunga, dan buah, serta sebagai jalur transportasi air, hara mineral, dan hasil fotosintesis. Selain itu, batang berperan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Pertumbuhan tinggi

batang berkisar 35–75 cm per tahun dengan panjang ruas 14–33 mm. Hingga umur 11–15 tahun, batang tertutup oleh pangkal pelepah daun tua, kemudian pelepah tersebut rontok secara bertahap dari bagian tengah menuju atas dan bawah batang.

c. Daun

Daun merupakan organ utama fotosintesis dan pembentukan minyak serta inti sawit. Titik tumbuh menghasilkan bakal daun setiap dua minggu. Perkembangan daun dari inisiasi hingga dewasa memerlukan waktu sekitar dua tahun, dan daun tetap aktif berfotosintesis hingga dua tahun berikutnya. Umur daun secara keseluruhan mencapai ± 4 tahun, dengan *senescence* terjadi pada daun ke-48 hingga ke-50 pada kerapatan 140–150 tanaman per hektar tanpa penunasan. Susunan daun mengikuti pola spiral genetik dengan sudut $137,5^\circ$ (sudut *Fibonacci*) yang umumnya berputar ke kanan, namun tidak memengaruhi produksi. Produksi daun pada tanaman dewasa berkisar 20–24 helai per tahun, tergantung kondisi lingkungan.

d. Bunga

Kelapa sawit mulai berbunga pada umur 12–14 bulan setelah tanam, dipengaruhi oleh varietas, umur bibit, dan lingkungan. Dari setiap ketiak pelepah muncul tandan bunga jantan atau betina, dan pada tanaman muda sering dijumpai bunga *hermaprodit* atau *andromorfik*. Tandan bunga jantan terdiri atas 100–250 *spikelet* dengan panjang 10–20 cm dan menghasilkan tepung sari sekitar 25–60 gram per tandan. Tandan bunga betina memiliki 100–200 *spikelet* dengan 15–20 bunga per *spikelet*. Meskipun berumah satu, penyerbukan umumnya terjadi secara silang karena waktu anthesis bunga jantan dan betina tidak bersamaan, serta dibantu oleh serangga dan angin.

e. Buah

Buah kelapa sawit berkembang setelah pembuahan dan matang dalam waktu 5–6 bulan. Buah tersusun pada *spikelet* dan dalam satu tandan tanaman dewasa dapat terdapat sekitar 2000 buah. Buah terdiri atas *perikarp* dan biji, dengan *perikarp* yang tersusun dari *eksokarp*, sabut, dan *mesokarp* sebagai sumber utama minyak sawit. Biji dilindungi oleh cangkang dengan ketebalan yang bervariasi sesuai tipe induknya. Buah matang ditandai oleh perubahan warna menjadi merah

dan terlepasnya buah dari tandan (brondolan) yang digunakan sebagai indikator matang panen.

f. Biji dan Kecambah

Biji kelapa sawit terdiri atas cangkang, inti, dan embrio. Embrio berukuran sekitar 3 mm dengan diameter $\pm 1,2$ mm dan berbentuk silindris. Bakal biji memiliki tiga ruang, namun hanya satu yang berkembang setelah penyerbukan. Apabila endosperma memperoleh air yang cukup, biji akan berkecambah membentuk radikula sebagai bakal akar dan *plumula* sebagai bakal tunas.

2.1.4 Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) adalah salah satu hama utama kelapa sawit yang menyerang bagian pucuk dan titik tumbuh tanaman, tergolong dalam ordo *Coleoptera* dan famili *Scarabaeidae*. Kumbang tanduk memiliki tubuh berwarna coklat gelap hingga hitam mengkilap, dengan panjang imago antara 35–55 mm dan lebar 20–30 mm, serta memiliki satu tanduk menonjol di bagian depan tubuhnya (Ginting, 2020).

Larva kumbang tanduk berkembang biak pada berbagai tempat yang menyediakan bahan organik membusuk. Beberapa lokasi yang umum dijadikan tempat perkembangan larva antara lain penimbunan sampah kota dan area sekitar pasar, sisa daun pucuk nipah, batang kelapa, nibung, atau sagu yang mati baik yang masih tegak maupun yang telah rebah, serta limbah dari pabrik pengolahan komoditas pertanian seperti kulit buah kopi atau cokelat, ampas tebu, dan limbah penggilingan padi. Selain itu, larva juga dapat berkembang pada timbunan kompos, pupuk kandang, dan serbuk gergaji.

