

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teoritis

2.1.1 Pengertian Analisis

Kata analisis dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) didefinisikan sebagai penyelidikan atau usaha mencari tahu kebenaran terhadap suatu peristiwa, kejadian, fenomena, perbuatan, atau karangan guna mengetahui keadaan yang sebenarnya. Menurut pendapat Krisnawati (2021), analisis adalah penyelidikan atau studi terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui fakta yang sebenarnya. Lebih lanjut, pengertian analisis dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Analisis adalah proses mempelajari suatu kejadian (perbuatan, karangan, dan sebagainya) untuk mendapatkan fakta yang tepat, seperti asal-usul, sebab, dan penyebab yang sebenarnya.
- b. Analisis bertujuan memperoleh pemahaman yang tepat dan luas, yakni dengan menguraikan masalah utama menjadi bagian-bagian, meninjau hubungan antarbagian, dan mempelajari keterkaitannya.
- c. Analisis merupakan penjelasan atau pembentangan sesuatu setelah melalui peninjauan mendalam.
- d. Analisis adalah proses pemecahan masalah yang dimulai dari hipotesis (dugaan, dan sebagainya) hingga menghasilkan kepastian yang dibuktikan melalui pengamatan dan percobaan.
- e. Analisis juga dapat dimaknai sebagai proses membagi suatu masalah (melalui nalar) menjadi bagian-bagian dengan pendekatan yang konsisten, guna memperoleh pemahaman terhadap prinsip-prinsip dasarnya.

Sementara itu, menurut Darmawati (2023) analisis memiliki peranan yang sangat penting dalam dunia pendidikan. Semua bidang ilmu menggunakan analisis untuk memahami serta memecahkan permasalahan, sehingga hasilnya dapat memberikan manfaat bagi masyarakat luas. Dalam konteks ini, analisis merupakan aktivitas yang mencakup berbagai tindakan seperti mengurai, membedakan, memilah sesuatu untuk digolongkan dan dikelompokkan kembali sesuai standar tertentu. Proses ini kemudian dilanjutkan dengan pencarian hubungan serta interpretasi maknanya.

2.1.1.1 Tujuan dan Fungsi Analisis

Menurut artikel biro perencanaan mutu pendidikan dan pembelajaran Universitas Medan Area (2022), disimpulkan bahwa analisis memiliki sedikitnya tiga fungsi dan tujuan utama. Namun secara spesifik, hal ini sangat bergantung pada bagaimana proses penggunaan metode analisis dilakukan. Secara umum, fungsi dan tujuan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

- a. Analisis berfungsi untuk membagi sesuatu menjadi bagian-bagian kecil yang diketahui hubungannya, sehingga lebih mudah memahami uraian bagian-bagian tersebut, baik setiap bagian maupun secara keseluruhan.
- b. Tujuan analisis adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang suatu hal, yang kemudian dapat disampaikan kepada publik. Dengan demikian, publik diharapkan memperoleh manfaat dari hasil pemahaman tersebut.
- c. Analisis juga berfungsi dan bertujuan untuk membantu proses pengambilan keputusan. Dalam hal ini, keputusan diambil berdasarkan dugaan, teori, atau prediksi dari sesuatu yang telah dipahami sebelumnya melalui metode analisis yang telah dilakukan.

2.1.1.2 Langkah-Langkah Dalam Analisis

Kaligis dan Yulianto (2022) menyampaikan bahwa terdapat beberapa tahapan penting yang harus dilakukan dalam proses analisis. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data penting.
2. Memeriksa kejelasan dan kelengkapan tentang pengisian instrumen pengumpulan data.
3. Melakukan proses identifikasi dan klasifikasi dari setiap pernyataan yang ada dalam instrumen pengumpulan data berdasarkan variabel yang akan dianalisis.
4. Melakukan tabulasi atau kegiatan pencatatan data ke dalam tabel-tabel induk.
5. Melakukan pengujian terhadap kualitas daya yakin dengan menguji validitas dan juga menguji reliabilitas instrumen dari pengumpulan data.
6. Menyajikan data dalam bentuk tabel frekuensi ataupun diagram agar lebih mudah untuk memahami atau menganalisis karakteristik data.
7. Menguji hipotesis, pada langkah ini dilakukan pengujian terhadap hipotesis

apakah isinya benar atau tidak.

2.1.1.3 Jenis-Jenis Metode Analisis

Nugraha et al., (2024) menyatakan dalam buku Metodologi Penelitian, terdapat beberapa jenis analisis data yang diklasifikasikan berdasarkan metode yang digunakan. Masing-masing metode analisis ini memiliki pendekatan dan fungsi yang berbeda tergantung pada tujuan penelitian. Adapun jenis-jenis analisis data tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Analisis data secara kualitatif

Metode analisis ini dilakukan tanpa menggunakan alat statistik, tetapi angka diuraikan melalui interpretasi tabel, grafik atau bentuk lainnya setelah itu ditafsirkan. Penelitian kualitatif digunakan untuk memahami fenomena sosial dari perspektif partisipan dengan menggunakan pendekatan yang interaktif dan fleksibel. Terdapat lima karakteristik utama yaitu mengutamakan makna, menggunakan lingkungan alamiah sebagai sumber data, memiliki sifat deskriptif analitik, memahami proses dimana peristiwa terjadi dan bersifat induktif.

2. Analisis data secara kuantitatif

Metode analisis data secara kuantitatif merupakan metode analisis yang menggunakan alat statistik, dengan kata lain analisis dilakukan menurut dasar-dasar statistik. Penelitian kuantitatif memiliki karakteristik sebagai berikut, menggunakan pola deduktif, menghindari hal yang subjektif, prosedur penelitian mengikuti prosedur yang sudah ditentukan, subjek, data dan instrument penelitian sesuai dengan apa yang direncanakan, pengumpulan data menggunakan alat yang objektif dan baku, melibatkan perhitungan data, peneliti tidak terlibat secara emosional dengan subjek penelitian, analisis data dilakukan setelah data terkumpul, peneliti dituntut paham metode statistic, dan hasil berupa generalisasi dan prediksi

2.1.2 Feromon Pemikat Hama

Menurut penelitian oleh Widyanto dan Saputra (2014), penggunaan perangkat feromon dianggap sebagai metode yang paling efektif untuk pengendalian hama, karena mampu menurunkan tingkat serangan hingga 95%. Dalam upaya menciptakan metode pengendalian yang lebih ramah lingkungan, banyak penelitian berfokus pada penggantian feromon kimia dengan bahan alami,

seperti buah-buahan yang memiliki aroma tajam dan khas.

