

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Efektivitas

Efektivitas secara umum diartikan sebagai tingkat keberhasilan suatu kegiatan atau metode dalam mencapai tujuan yang sudah ditentukan. Istilah ini mencerminkan hubungan antara upaya yang dilakukan dengan hasil yang diperoleh serta kesesuaian hasil tersebut dengan target yang diharapkan. Secara etimologis, efektivitas berasal dari kata "efek" yang artinya ada hubungan antara usaha yang dilakukan dan hasil yang tercapai. Menurut Poerwadarminta (2007) yang dikutip dalam Al-Bantani (2022), suatu kegiatan dianggap efektif jika memberikan hasil nyata sesuai dengan tujuan dan manfaat yang direncanakan. Efektivitas juga mengukur kesesuaian antara proses pelaksanaan dan pencapaian tujuan.

Uji efektivitas warna cahaya lampu dilakukan untuk mengetahui cahaya yang paling baik menarik *Apogonia* sp., baik jantan maupun betina. Berdasarkan penelitian oleh Sejati *et al.* (2022) menilai efektivitas *light trap* dapat melalui beberapa indikator seperti jumlah individu hama yang tertangkap dalam waktu tertentu dan perbandingan jumlah tangkapan berdasarkan warna cahaya. Rasio jantan dan betina juga penting untuk memahami perilaku fototaksis dan tangkapan serangga non-target. Indikator tersebut digunakan untuk mengevaluasi efektivitas warna cahaya dalam menarik dan mengurangi populasi *Apogonia* sp. Hasil tangkapan dianalisis secara kuantitatif untuk memahami dampaknya terhadap dinamika populasi hama di lapangan.

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

A. Klasifikasi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah tanaman penting dalam bidang perkebunan yang menjadi salah satu komoditas utama di Indonesia. Berikut klasifikasi ilmiah kelapa sawit (Lubis *et al.*, 2024) :

Divisi : *Spermatophyta*
Sub divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Liliopsida*

Ordo : *Monocotyledonae*
Famili : *Arecaceae*
Subfamili : *Cocoideae*
Genus : *Elaeis*
Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq

Secara morfologi, tanaman kelapa sawit memiliki batang yang lurus dan tegak, akar yang tumbuh secara serabut, serta daun yang besar dan berbentuk seperti daun palem dengan ujung yang menyirip (Idris *et al.*, 2020). Tanaman ini menghasilkan bunga jantan dan betina secara terpisah, serta menghasilkan buah yang berbentuk bulat hingga oval yang berkumpul dalam tandan besar. Setiap buah terdiri dari bagian yang berisi minyak (endosperma) dan bagian inti (kernel), sehingga memperkuat peran kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak nabati. Berikut morfologi dari tanaman kelapa sawit :

a. Akar

Sistem akar kelapa sawit adalah akar serabut yang tidak memiliki akar tunggang. Akar terdiri dari akar primer, sekunder, dan tersier dengan struktur radial yang menyebar. Akar dapat menembus tanah hingga 1 hingga 1,5 meter dan menyebar horizontal hingga 2 meter. Akar kelapa sawit dapat beradaptasi dengan genangan air dan salinitas melalui pembentukan aerenchyma dan penebalan akar lateral. Sistem akar ini penting untuk menyerap nutrisi dari tanah di perkebunan tropis.

b. Batang

Batang kelapa sawit termasuk dalam tumbuhan monokotil, tumbuh tegak dan tidak bercabang. Pada tahap awal tumbuh batang masih menunjukkan bekas pelepah daun yang tersusun rapat. Setelah usia lebih dari 10 tahun bekas pelepah mulai lepas dan batang terlihat lebih jelas. Diameter batang berkisar antara 30 hingga 60 cm tergantung jenis varietasnya. Struktur batang terdiri dari serabut dan jaringan vaskuler yang tersebar, bukan berbentuk kambium melingkar seperti pada tumbuhan dikotil. Hal ini menyebabkan pertumbuhan diameter batang tidak terlalu besar. Menurut Abdiansyah *et al.* (2022), perbedaan bentuk batang pada dua varietas sawit yaitu tenera dan dura, dipengaruhi oleh faktor genetik serta kemampuan tanaman untuk beradaptasi dengan iklim tropis yang lembap.

c. Daun

Daun kelapa sawit adalah daun yang memiliki bentuk majemuk menyirip dan tumbuh dari satu titik tumbuh yaitu ujung batang. Daun terdiri dari pelepah, tulang daun utama, dan ratusan daun kecil yang tumbuh memanjang. Panjang daun bisa mencapai 6 hingga 8 meter pada pohon yang sudah dewasa. Karakteristik daun ini sangat penting dalam proses fotosintesis dan pembentukan tandan buah. Ukuran serta sudut daun bisa berbeda-beda karena pengaruh usia tanaman, kondisi nutrisi tanah, dan jenis varietas yang ditanam. Menurut Hardiyanti *et al.* (2025), pemberian mikoriza pada tanaman kelapa sawit muda dapat meningkatkan jumlah daun, panjang tulang daun serta luas daun yang berfungsi untuk fotosintesis pada tahap awal pertumbuhan.

d. Bunga

Kelapa sawit merupakan tanaman yang memiliki bunga jantan dan betina pada satu pohon, tetapi kedua jenis bunga tersebut terpisah dalam satu tandan. Bunga jantan berbentuk malai dan menghasilkan banyak serbuk sari, sedangkan bunga betina berbentuk bulat dengan banyak bakal buah. Perkembangan bunga mengikuti skala fenologi BBCH dan sangat dipengaruhi oleh kondisi fotosintesis serta kandungan nutrisi pada tanaman. Menurut Abdiansyah *et al.* (2022), menunjukkan bahwa jenis varietas mempengaruhi jarak waktu pembungaan, ukuran spikelet, serta keselarasan fase pembentukan buah.