Secara taksonomi kumbang tanduk dapat dikelompokkan kedalam klasifikasi sebagai berikut

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Arthropoda</i>
Kelas	: <i>Insecta</i>
Ordo	: <i>Coleoptera</i>
Famili	: <i>Scarabaeidae</i>
Subfamili	: <i>Dynastinae</i>
Genus	: <i>Oryctes</i>

Spesies : *Oryctes rhinoceros* Linn (Kalshoven, 1981 dalam Zebua, 2018)

2.1.5 Siklus Hidup Kumbang Tanduk

Siklus hidup kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) dapat berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungan dan tempat berkembangnya. Secara umum, tahapan perkembangan kumbang tanduk ini meliputi beberapa fase utama sebagai berikut:

a. Fase Telur

Pada tahap awal, kumbang tanduk meletakkan telur yang berbentuk lonjong dan berwarna putih dengan ukuran sekitar 3–3,5 mm. Telur akan membesar menjelang menetas dan membutuhkan waktu sekitar 11–13 hari untuk berkembang. Peletakan telur biasanya terjadi pada bahan organik yang membusuk, seperti sampah pasar, batang kelapa atau sagu yang lapuk, kompos, pupuk kandang, maupun limbah pertanian yang mudah terurai (Yosephine *et al.*, 2023).

b. Fase Larva (Uret)

Setelah menetas, larva muncul dengan warna tubuh putih dan mulut kecokelatan, kemudian kepala dan kakinya berubah menjadi coklat. Larva dapat tumbuh hingga 60–105 mm dan hidup dalam bahan organik yang belum sepenuhnya terdekomposisi, seperti kulit kopi, ampas tebu, serbuk gergaji, serta batang kelapa yang lapuk. Masa perkembangan larva berlangsung selama 2–4 bulan, tergantung pada jenis makanan dan kondisi lingkungan. Saat mencapai instar terakhir, larva akan masuk ke tanah sedalam sekitar 30 cm dan tidak aktif selama 7–12 hari sebelum berubah menjadi pupa (Yosephine *et al.*, 2023).

c. Kepompong (Pupa)

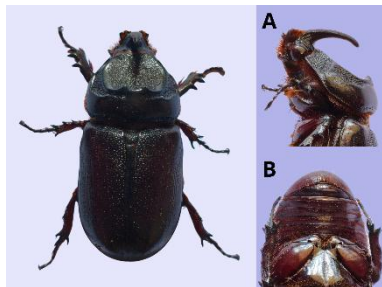
Pada fase pupa, kumbang berada dalam kepompong berwarna coklat yang berukuran sekitar 45–50 mm. Bagian tubuh dewasa seperti calon tungkai, sayap, alat mulut, dan cula mulai tampak jelas. Kepompong terbentuk di dalam kokon yang tersusun dari tanah atau serat tanaman. Tahap ini berlangsung selama 19–27 hari sebelum berubah menjadi kumbang dewasa (Yosephine *et al.*, 2023).

d. Imago (Kumbang dewasa)

Setelah terbentuk sebagai imago, kumbang tidak langsung keluar dari kokon, melainkan tetap berada di dalamnya selama 14–28 hari. Kumbang dewasa berwarna hitam dengan bagian bawah coklat kemerahan, berukuran sekitar 40 mm.

Imago hidup selama 4–4,5 bulan dan aktif terbang pada sore hari sekitar pukul 18.00–19.00. Setelah kawin di pohon kelapa, betina kembali ke tempat bahan organik membusuk untuk meletakkan 35–70 butir telur, sehingga siklus hidup berulang kembali (Yosephine *et al.*, 2023).

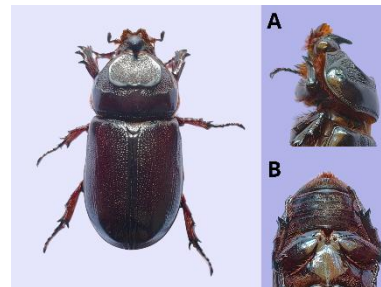
Kumbang tanduk jantan dan betina memiliki ciri-ciri morfologi yang berbeda, sehingga dapat dibedakan berdasarkan karakter fisiknya. Ginting *et al.* (2025) menjelaskan bahwa perbedaan morfologi antara kumbang tanduk jantan dan betina terlihat cukup jelas, di mana individu jantan dicirikan oleh ukuran tanduk yang lebih panjang, sementara betina memiliki ciri khas berupa bulu cokelat kemerahan yang lebih rapat pada bagian *pigidium* atau bagian ujung paling belakang dari abdomen (perut), sedangkan pada jantan rambut pada bagian tersebut sangat jarang atau hampir tidak dijumpai.