Wahyunita (2019) menyatakan bahwa tanaman dengan aroma kuat seperti nanas dan nangka dapat dimanfaatkan sebagai perangkap alami hama kumbang tanduk. Inovasi ini dianggap lebih aman bagi lingkungan dan tetap efektif dalam menarik hama ke dalam perangkap.

Setiap organisme memiliki jenis feromon yang berbeda, termasuk serangga yang berperan sebagai hama tanaman. Jenis-jenis feromon tersebut antara lain: feromon seks, feromon agregasi, feromon jejak, dan feromon penunjuk jalan (Anonim, 2013). Pada konteks pengendalian hama, feromon digunakan untuk menarik hama ke dalam perangkap (ferotrap). Menurut Hasibuan (2020) ekstrak dari bagian tanaman tertentu dapat bertindak sebagai feromon pemikat dan berfungsi sebagai media dalam metode pengendalian tersebut.

Ferotrap adalah perangkap yang menggunakan feromon sebagai atraktan. Feromon dalam perangkap ini akan menguap, menghasilkan aroma yang mampu menarik hama, khususnya kumbang tanduk jantan. Aroma tersebut berperan sebagai sinyal yang meniru feromon seks alami yang biasanya dikeluarkan oleh serangga betina (Yosephine et al., 2023). Dengan tertariknya hama jantan ke dalam perangkap, populasi hama dapat ditekan secara signifikan.

Caesarita (2011) menjelaskan bahwa aroma buah nanas memiliki kemiripan dengan feromon seks betina, sehingga efektif untuk menarik serangga jantan mendekat. Penelitian lain oleh Amzah dan Yahya (2014) menyatakan bahwa kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) tertarik pada senyawa feromon agregat *ethyl-4-methyloctanoate* yang terdapat dalam volatil tandan buah kelapa sawit. Demikian pula, kumbang moncong (*Metamasius hemipterus sericeus*) merespons senyawa seperti *ethyl ester 5-methyl-4-nonanol* dan *2-methyl-4-heptanol* yang ditemukan pada tanaman kelapa, tebu, nanas, dan pisang.

Kumbang tertarik oleh zat volatil dari batang semu dan bonggol pisang karena terdapat semiokimia kairomones. Zat ini berperan dalam membantu organisme menemukan makanan. Contohnya, beberapa jenis serangga mengenali aroma tanaman yang terserang hama lain sebagai petunjuk lokasi makanan. Serangga menyukai bau umbi dari tanaman yang berbuah dibandingkan bau umbi dari tanaman tanpa bunga. Kairomones juga dapat digunakan untuk meningkatkan daya

tarik feromon (Tinzaara et al., 2005).

2.1.3 Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

Kelapa sawit merupakan tanaman industri perkebunan yang memiliki berbagai manfaat, terutama sebagai penghasil minyak masak, minyak industri, hingga bahan bakar nabati. Tanaman ini terdiri atas dua spesies utama, yaitu *Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera*, yang keduanya digunakan secara komersial dalam produksi minyak kelapa sawit.

Menurut Lubis (2022), kelapa sawit merupakan salah satu tanaman primadona di sektor perkebunan karena menghasilkan CPO (*Crude Palm Oil*) yang menjadi komoditas ekspor unggulan dan penyumbang devisa besar bagi negara. Buah kelapa sawit mengandung minyak kasar (CPO) yang setelah proses pengolahan dapat menghasilkan minyak inti sawit (*Palm Kernel Oil*). Minyak inti ini memiliki nilai ekonomi tinggi dan memberikan keuntungan besar bagi perusahaan yang membudidayakannya.

Industri kelapa sawit juga memiliki dampak positif dalam penyerapan tenaga kerja dan penciptaan lapangan pekerjaan di berbagai daerah di Indonesia. Dengan demikian, sektor ini tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi nasional, tetapi juga terhadap kesejahteraan sosial masyarakat sekitar.

Menurut Pahan (2021) tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub kingdom	: <i>Viridiplantae</i>
Infra kingdom	: <i>Streptophyta</i>
Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Sub divisi	: <i>Spermatophyte</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Areceaceae</i>
Genus	: <i>Elaeis jacq</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis Jacq</i>

Tanaman kelapa sawit mengalami dua tahap utama dalam siklus hidupnya, yaitu fase vegetatif TBM (Tanaman Belum Menghasilkan) dan fase produktif TM (Tanaman Menghasilkan). Fase TBM berlangsung sekitar 3 tahun (36 bulan), di

mana tanaman masih dalam proses pembentukan akar dan pertumbuhan vegetatif. Oleh karena itu, pengaturan jadwal serta intensitas perawatan harus dilakukan dengan cermat. Perawatan yang optimal selama fase TBM sangat menentukan kesiapan tanaman untuk memproduksi secara maksimal saat memasuki fase TM (Sulistyo, 2010 dalam Sinaga et al., 2024). Adapun pembagian periode TBM pada kelapa sawit meliputi:

- a. TBM 0 : menyatakan keadaan lahan sudah selesai dibuka, ditanami kacang penutup tanah dan kelapa sawit sudah ditanam pada tiap titik panjang.
- b. TBM 1 : tanaman pada tahun ke I (0-12 bulan)
- c. TBM 2 : tanaman pada tahun ke II (13-24 bulan)
- d. TBM 3 : tanaman pada tahun ke III (25-30 atau 36 bulan)

Sedangkan pada fase tanaman menghasilkan (TM) fokus perawatan adalah untuk memicu dan meningkatkan pertumbuhan generatif untuk menghasilkan produksi buah kelapa sawit. Biasanya tanaman menghasilkan bisa sampai pada umur 25 tahun atau tergantung dengan varietas tanaman tersebut.