Gambar 1. Kumbang Tanduk Jantan.

A: Tanduk Kumbang Jantan, B:
Pigidium Kumbang Jantan.

Sumber: Primer (2025)



Gambar 2. Kumbang Tanduk Betina.

A: Tanduk Kumbang Betina, B:
Pigidium Kumbang Betina.

Sumber: Primer (2025)

2.1.6 Gejala Serangan Kumbang Tanduk

Kumbang tanduk merupakan salah satu hama utama pada tanaman kelapa sawit yang dapat menyebabkan kerugian signifikan dan ditemukan menyerang perkebunan kelapa sawit di berbagai wilayah Indonesia (Widodo *et al.*, 2018). Kumbang tanduk umumnya menyerang tanaman kelapa sawit yang masih muda, yang dapat menurunkan produksi tandan buah segar (TBS) pada tahun pertama hingga 69% dan bahkan menyebabkan kematian sekitar 25% tanaman muda (Lestari *et al.*, 2020). Yosephine *et al.*, (2023) menyatakan bahwa kumbang dewasa umumnya terbang menuju tajuk kelapa pada malam hari, lalu bergerak masuk melalui ketiak pelepah daun bagian atas. Pelepah daun urutan ke-3, ke-4, atau ke-5 dari pucuk biasanya menjadi lokasi masuk yang paling disukai. Pada tanaman

kelapa yang masih sangat muda, sekitar satu tahun atau kurang, serangga ini sering masuk melalui pangkal batang di dekat permukaan tanah.

Menurut Sahetapy (2018), kumbang tanduk menyerang tanaman dengan menggerek pupus dari kelapa sawit di bagian yang paling lunak karena mengandung air, dengan serangan tersebut pelepah akan berbentuk seperti kipas atau huruf V saat pelepah membuka, sehingga pertumbuhan pelepah akan terhambat ataupun dapat mengakibatkan kematian karena pelepah patah dan membuat pupus baru tidak muncul akibat serangan kumbang tanduk yang menyerang bagian titik tumbuh tanaman. Menurut Shihab *et al.* (2024), kerugian tidak langsung akibat serangan kumbang ini terlihat dari rusaknya pelepah pada daun muda, yang kemudian menghambat proses fotosintesis dan pada akhirnya menurunkan hasil produksi. Sementara itu, Santi *et al.* (2021) menjelaskan serangan kumbang tanduk akan mengakibatkan kematian pada tanaman muda karena kumbang menyerang titik tumbuh atau pucuk tanaman kelapa sawit.



Gambar 3. Serangan Kumbang Tanduk
Sumber : Primer (2025)

2.1.7 Pengendalian Hama Terpadu

Dalam upaya menekan populasi kumbang tanduk secara efektif, pengendalian hama tidak dapat dilakukan secara parsial atau hanya mengandalkan satu metode pengendalian. Oleh karena itu, pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menjadi strategi yang tepat, tidak hanya berfokus pada penekanan populasi hama tetapi juga memperhatikan keseimbangan lingkungan dan kesehatan manusia. Pengelolaan Hama Terpadu (*Integrated Pest Management/IPM*) merupakan pendekatan pengendalian hama yang mengintegrasikan berbagai teknik pengendalian untuk menekan perkembangan populasi hama, membatasi penggunaan pestisida dan intervensi lainnya pada tingkat yang wajar, meminimalkan risiko terhadap kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan, serta

menghasilkan tanaman yang sehat, menjaga keseimbangan agroekosistem, dan mendorong berlangsungnya pengendalian hama secara alami (Bigler *et al.*, 2013 dalam Rachmawati dan Sopyan, 2023).

Stern *et al.* (1959) dalam Indiaty dan Marwoto (2017) mengemukakan bahwa terdapat empat elemen dasar dalam Pengendalian Hama Terpadu (IPM), yaitu penetapan ambang kendali sebagai dasar penentuan waktu tindakan pengendalian, pelaksanaan pengambilan sampel untuk mengetahui tingkat serangan serta fase pertumbuhan hama atau kondisi tanaman, pemahaman terhadap peran dan kemampuan pengendalian alami yang tersedia, serta penggunaan insektisida yang bersifat selektif beserta teknik aplikasinya.

Menurut Bottrell (1979) dalam Ibrahim *et al.* (2024), Pengendalian Hama Terpadu terdiri atas enam komponen utama, yaitu pengendalian hayati, penggunaan varietas tahan, penerapan teknik budidaya, pengendalian fisik dan mekanik, pengendalian serangga berbasis perilaku kimia, serta pengendalian kimia yang dilakukan secara selektif. Ibrahim *et al.* (2024) menambahkan bahwa penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) pada tanaman perkebunan memiliki enam sasaran utama, yaitu menjaga populasi hama tetap berada di bawah ambang ekonomi, meningkatkan hasil dan mutu produksi pertanian, menekan penggunaan pestisida sintetis, meningkatkan kesejahteraan petani, mempertahankan kelestarian dan kualitas lingkungan hidup, serta menjadikan pestisida sintetis sebagai pilihan pengendalian terakhir apabila metode lain tidak memberikan hasil yang optimal.

2.1.8 Pengendalian Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Pengendalian kumbang tanduk dapat dilakukan dengan banyak metode, seperti secara hayati, kimia, ataupun secara mekanik. Pengendalian kumbang tanduk secara hayati dapat dilakukan dengan memanfaatkan organisme hidup untuk menekan populasi kumbang tanduk secara berkelanjutan. Salah satu cara pengendalian kumbang tanduk secara hayati yaitu dengan menggunakan jamur *Metarhizium anisopliae*. Berdasarkan hasil penelitian Suryanto (2020), jamur *Metarhizium anisopliae* terbukti mampu mengendalikan larva kumbang tanduk, yang ditunjukkan oleh meningkatnya persentase kematian larva seiring dengan peningkatan konsentrasi jamur yang diaplikasikan. Perlakuan *Metarhizium anisopliae* dengan dosis 3 g/L air menghasilkan tingkat mortalitas larva tertinggi,

sehingga jamur ini berpotensi efektif sebagai agen pengendalian hayati kumbang tanduk di perkebunan kelapa sawit.

Pengendalian kumbang tanduk dapat dilakukan secara kimia, dengan menggunakan bahan aktif yang mampu mengendalikan kumbang tanduk itu sendiri. Pengendalian kimia terhadap kumbang tanduk dilakukan melalui penerapan insektisida sintetis untuk cepat menurunkan jumlah populasi hama, terutama saat serangan sudah melebihi ambang kerugian ekonomi. Di lapangan, beberapa insektisida yang umum dipakai antara lain *Marshal*, yang mengandung bahan aktif *karbosulfan* dari golongan *karbamat*, serta *Capture*, yang bahan aktifnya adalah *sipermetrin* dari kelompok piretroid sintetis. Namun, penggunaan pestisida secara berlebihan dapat memicu berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, seperti munculnya resistensi hama, resurgensi serangga, serta meningkatnya organisme pengganggu tumbuhan (OPT) maupun organisme non-OPT. Selain itu, pestisida kimia juga dapat membunuh serangga bermanfaat, termasuk lebah madu, penyerbuk, parasitoid, predator, dan organisme berguna lainnya (Sutanto, 2006 dalam Hardiansyah *et al.*, 2022). Harahap *et al.* (2023) menambahkan bahwa penggunaan pestisida dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, membunuh organisme yang bukan sasaran, dan aplikasi yang terus-menerus berpotensi membuat kumbang tanduk berkembang menjadi hama yang resisten. Oleh karena itu, pengendalian hama dapat dilakukan melalui pendekatan lain yang lebih ramah lingkungan dengan menerapkan prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

Pengendalian kumbang tanduk dapat juga dilakukan secara mekanis. Pengendalian mekanis merupakan salah satu strategi dalam Pengelolaan Hama Terpadu (PHT). Metode ini bertujuan menekan populasi kumbang tanduk secara langsung melalui tindakan fisik, sehingga ramah lingkungan dan aman bagi manusia, hewan, serta musuh alami hama. Pengendalian mekanis dapat dilakukan dengan membersihkan sisa-sisa tanaman, seperti tandan kosong, batang lapuk, dan kayu membusuk, kemudian membongkar serta menghancurkan sarang larva untuk mencegah perkembangbiakan hama. Metode ini dapat dikombinasikan dengan pengutipan larva secara manual dan pemasangan perangkap, sehingga efektivitas pengendalian kumbang tanduk meningkat. Kombinasi tersebut memungkinkan

pemantauan populasi hama secara langsung sekaligus menekan jumlah imago di lapangan, sesuai prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