2.1.4 Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Perkembangan perkebunan kelapa sawit seringkali terkendala oleh berbagai tantangan, termasuk serangan hama yang dapat menurunkan produktivitas. Salah satu hama adalah kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.), yang menyerang tanaman berusia sekitar 2,5 tahun dengan merusak pelepah dan tajuk. Serangan ini dapat menurunkan produksi Tandan Buah Segar (TBS) hingga 69% pada tahun pertama dan bahkan menyebabkan kematian 25% tanaman belum menghasilkan (TBM) (Wong et al., 2022).

Fadila et al., (2024) berpendapat kumbang ini juga menyerang pangkal pelepah yang belum terbuka, mengganggu proses fotosintesis sehingga pertumbuhan dan produktivitas tanaman terhambat. Seekor kumbang dewasa biasanya menggerek tanaman selama 4-6 hari sebelum berpindah ke tanaman lain. Populasi yang rendah sekalipun dapat menyebabkan kerusakan parah, dengan 5-6 kumbang terkadang ditemukan dalam satu tanaman. Kumbang ini aktif terbang ke pucuk tanaman pada senja hari dan masuk melalui ketiak pelepah bagian atas.

Lubis (2022) menjelaskan bahwa kumbang tanduk memiliki ciri fisik berukuran 40–50 mm, berwarna coklat kehitaman, dengan tanduk kecil di kepala.

Betina memiliki bulu halus di ujung perut, sedangkan jantan tidak. Hama ini terutama menyerang tanaman muda di lahan yang baru direplanting, menggerek pupus yang belum terbuka. Aktivitasnya terjadi pada malam hari, dan kerusakan baru terlihat 1–2 bulan kemudian berupa bekas gigitan berbentuk huruf "V" pada pelepah. Berikut adalah gambar Imago *Oryctes rhinoceros* L. dapat dilihat pada gambar 1 :



Gambar 1. *Imago Oryctes rhinoceros* L.
Sumber : Primer (2025)

Adapun ciri – ciri kumbang tanduk jantan dan betina adalah sebagai berikut:

- a. Kumbang tanduk jantan terdapat ciri – ciri memiliki tanduk yang lebih panjang dibandingkan dengan yang betina.
- b. Kumbang tanduk betina memiliki unsur yang lebih panjang jika dibandingkan dengan kumbang tanduk jantan, imago jantan memiliki lama hidup kurang lebih 274 hari.
- c. Tahap pertumbuhan daur hidup kumbang tanduk dari telur hingga berumur dewasa mencapai sekitar 6 bulan sampai 9 bulan.

2.1.4.1 Klasifikasi Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Adapun klasifikasi kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) adalah sebagai berikut :

Kindom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Anthropoda</i>
Kelas	: <i>Insecta</i>
Ordo	: <i>Coleoptera</i>
Family	: <i>Scarabaeidae</i>
Genus	: <i>Oryctes</i>

Spesies : *Oryctes rhinoceros* L.

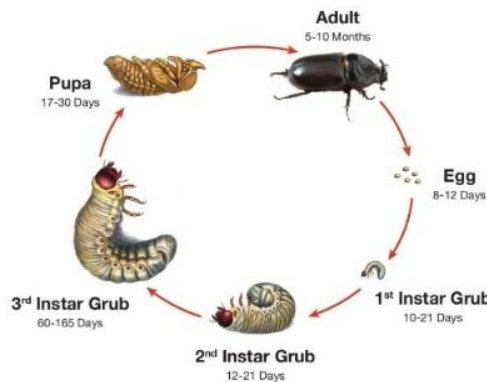
2.1.4.2 Fase Siklus Hidup Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Tempat berkembang biak hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) banyak kita jumpai telur larva atau kepompong yang terpendam pada batang pohon kelapa sawit yang sudah tumbang. Tempat perkembangbiakan hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) yang biasanya ditempati pada pokok tanaman kelapa sawit yang sudah tumbang dan seluruh siklus hidup kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) akan selesai pada tempat tersebut dari mulai bertelur hingga menjadi kumbang dewasa (Lubis, 2022). Hama kumbang tanduk berkembang biak dengan cara bertelur, terdapat empat tahapan daur hidup kumbang tanduk siklus hidup pada Tabel 1 dan Gambar 2:

Tabel 1. Siklus Hidup Kumbang Tanduk

No	Fase	Jangka waktu (Hari)
1	Telur	8 – 10
2	Larva :	
	a) Instar Pertama	10 – 12
	b) Instar Kedua	12 – 21
	c) Instar ketiga	60 – 165
3	Pupa	
4	Dewasa	
	a) Dewasa Betina	274
	b) Dewasa Jantan	192
Total		115 – 250 hari

Sumber : Pusat Pengkajian Kelapa Sawit, 2006 dalam Lubis, 2022



Gambar 2. Siklus Hidup *Oryctes rhinoceros* L.

Sumber : Fajarpendidikan.Com

1. Telur

Telur berbentuk lonjong dan berwarna putih, dengan panjang antara 3 hingga 3,5 mm dan lebar sekitar 2 mm. Menjelang menetas, ukuran telur bertambah besar, dengan panjang mencapai 4 mm dan lebar 3 mm. Bagian kepala calon larva pada telur yang akan menetas tampak berwarna cokelat. Telur biasanya ditemukan pada sampah organik yang sedang membusuk, luka pada pohon yang melapuk, atau kotoran hewan (Yosephine et al., 2023) pada gambar 3:



Gambar 3. Telur *Oryctes rhinoceros* L
Sumber : Adearisandi.Wordpress.Com

Jumlah telurnya mencapai 30–70 butir atau lebih, dan menetas setelah kurang lebih 12 hari, siklus hidup kumbang ini antara 4-9 bulan, namun pada umumnya 4-7.