Penggunaan perangkat yang dibantu dengan penggunaan feromon menjadi salah satu teknik pengendalian mekanis yang ramah lingkungan. Feromon adalah zat kimia yang dilepaskan secara eksternal untuk berkomunikasi dengan serangga lain, dengan persentase respon pada imago jantan sebesar 21–31% dan pada imago betina mencapai 67–79% (Lestari *et al.*, 2020 dalam Anggini *et al.*, 2022). Menurut Junaidi *et al.* (2025), pemasangan perangkat feromon terbukti efektif menurunkan populasi kumbang tanduk hingga mencapai 95%. Rata-rata kumbang yang tertangkap di lokasi dengan serangan ringan mencapai 5,6 ekor/ha/bulan, sedangkan di lokasi dengan serangan berat mencapai 27 ekor/ha/bulan (Allow, 2007 dalam Sahetapy *et al.*, 2018).

Perangkap digunakan sebagai teknik pengendalian ramah lingkungan karena tidak menimbulkan residu kimia dan mampu menekan populasi hama di lapangan. Selain itu, perangkap ini tidak memicu resistensi hama seperti halnya pestisida kimia, karena tidak memberikan tekanan seleksi terhadap populasi kumbang. Dari segi operasional, perangkap feromon mudah digunakan, biaya perawatannya rendah, dan sangat membantu dalam memantau perkembangan populasi hama di lapangan. Dengan menangkap kumbang dewasa secara berkelanjutan, terutama individu jantan, perangkap ini juga mampu menghambat keberhasilan perkawinan sehingga populasi hama dapat ditekan secara bertahap. Penggunaannya pun fleksibel dan dapat dikombinasikan dengan metode pengendalian lainnya dalam konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

2.1.9 Atraktan Nanas dan Air Fermentasi Bonggol Pisang

Dalam pengendalian kumbang tanduk, atraktan atau feromon digunakan untuk menarik atau mengundang kumbang tanduk ke dalam perangkap. Feromon adalah senyawa kimia yang dilepaskan organisme untuk berkomunikasi dengan sesama spesies, sekaligus berperan dalam pemantauan dan pengendalian hama (Lestari *et al.*, 2020). Berbeda dengan hormon, feromon dilepaskan ke lingkungan luar tubuh dan hanya dapat dikenali serta memengaruhi individu lain yang berasal dari spesies yang sama (Hasibuan, 2020). Tetapi terdapat juga bagian tanaman yang mampu menghasilkan senyawa yang bersifat atraktan secara alami yaitu buah

nanas. Aroma khas yang dihasilkan buah nanas berfungsi sebagai sumber sinyal yang mampu menarik serangga jantan untuk mendekat, karena aromanya dianggap menyerupai feromon seks yang biasanya dilepaskan oleh serangga betina (Candra *et al.*, 2019).

Menurut Caesarita (2011) dalam Yosephine *et al.* (2023), buah nanas menghasilkan aroma khas berupa senyawa volatil yang dapat menarik serangga, di mana senyawa tersebut mampu menyebar lebih luas pada suhu lingkungan yang tinggi atau saat terpapar sinar matahari dalam waktu lama, sehingga serangga herbivora lebih mudah tertarik dan datang menuju sumber senyawa volatil tersebut. Menurut Wahyunita (2019) dalam Masriany *et al.* (2020), buah nanas mengandung berbagai senyawa volatil dengan kadar yang relatif tinggi, di antaranya 2-*Furancarboxaldehyde*, 5-(*hydroxymethyl*) (CAS) HMF, 2-*Amino-9-(3,4-Dihidroksi)*, serta *formic acid 2-propenyl ester* (CAS) *allyl*. Senyawa volatil yang dihasilkan dapat menarik organisme tertentu sebagai sarana komunikasi, sehingga berperan sebagai sinyal molekul (semiokimia) yang menyampaikan informasi baik di dalam maupun antar organisme (Candra *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Hardiansyah *et al.* (2022), atraktan buah nanas terbukti efektif dalam menangkap kumbang tanduk, dengan persentase tangkapan kumbang betina sebesar 62,5% dan kumbang jantan 37,5%, serta rata-rata tangkapan mencapai 2,7 ekor per hari.