2. Larva

Larva yang baru menetas berwarna putih dengan bagian mulut berwarna merah kecokelatan, dan memiliki panjang tubuh sekitar 7–8 mm. Larva yang telah dewasa memiliki panjang tubuh antara 60–105 mm dan lebar sekitar 25 mm. Permukaan tubuh larva ditumbuhi rambut-rambut pendek, seperti terlihat pada Gambar 4:



Gambar 4. *Instar Oryctes rhinoceros* L.
Sumber : Primer (2025)

Larva hidup pada bahan-bahan organik yang berasal dari tumbuhan yang belum mengalami pelapukan sempurna atau belum menjadi humus. Larva ini membutuhkan waktu antara 2 hingga 4 bulan untuk menyelesaikan tahap perkembangannya. Variasi waktu perkembangan tersebut terutama dipengaruhi oleh jenis makanan dan kondisi iklim. (Yosephine et al., 2023).

3. Pupa

Pupa berada di dalam tanah, yang memiliki warna coklat kekuningan yang berada dalam kokon yang dibuat dari bahan organik di sekitar tempat hidupnya. Pupa jantan berukuran sekitar 3- 5 cm, yang betina memiliki ukuran lebih pendek dibanding dengan pupa jantan. Pupa berwarna coklat berukuran, panjang 45 - 50 mm, lebar 22 mm pada gambar 5:



Gambar 5. Pupa *Oryctes rhinoceros* L.
Sumber : Kaskus.Com

Calon alat mulut, sayap, dan tungkai tampak jelas pada fase kepompong. Pada bagian kepala juga terlihat sepasang cula. Kepompong berada di dalam kokon yang dibuat dari tanah atau sisa-sisa serat tanaman. Lama stadium kepompong berkisar antara 19–27 hari, dengan rata-rata 20 hari. (Yosephine et al., 2023).

4. Dewasa

Kumbang dewasa yang baru terbentuk tidak langsung keluar, melainkan masih berlindung di dalam kokon selama 14–28 hari. Kumbang memiliki tubuh berwarna hitam dengan bagian bawah berwarna coklat kemerahan. Ukuran panjang tubuhnya sekitar 40 mm dan lebar 20 mm. Ukuran tanduk sangat bervariasi, tergantung pada kondisi tempat perkembangan larva kumbang tanduk. Kumbang jantan memiliki cula yang lebih panjang dibandingkan kumbang betina, seperti terlihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Kumbang Dewasa *Oryctes rhinoceros* L.
Sumber : Adearisandi.Wordpress.Com

kumbang tanduk berubah dari warna keputihan sampai berwarna hitam antara lima sampai enam hari. Walaupun imago ini sudah berwarna hitam tetapi masih lunak jika ditekan (Yosephine et al., 2023).

2.1.4.3 Faktor Penyebaran Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Berdasarkan penelitian Yustina (2011) dalam Lubis (2022), penyebaran kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, terutama suhu, kelembapan, dan kecepatan angin. Suhu optimal untuk perkembangan larva berkisar antara 15–25°C, sementara kelembapan udara yang ideal untuk populasi kumbang ini adalah 70–80%. Selain itu, kecepatan angin juga berperan penting, semakin tinggi tajuk tanaman semakin rendah kecepatan angin di sekitarnya, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih cocok bagi kumbang tanduk untuk berkembang biak.

Arief et al., (2024) menyatakan kumbang tanduk sering ditemukan di tumpukan batang dan bahan organik yang membusuk, terutama di area replanting kelapa sawit. Bahan sisa organik seperti kotoran hewan dan serasah daun menjadi habitat utama larva karena menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya. Pengelolaan bahan organik di perkebunan, perlu diperhatikan untuk mengurangi risiko serangan hama ini.

2.1.4.4 Gejala Serangan Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Menurut Yosephine et al., (2023), serangan kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) menyebabkan gejala berupa bekas gerakan pada tajuk tanaman, khususnya di bagian daun yang masih tertutup (janur). Kumbang dewasa aktif terbang menuju pucuk kelapa sawit pada malam hari dan masuk ke dalam tanaman

melalui celah ketiak pelepah daun bagian atas, terutama pelepah ke-3, 4, atau 5 dari puncak. Pada tanaman kelapa sawit yang masih berumur satu tahun atau lebih muda, serangan biasanya terjadi di pangkal batang dekat permukaan tanah.

Kumbang menyerang bagian pucuk dan pangkal daun muda yang belum membuka, sehingga merusak jaringan aktif yang berperan dalam pertumbuhan. Kumbang menggerek dan memakan helaian daun, yang mengakibatkan daun terpotong-potong atau tampak tergantung membentuk pola seperti huruf “V” saat daun membuka. Gejala ini merupakan ciri khas serangan *Oryctes rhinoceros* L. Serangan dapat dilakukan oleh baik kumbang jantan maupun betina. Apabila titik tumbuh yang diserang, pohon kelapa akan mati karena tidak mampu menghasilkan daun baru.



Gambar 7. Serangan Hama *Oryctes rhinoceros* L.
Sumber : Primer (2025)

Fadila et al., (2024) menyatakan serangan hama ini mengganggu proses fotosintesis, sehingga berdampak signifikan terhadap pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit, karena kumbang jantan atau betina yang menggerek selalu berpindah-pindah dari pohon yang satu ke pohon sekitarnya.

2.1.4.5 Teknik Pengendalian Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.)

Upaya yang umum dilakukan dalam pengendalian kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) adalah melalui berbagai metode, baik secara alami, kimia maupun mekanis. Teknik yang sering diterapkan meliputi pengelolaan tanaman penutup tanah, pencacahan batang pokok kelapa sawit yang telah ditebang, serta pengumpulan kumbang dan larva secara manual. Selain itu, pendekatan secara mekanik dan kimiawi juga digunakan untuk mengurangi populasi hama di

lapangan.

Beragam metode tersebut dapat diterapkan secara mandiri maupun secara terpadu dalam konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Namun demikian, penerapan teknik pengendalian tersebut sering kali menunjukkan keterbatasan efektivitas ketika diterapkan dalam skala yang lebih luas, seperti pada lahan perkebunan besar. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dan pendekatan yang lebih adaptif untuk mencapai hasil pengendalian yang optimal (Lubis, 2022).

Teknik pengendalian yang ramah lingkungan saat ini sedang ramai diuji coba dengan penggabungan metode mekanik menggunakan alat perangkap feromon. Menggunakan fermentasi sari buah yang memiliki aroma yang kuat untuk menciptakan feromon aroma pemikat alami. Menurut Wonorahardjo *et al.*, (2015) dalam Masriany *et al.*, (2020), Senyawa volatil dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hama hayati. Aroma yang dihasilkan oleh senyawa volatil mampu menarik perhatian serangga, sehingga dapat digunakan sebagai atraktan dalam pengendalian hama. Senyawa volatil ini dapat diekstraksi menggunakan metode ekstraksi berulang untuk memperoleh hasil yang optimal.

Wahyunita (2019) dalam penelitiannya, disebutkan bahwa tanaman yang menghasilkan buah dengan aroma kuat, seperti buah nanas dan buah nangka, mengandung senyawa volatil yang berasal dari daging dan kulit buah. Senyawa volatil tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai aroma alami yang dapat digunakan sebagai perangkap dalam upaya pengendalian hama.

2.1.5 Senyawa Kandungan Aroma Khas Buah Nanas

Feromon adalah substansi kimia yang dilepaskan oleh suatu organisme ke lingkungannya untuk berkomunikasi secara intraspesifik dengan individu lain dari spesies yang sama. Salah satu jenis feromon atraktan, yaitu metil eugenol, memiliki aroma khas yang berfungsi sebagai pemikat kuat terhadap hama tertentu. Feromon atraktan ini dapat dihasilkan dari senyawa volatil yang diproduksi oleh tanaman. (Aulia, 2020).

Tanaman yang diketahui mampu menghasilkan senyawa feromon atraktan secara alami adalah buah nanas. Buah ini mengeluarkan aroma khas yang berasal dari senyawa volatil, yaitu senyawa kimia yang mudah menguap dan menyebarkan bau ke udara. Aroma tersebut terbukti menarik perhatian serangga jantan, karena

dianggap menyerupai feromon seks yang secara alami dikeluarkan oleh serangga betina sebagai alat komunikasi untuk kawin.

Kemampuan buah nanas dalam mengeluarkan senyawa volatil menjadikannya potensial sebagai atraktan alami dalam pengendalian hama, khususnya hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.). Penggunaan bahan alami ini menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan penggunaan feromon sintetis atau insektisida kimia (Caesarita, 2011).

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Candra (2020), menggunakan perangkap dengan feromon alami dari buah nanas sebagai alternatif pengganti feromon kimiawi untuk memerangkap kumbang tanduk. Pada penelitian tersebut buah nanas yang diletakkan disebuah perangkap terbukti mampu menarik serangga herbivora di areal kebun sawit dengan aromanya. Penelitian yang juga menggunakan feromon dari buah nanas untuk mengendalikan hama kumbang tanduk dilakukan oleh Wahyunita, (2019) menurutnya senyawa volatil yang terkandung pada nanas mampu menarik serangga kumbang tanduk untuk masuk ke dalam perangkap.

Berdasarkan penelitian Wei et al., (2011), karakteristik senyawa volatil aroma dari berbagai bagian nanas dianalisis dengan *mikroekstraksi* fase padat-*headspace* (HS-SPME) dan *kromatografi gasspektrometri* massa (GC/MS). Senyawa volatil utama adalah *ester*, *terpen*, *keton* dan *aldehida*. Jumlah dan kandungan senyawa aroma yang terdeteksi pada pulp lebih tinggi dibandingkan pada inti. Pada pulp, senyawa aroma yang khas adalah *etil 2-metilbutanoat*, *etil heksanoat*, *2,5-dimetil-4-hidroksi-3(2H)-furanon (DMHF)*, *dekanal*, *etil 3 (metiltio)propionat*, *etil butanoat*, dan *etil (E)-3-heksenoat*; sedangkan pada bagian inti senyawa utamanya adalah *etil 2-metilbutanoat*, *etil heksanoat* dan *DMHF*.

Unit bau tertinggi ditemukan berhubungan dengan *etil 2-metilbutanoat*, diikuti oleh *etil heksanoat* dan *DMHF*. Satuan bau yang ditemukan pada pulp lebih tinggi dibandingkan pada inti. pada buah nanas terdapat adanya 44 senyawa volatil, dimana 18 diantaranya adalah ester, 17 adalah terpen, dan empat adalah alkena. pada tabel 2:

Tabel 2. Aroma Senyawa Volatil Pada Daging Buah Dan Inti Nanas.

Kategori	Nama Majemuk	Satuan ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)		
		Bubur	Inti	
Ester	<i>Etil butanoat</i>	6.09	-	
	<i>Etil 2-metilbutanoat</i>	10.16	-	
	<i>Metil heksanoat</i>	24.96	7.55	
	<i>Etil heksanoat</i>	106.21	48.42	
	<i>Etil (E)-3-heksenoat</i>	5.81	-	
	<i>Metil 3-(metiltio)propanoat</i>	27.38	10.65	
	<i>2,3-Butanediol diasetat</i>	4.55	4.10	
	<i>Etil 3-(metiltio)propanoat</i>	91.21	42.67	
	<i>Etil 3-asetoksibutirat</i>	3.68	3.03	
	<i>Metil 4-oktenoat</i>	2.23	-	
	<i>Metil oktanoat</i>	8.39	3.19	
	<i>Etil 3-hidroksi heksanoat</i>	23.55	19.84	
	<i>Dietil suksinat</i>	1.17	0,88	
	<i>Etil 4-oktenoat</i>	18.34	12.24	
	<i>Etil nonanoat</i>	59.88	-	
	<i>Etil fenilasetat</i>	1,98	3.31	
	<i>Metil dekanoat</i>	1.02	-	
	<i>Etil dekanoat</i>	11.11	3.67	
	Terpen	<i>α-Terpineol</i>	-	1.54
<i>(+)-Sativene</i>		2.35	-	
<i>β-Karyofilena</i>		-	2.58	
<i>(+)-sikloisosatif</i>		1.55	2.28	
<i>α-kubus</i>		11.0	-	
<i>Kopeena</i>		-	19.16	
<i>β-Elemen</i>		2.98	3.92	
<i>β-kubus</i>		0,65	-	
<i>(+)-Calarene</i>		-	1.26	
<i>γ-Amorfena</i>		10.87	19.65	
<i>β-Selinene</i>		3.66	-	
<i>α-Muurolena</i>		22.23	28.94	
<i>β-Guaiene</i>		0,58	-	
<i>valensi</i>		-	1.10	
<i>(+)-δ-Cadiena</i>		4.91	7.27	
<i>α-Calacorene</i>		0,99	1.32	
<i>(Z)-β-Diperkirakan</i>		1.44	-	
Lakton		<i>γ-Heksanolakton</i>	2.76	2.61
Keton		<i>DMHF</i>	3.19	-
	<i>2,10,10-</i>	-	2.80	
	<i>Trimetiltrisiklo[7.1.1.0(2,7)]undes</i> <i>- 6-in-8-satu</i>			
Aldehida	<i>Nonanal</i>	-	3.91	
	<i>dekanal</i>	2.94	3.20	
Hidrokarbon	<i>1,3,5,8-Undecatetraene</i>	5.13	9.06	
	<i>Eudesma-4(14),11-diena</i>	-	6.03	
	<i>1,2,4,8-Tetrametilbisiklo[6.3.0]undeca-</i>	-	4.42	