Air fermentasi bonggol pisang digunakan sebagai tambahan untuk memperkuat aroma buah nanas nantinya. Menurut Warsa *et al.* (2013) dalam Ilham *et al.* (2025), limbah pohon pisang mengandung pati sebesar 48,26% yang berpotensi sebagai sumber bahan organik untuk produksi etanol. Etanol berfungsi sebagai senyawa yang dapat meningkatkan daya sebar aroma, sehingga memperkuat daya tarik atraktan alami terhadap kumbang tanduk.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini memanfaatkan hasil-hasil studi sebelumnya sebagai landasan untuk memperoleh informasi, membangun keterkaitan, serta melihat relevansi dengan penelitian terdahulu. Setiap penelitian sebelumnya memiliki kesamaan maupun perbedaan temuan, sehingga kajian ini tidak sepenuhnya identik dengan penelitian lain. Pemanfaatan penelitian terdahulu bertujuan memberikan gambaran

yang lebih jelas dalam penyusunan kerangka berpikir serta mendukung pengembangan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis/Judul	Metode	Hasil
1	Darmadi Erwin Harahap, Siti Hardianti Wahyuni, Muhammad Darwis, Mukhlis, Amir Mahmud (2023). <i>Trap Engineering Against The Effectiveness of Caught t Imago Rhinoceros Beetle on Palm Oil Plants</i>	Jenis perangkap yang diuji yaitu perangkap rekayasa menggunakan ember dan plat seng dan perangkap dengan ember biasa tanpa plat seng. Data hasil tangkapan <i>Oryctes rhinoceros</i> L. dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan efektivitas dua jenis perangkap.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rekayasa perangkap berpengaruh terhadap efektivitas penangkapan imago kumbang tanduk (<i>Oryctes rhinoceros</i> L.) pada tanaman kelapa sawit. Dari dua jenis perangkap yang diuji, yaitu perangkap rekayasa dengan pelat seng dan perangkap ember plastik biasa, diperoleh bahwa perangkap pertama lebih efektif.
2	M. Ilham, Arie Hapsani Hasan Basri, dan Mukhtar Yusuf (2025). <i>Analisis Aplikasi Dosis Feromon Fermentasi Sari Buah Nanas dan Bonggol Pisang Sebagai Pemikat Oryctes rhinoceros L. Pada Tanaman Menghasilkan Kelapa Sawit Di PT Bina Jaya Abadi.</i>	Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang bersifat eksperimen dengan rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok non faktorial. Analisis data menggunakan metode analisis sidik ragam (ANOVA) dan apabila terapat perbedaan signifikan maka dilanjutkan dengan <i>duncan's multiple range test</i> (DMRT) pada taraf 5 %. Perlakuan yang digunakan meliputi P0 (kontrol), P1 (500 g nanas), P2 (1 kg nanas)	Perlakuan dosis berbeda terbukti berpengaruh terhadap hasil tangkapan <i>Oryctes rhinoceros</i> L. dan daya tahan feromon. Perlakuan P6 menunjukkan hasil terbaik dengan rata-rata tangkapan 8,50 (7 HSP), 8,00 (14 HSP), dan 9,50 (21 HSP), serta ketahanan feromon hingga 10 hari. Perlakuan P5 dan P4 bertahan 8 hari, P3 7 hari, dan P2 serta P1 masing-masing 6 hari.

Lanjutan Tabel 1.