Lanjutan Tabel 2

	2,4- diena Nonilsiklopropana	-	3.56
Total	484,95	284.16	Total

Keterangan : Senyawa identifikasi bersifat tentatif

Sumber : BinWei *et al.*, (2011)

2.1.6 Kandungan Senyawa Fermentasi Bonggol Pisang

Tanaman pisang khususnya bagian rimpang/bonggol pisang memiliki kandungan yang dapat diolah untuk menghasilkan zat semiokimia kairomones. Hal ini dapat dijadikan bahan kombinasi feromon didalam pengendalian hama (Tinzaara *et al.*, 2005). Potensi kandungan pati bonggol pisang yang besar, dapat dimanfaatkan juga

sebagai alternatif bahan baku mendapatkan senyawa etanol (Solikhin *et al.*, 2012). Senyawa etanol ini dibutuhkan untuk menyebar luaskan aroma volatil yang terkandung pada feromon agar aroma semakin menyebar dan kuat memikat serangga (Park *et al.*, 2020).

Tabel 3. Komposisi Kimia Bonggol Pisang

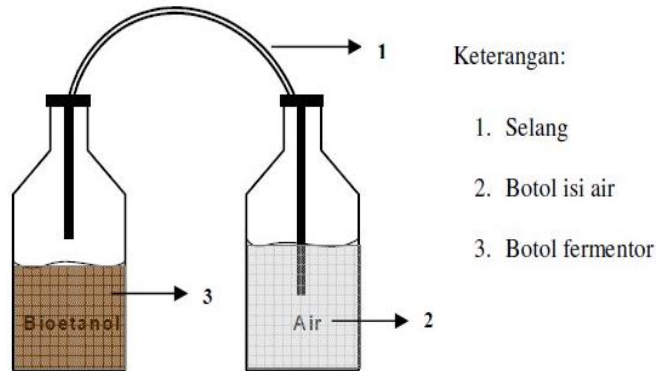
Komponen	Basah	Kering
Pati (%)	96	76
Kalori (%)	43	425
Protein (%)	0,6	3,4
Karbohidrat (%)	11,6	66,2
Ca (%)	60	150
P (%)	0,5	2
Fe (%)	0,11	0,04
Vitamin (%)	12	4
Air (%)	86	20

Keterangan : Uji lab menunjukan tingginya kandungan pati dan karbohidrat

Sumber : Dir. Gizi, 1979 dalam Solikhin *et al.*, (2012)

Menurut Warsa *et al.*, (2013) limbah pohon pisang menghasilkan 48,26% pati yang merupakan sumber bahan organik yang dapat dijadikan etanol. Pembuatan etanol dari bonggol pisang menggunakan proses hidrolisis dan fermentasi. duksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (*glukosa*) dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis asam dan secara enzimatik. Glukosa yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses fermentasi atau peragian dengan

menambahkan yeast atau ragi sehingga diperoleh bioetanol sebagai sumber energi. Proses fermentasi pada gambar 8 :



Gambar 8. Rangkaian Alat Fermentasi
 Sumber : Solikhin *et al.*, 2012

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan senyawa hasil dari proses fermentasi bahan organik, dan dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang mengandung gula, atau dari bahan yang dapat dikonversikan menjadi gula seperti pati dan selulosa. Bahan yang mengandung gula sederhana merupakan sumber paling mudah dikonversikan menjadi etanol, namun bahan berpati seperti biji-bijian, serta limbah pertanian seperti bonggol pisang, juga memiliki potensi tinggi sebagai bahan baku.

Etanol yang juga dikenal sebagai etil alkohol adalah salah satu jenis alkohol. Meskipun "etanol" dan "alkohol" sering digunakan secara bergantian, keduanya mengacu pada satu senyawa kimia yang sama, yaitu C_2H_5OH . Etanol memiliki karakteristik fisik berupa cairan bening, tidak berwarna, dan mudah menguap. Senyawa ini dihasilkan melalui fermentasi tanaman yang mengandung gula atau pati (Cahyaningtyas dan Sindhuwati, 2021). Hasil fermentasi bonggol pisang pada tabel 4:

Tabel 4. Kadar Etanol Total Penambahan Starter *Saccaromyces Cerevisiae*

Variable Fermentasi	Waktu (hari)	Kadar etanol (%v/v)
8 % Starter	2	4,20
	3	4,91
	5	6,30
	7	6,30
	8	6,13
	2	5,49

Lanjutan Tabel 4

9 % Starter	3	5,76
	5	8,50
	7	9,90
	8	9,66
10 % Starter	2	5,42
	3	5,71
	5	8,43
	7	9,82
	8	9,58

Keterangan : Dari Tabel atas dapat dilihat bahwa semakin lama proses fermentasi maka akan semakin banyak kadar total etanol yang dihasilkan.

Sumber : Warsa *et al.*, (2013)

2.2 Hasil Pengkajian Terdahulu

Pengkajian terdahulu digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini, namun tidak sama secara keseluruhan sehingga pengkajian yang dilakukan tetap bersifat orisinal. Bertujuan untuk mengetahui metode pengendalian hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L). Pengkajian terdahulu bukan dimaksudkan sebagai bentuk penjiplakan, melainkan untuk mencari relevansi dan memperkuat landasan teoritis dari penelitian ini. Kajian terdahulu tersebut disajikan dalam Tabel 5:

Tabel 5. Pengkajian Terdahulu Pangendalian Hama *Oryctes rhinoceros* L

No	Judul/Penulis	Metode	Hasil
1	Candra, R., Meganningrum, P., Prayudha, M., & Susanti, R. (2019). Inovasi Baru Buah Nanas Sebagai Alternatif Pengganti Feromon Kimiawi Untuk Perangkap Hama Penggerek Batang (<i>Oryctes Rhinoceros</i> L.) Pada Tanaman Kelapa Sawit Di Areal Tanah Gambut New Innovation Of Pineapple As An Alternative Of Chemical Feromone Replacement For (<i>Oryctes Rhinoceros</i> L.) In Palm Oil Plants In Peatland Area.	Data hasil penelitian dianalisis dengan metode Analisis Of Varians (ANOVA) dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial yang terdiri dari 5 taraf	1. Buah nanas memiliki aroma yang mampu menarik serangga herbivora diareal kebun kelapa sawit. 2. Pemberian buah nanas berpengaruh nyata terhadap <i>Oryctes rhinoceros</i> yang terperangkap. Dengan perlakuan terbaik terdapat pada P5 dengan rata-rata 13.8.

Lanjutan Tabel 5

2	Hidayat, R., Rizal, K., Ayu Putri Septyani, I., & Hariyati Adam, D. (2024). Pengendalian Hama Kumbang Tanduk Menggunakan Poc Air Nira Dan Nanas Pada Tanaman Kelapa Sawit Di Desa Binanga Dua Kabupaten Labuhan Batu Selatan Control Of Horny Beetle Pest Using Nira Water And Pineapple Lof On Oil Palm Plants In Binanga Dua Village, South Labuhan Batu Regency.	Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan	Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan POC ekstrak nanas dan air nira dapat secara efektif menekan populasi kumbang tanduk, kemampuan tinggi dalam menyebabkan kematian kumbang tanduk dan mengurangi jumlah hama yang tertangkap.
3	Sejati, H., Parinduri, S., Ningsih, T., & Margolang, R. H. (2022). Efektifitas Penggunaan Fruit Trap Berbahan Nanas Dan Berbagai Warna Lampu Sebagai Perangkap Kumbang Tanduk (<i>Oryctes Rhinoceros</i>) Pada Tanaman Belum Menghasilkan Kelapasawit (<i>Elaeis Guineensis</i> Jacq).	Data hasil penelitian dianalisis dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial	Perlakuan P1 (lampu kuning + nanas) merupakan perlakuan paling efektif dengan perolehan kumbang tanduk tertinggi yaitu 146 ekor sedangkan perlakuan P4 (lampu merah + nanas)
4	Rahmawati, A., & Barokah, M. (2024). Pemanfaatan Sari Buah Nanas Dan Air Nira Fermentasi Sebagai Perangkap Pengganti Feromon Pada Lahan Kelapa Sawit (<i>Elaeis Guineensis</i> Jacq).	Penelitian dilakukan secara penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan enam perlakuan berupa kombinasi bahan feromon yang diulang sebanyak 4 kali.	Campuran sari nanas dan air nira fermentasi menghasilkan aroma yang dapat menarik kumbang tanduk. Dan jumlah tertinggi kumbang tanduk yang tertangkap, dengan rata-rata tertinggi 35,5 ekor per hari pada perlakuan N5, sedangkan jumlah paling rendah ialah 44 dengan rata-rata 11 ekor / hari.