No	Penulis/Judul	Metode	Hasil
		, P3 (500 g nanas + 0,5 L air fermentasi bonggol pisang), P4 (500 g nanas + 1 L air fermentasi bonggol pisang), P5 (1 kg nanas + 0,5 L air fermentasi bonggol pisang), dan P6 (1 kg nanas + 1 L air fermentasi bonggol pisang).	
3.	Pakhrurrozy Maulana Junaidi, Mawar Indah Perangin-angin, dan Puji Wahyu Mulyani (2025). Efektivitas Penggunaan <i>Orynettrap</i> dan <i>Ferotrap</i> dalam Pengendalian Hama Kumbang Tanduk pada Tanaman Belum Menghasilkan Kelapa Sawit (Studi Kasus di PT SMART Tbk Kebun Padang Halaban Kabupaten Labuhanbatu Utara).	Penelitian dilaksanakan pada Desember 2024–Februari 2025 di Divisi 5 PT SMART Tbk Kebun Padang Halaban. Penelitian menggunakan metode <i>Exploratory Sequential Mixed Methods</i> dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, kemudian data dianalisis menggunakan ANOVA dua arah (Two-Way ANOVA) dan dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Ferotrap</i> lebih efektif dibandingkan <i>Orynettrap</i> dalam menangkap <i>Oryctes rhinoceros</i> L. Kombinasi <i>Ferotrap</i> yang dipasang di perbatasan pemukiman menghasilkan tangkapan tertinggi yaitu 179 ekor, sedangkan <i>Orynettrap</i> di perbatasan tanaman tua menghasilkan tangkapan terendah yaitu 35,50 ekor. Efektivitas <i>Ferotrap</i> lebih tinggi karena mampu menangkap kumbang dari setiap sisi perangkap, sedangkan <i>Orynettrap</i> hanya memiliki dua sisi penangkapan, sehingga peluang kumbang untuk lolos lebih besar.

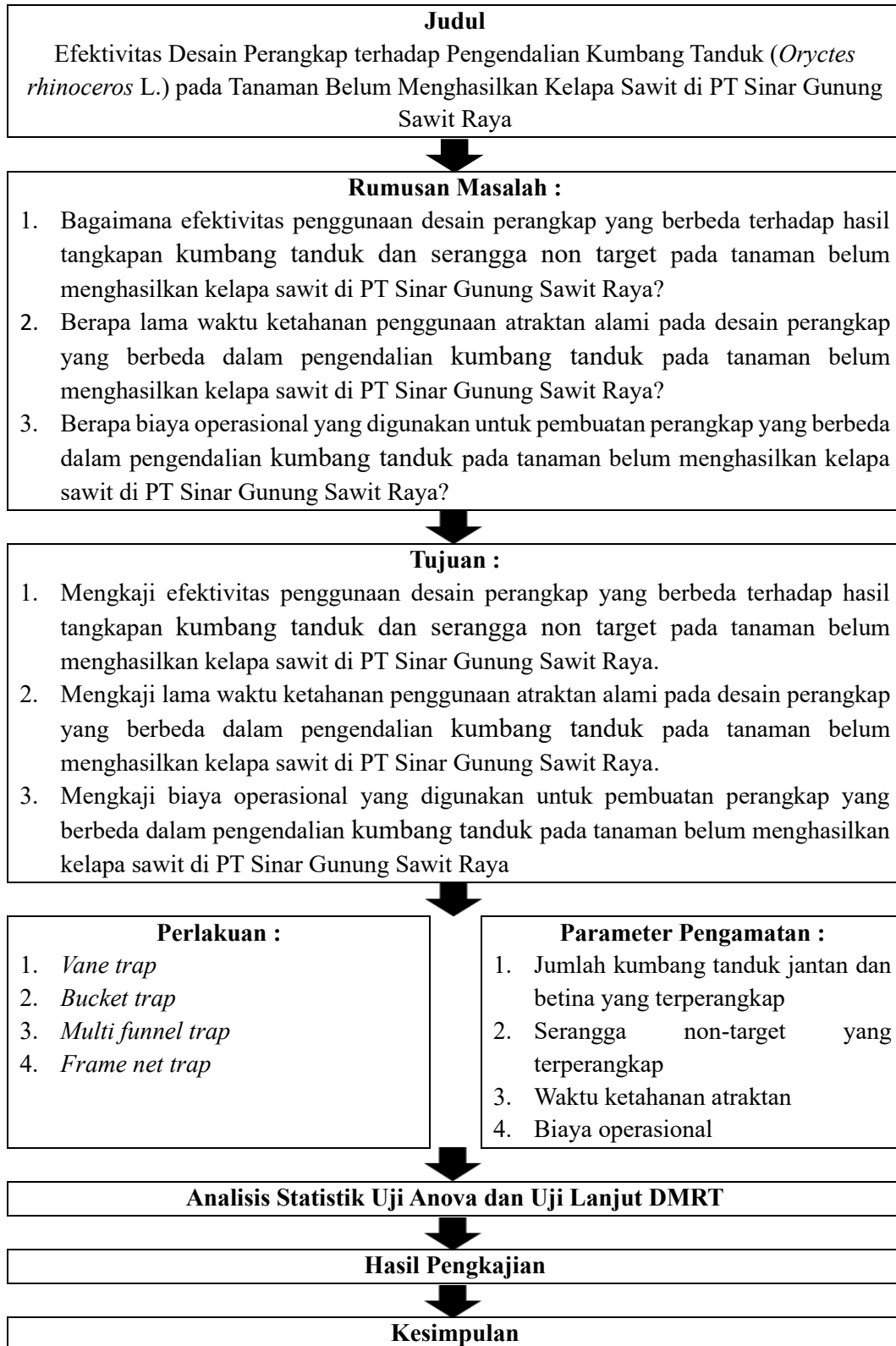
Lanjutan Tabel 1.