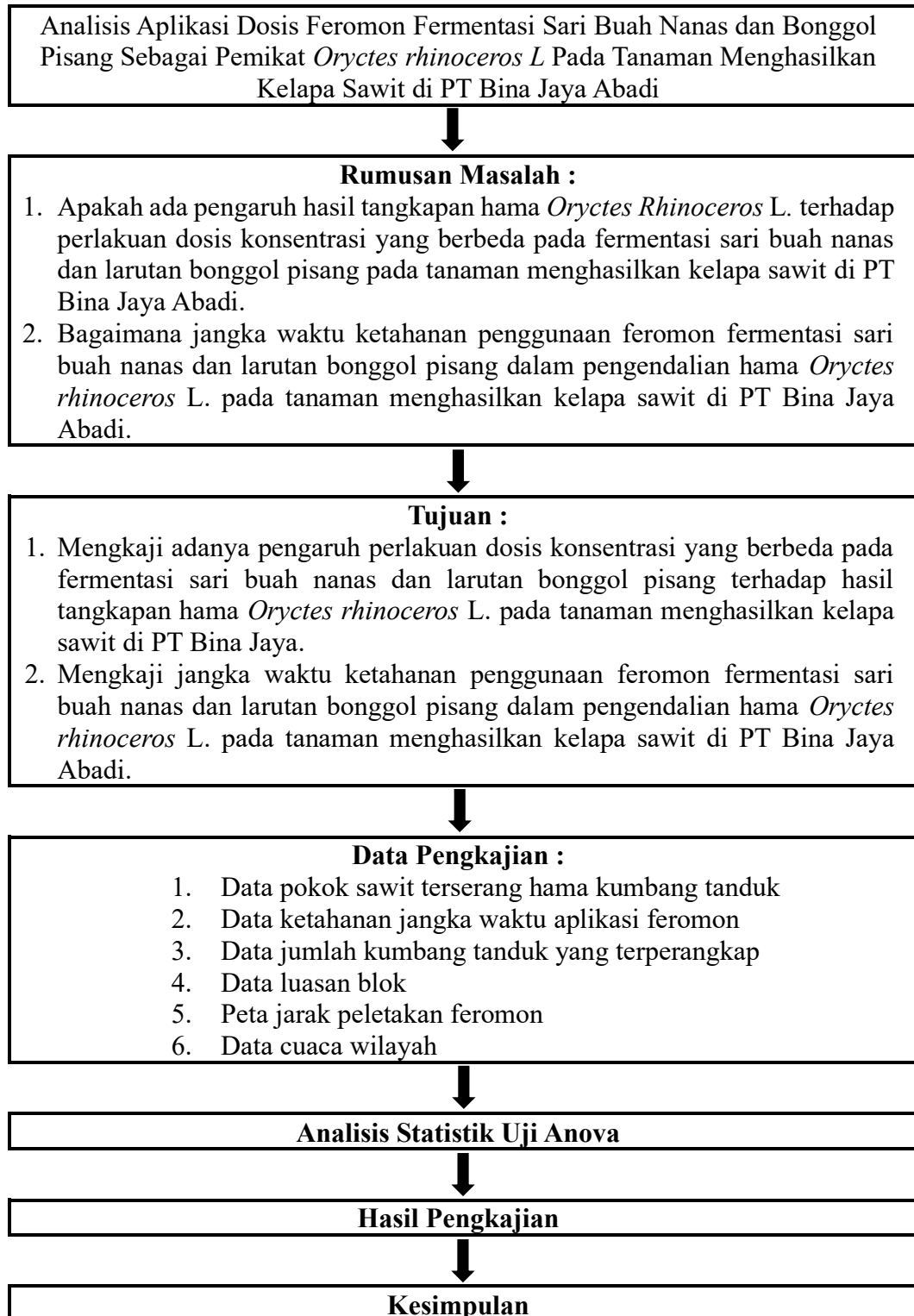
Lanjutan Tabel 5

5	Hardiansyah, R., Walida, H., Dalimunthe, B. Ainy, & Harahap, F. S. (2022). Pest Control Of Horn Beetls (<i>Oryctes Rhinoceros</i> L.) With The Utilization Of Pineapple Juice And Nira As Alternative Ferotrap Traps In Lahan Tani Jaya Palm Oil Plantations Rokan Hilir.	Penelitian ini adalah menggunakan metode deskriptif dengan menghitung rataan hama kumbang tanduk yang tertangkap dan menganalisisnya dengan membandingkan pada berbagai literatur.	Persentase jenis kelamin kumbang tanduk yang tertangkap paling tinggi adalah berjenis kelamin jantan yaitu sebesar 62,5%, dan jenis kelamin betina sebesar 37,5%. Dengan demikian, pemanfaatan sari buah nanas dan air nira dapat dijadikan sebagai perangkap ferotrap alternatif untuk mengendalikan hama kumbang tanduk.
6	Masriany, M., Sari, A., & Armita, D. (2020). Diversitas Senyawa Volatil Dari Berbagai Jenis Tanaman Dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama Yang Ramah Lingkungan.	Kajian deskriptif	Senyawa volatil yang dilepaskan dari tumbuhan berasal dari berbagai organ yaitu: batang, bunga dan daun. Kelompok senyawa volatil berupa terpenoid, alkaloid, tannin, steroid, Benzen dan derivat asam lemak.
7	Munawaroh, L., Wirman, S. P., Fitrya, N., Syahputra, R. F., & Gesriantuti, N. (2023). A Novel Approach For Automated Rhinoceros Beetle Control In Oil Palm Replanting: Pineapple Peel-Derived Pheromone Trap.	Rancangan Acak Langsung (RAL)	Uji densitas cairan memvalidasi kesesuaian massa jenis sampel dengan air, memberikan keyakinan bahwa pendekatan ini dapat diaplikasikan secara efektif dalam kondisi lapangan yang mencerminkan realitas tanaman.
8	Yosephine, I. O., Manurung, S., Br Trg, R. F., Auliah, I. H., & Hardiansyah. (2023). Pengendalian Hama Kumbang Tanduk (<i>Oryctes Rhinoceros</i>) Menggunakan Fruit Trap Dengan Kandungan Buah Nanas Di Desa Payarengas	Penyuluhan responden kepada masyarakat	Pemasangan fruit trap dengan kandungan buah nanas dilahan menunjukkan potensi sebagai pengendali hama kumbang tanduk secara alami. Dengan adanya kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat memberikan edukasi dan inovasi bagi petani kelapa

Lanjutan Tabel 5

	Kecamatan Hinai Kabupaten Langkat.		sawit dalam pengendalian hama kumbang tanduk dengan menggunakan fruit trap berbahan nanas
9	Arief, A. F., Santi, I. S., & Tarmadja, S. (2024). Pengendalian Kumbang Tanduk (<i>Oryctes Rhinoceros</i>) Secara Terpadu Di Ptpn Iv Unit Adolina Afdeling II Blok22c.	Penelitian dilakukan secara penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)	Penggunaan nanas trap dapat menurunkan persebaran hama kumbang tanduk secara signifikan, juga lebih ekonomis dibandingkan yang lain dan pengaplikasiannya cukup mudah, akan tetapi dengan kekurangan masa penggunaan yang sangat singkat.
10	Luhukay, R., Sahetapy, B., & Umasangadji, A. (2017). Uji Efektivitas Beberapa Jenis Perangkap Terhadap Kumbang Tanduk (<i>Oryctes Rhinoceros</i> L.) (Coleoptera; Scarabaeidae).	Tiap perlakuan dengan menggunakan analisis kuantitatif sederhana.	Jenis perangkap yang paling efektif terhadap kumbang tanduk (<i>O. rhinoceros</i> L.) adalah perangkap dengan feromon.

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 9. Kerangka Pikir
Sumber : Primer (2025)

2.4 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan serta didukung dengan beberapa informasi dan hasil pengamatan awal di lokasi, maka dapat disusun suatu hipotesis sebagai bentuk kesimpulan sementara. Adapun hipotesis pada pengkajian ini adalah :

1. Pengaruh perlakuan dosis yang berbeda pada fermentasi sari buah nanas dan larutan bonggol pisang dapat mempengaruhi hasil tangkapan hama kumbang tanduk pada tanaman menghasilkan kelapa sawit di PT Bina Jaya Abadi.
2. Perlakuan dosis fermentasi sari buah nanas dan larutan bonggol pisang yang berbeda dapat mempengaruhi jangka waktu ketahanan penggunaan feromon dalam pengendalian hama kumbang tanduk pada tanaman menghasilkan kelapa sawit di PT Bina Jaya Abadi.