No	Penulis/Judul	Metode	Hasil
4	Kevin J. Dodds, Jon Sweeney, Joseph A. Francese, Laura Besana, dan Davide Rassati (2024). <i>Factors Affecting Catches of Bark Beetles and Woodboring Beetles in Traps.</i>	Penelitian menggunakan metode studi literatur (review) dengan mengkaji berbagai penelitian mengenai efektivitas desain perangkap semiokimia untuk kumbang penggerek kayu. Kajian membandingkan beberapa jenis perangkap, seperti multiple-funnel (Lindgren funnel trap), intercept panel trap, SLAM (Sea, Land and Air Malaise) trap, bottle trap, sticky prism trap, dan fan trap, serta mengevaluasi pengaruh warna perangkap, posisi atraktan, ketinggian pemasangan, dan kondisi habitat terhadap keberhasilan penangkapan.	Hasil kajian menunjukkan bahwa multiple-funnel trap merupakan salah satu perangkap yang paling banyak digunakan karena terdiri atas beberapa corong yang disusun vertikal menyerupai batang pohon. Bentuk tersebut menarik kumbang yang sedang terbang menuju perangkap, kemudian permukaan corong yang licin menyebabkan kumbang kehilangan pijakan sehingga jatuh ke wadah penampung. Selain itu, penelitian menyimpulkan bahwa efektivitas penangkapan juga dipengaruhi oleh jenis perangkap, warna, posisi atraktan, serta lokasi dan ketinggian pemasangan. Penggunaan lebih dari satu jenis perangkap pada survei umum mampu meningkatkan jumlah individu maupun kekayaan spesies yang tertangkap.

Lanjutan Tabel 1.

No	Penulis/Judul	Metode	Hasil
5	Andi Widodo, Ahmad Saleh, Sulthon Parinduri (2018). Pengaruh Ketinggian Ferotrap Terhadap Jumlah Kumbang Tanduk (<i>Oryctes rhinoceros</i> Linneus.) yang Tertangkap di Perkebunan Kelapa Sawit.	Pada penelitian ini dilakukan pada TBM 1 dengan 2 perlakuan. Perlakuan ferotrap terdiri dari tiga jenis: I dipasang pada tiang 2 m dan 4 m, II pada tiang 2 m, dan III pada tiang 4 m.. Diletakan dengan jarak 2 ha per perangkap. Penelitian ini menggunakan rancangan deskriptif dengan tujuan untuk menggambarkan hasil dari teknik atau perlakuan perangkap yang diterapkan. Dengan pendekatan ini, data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan ferotrap pada ketinggian 2 meter menghasilkan jumlah tangkapan <i>Oryctes rhinoceros</i> L. yang lebih tinggi dibandingkan dengan perangkap yang dipasang pada ketinggian 4 meter. Selain itu, jumlah feromon yang digunakan pada perangkap tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat ketertarikan kumbang tanduk tersebut.

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 4. Kerangka Pikir

2.4 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah ditetapkan dan tujuan yang hendak dicapai dalam pengkajian ini, maka dapat dirumuskan sebuah hipotesis sebagai dugaan awal penelitian. Hipotesis yang digunakan dalam pengkajian ini yaitu:

1. Diduga terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan antara desain perangkat yang berbeda terhadap jumlah tangkapan kumbang tanduk dan serangga non target pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan di PT Sinar Gunung Sawit Raya.
2. Diduga terdapat perbedaan ketahanan waktu efektivitas atraktan alami pada berbagai desain perangkat dalam pengendalian kumbang tanduk pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan di PT Sinar Gunung Sawit Raya.
3. Diduga terdapat perbedaan biaya operasional pembuatan perangkat dalam pengendalian kumbang tanduk pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan di PT Sinar Gunung Sawit Raya.