e. Buah

Buah kelapa sawit berbentuk bulat hingga oval tergantung jenisnya dan tumbuh berkelompok dalam tandan. Tandan ini bisa mencapai berat 10 hingga 30 kilogram. Secara morfologis buah kelapa sawit terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu eksokarp yang merupakan lapisan kulit luar, mesokarp yang merupakan daging buah yang mengandung minyak sawit mentah atau CPO, dan endokarp yang merupakan cangkang buah. Ketebalan dari lapisan mesokarp dan cangkang merupakan ciri genetik penting yang digunakan untuk membedakan tiga jenis buah kelapa sawit, yaitu dura, pisifera, dan tenera. Menurut Fathoni *et al.* (2023), menunjukkan bahwa kelapa sawit dari angola memiliki variasi yang cukup besar pada warna buah, ketebalan mesokarp, serta rasio minyaknya yang menunjukkan keragaman fenotipik untuk memperbaiki jenis varietas kelapa sawit.

B. Syarat Tumbuh Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

a. Iklim

Tanaman kelapa sawit tumbuh baik di iklim tropis basah yang memiliki keseimbangan antara hujan, cahaya matahari, suhu, dan kelembapan udara. Kombinasi keempat faktor ini mempengaruhi kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis, fenologi pembungaan, serta pembentukan tandan buah (Teh *et al.*, 2024). Iklim yang relatif seragam sepanjang tahun memberikan pasokan air yang cukup dan menjaga kestabilan pertumbuhan tanaman sehingga hasil produksi Tandan Buah Segar (TBS) menjadi lebih konsisten.

b. Curah Hujan

Curah hujan sangat penting bagi pertumbuhan tanaman sawit karena dapat menentukan kecukupan air yang dibutuhkan untuk proses transpirasi, fotosintesis, dan pembentukan tandan. Secara umum, sawit membutuhkan curah hujan tahunan sekitar 1500 hingga 3000 mm dengan distribusi hujan yang relatif merata sepanjang tahun agar tidak terjadi stres karena air yang dapat mengganggu pembungaan dan pembentukan buah (Delgado *et al.*, 2024).

c. Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat (elevasi) mempengaruhi kondisi iklim mikro seperti suhu rata-rata, intensitas sinar matahari, dan tingkat kelembapan sehingga mempengaruhi proses fisiologis tanaman kelapa sawit. Aktivitas seperti fotosintesis, penguapan air, dan pertumbuhan tanaman umumnya lebih baik di dataran rendah hingga ketinggian sedang (≤ 600 m dpl), sedangkan di ketinggian yang lebih tinggi (> 600 m dpl) sering kali terjadi penurunan proses fisiologis akibat suhu dan tekanan uap yang berbeda (Santi *et al.*, 2023). Perbedaan ketinggian mempengaruhi siklus hidup tanaman dan tingkat hasil panen, sehingga biasanya disarankan untuk menanam kelapa sawit di ketinggian di bawah 600 m dpl agar bisa mendapatkan hasil yang ekonomis.

d. Suhu

Suhu lingkungan menjadi faktor utama yang mengatur kecepatan metabolisme dan proses fenologi pada tanaman kelapa sawit. Suhu optimal berada dalam kisaran 24–28°C, sedangkan penurunan atau kenaikan suhu secara terus-menerus dapat menyebabkan gangguan pada fungsi fisiologis tanaman

(Martin *et al.*, 2024). Perubahan suhu pada malam hari serta kenaikan rata-rata suhu tahunan dapat mengurangi efisiensi pembungaan serta mengganggu keselarasan antara bunga jantan dan betina, sehingga mempengaruhi tingkat penyerbukan dan pembentukan buah.

e. Sinar Matahari

Lama penyinaran mempengaruhi kecepatan fotosintesis dan pembentukan cadangan karbohidrat yang diperlukan untuk pertumbuhan bunga dan buah. Ketersediaan radiasi matahari yang cukup sangat penting untuk mendukung fotosintesis dan produktivitas tanaman kelapa sawit (Teh *et al.*, 2024). Kualitas sinar (intensitas dan spectrum) juga penting dalam teknik pertanian seperti naungan sebagian atau agroforestri. Sinar yang terlalu banyak atau berfluktuasi dapat mengurangi efisiensi reaksi kimia pada tanaman dan meningkatkan kehilangan air (Dubos *et al.*, 2022).

f. Tanah

Persyaratan tanah untuk tanaman kelapa sawit meliputi tekstur yang memudahkan drainase dan aerasi akar, pH tanah yang sesuai (biasanya antara 4,5 hingga 6,5) kedalaman solum yang cukup (>80 cm), serta kandungan bahan organik yang memadai untuk mendukung pertumbuhan akar dan ketersediaan nutrisi (Dubos *et al.*, 2022). Tanaman ini sangat rentan terhadap kondisi drainase yang buruk jika tanah tergenang oksigen yang dihirup akar akan berkurang sehingga menyebabkan gangguan fisiologis dan meningkatkan risiko penyakit (Thandapani *et al.*, 2024). Kualitas tanah menunjukkan bahwa pada tanah bertekstur lempung dengan drainase baik dan pH moderat, produktivitas dan respon terhadap pemupukan lebih efisien namun sebaliknya pada tanah gambut atau sulfat masam dibutuhkan perlakuan khusus seperti drainase, ameliorasi, dan tambahan nutrisi untuk mencapai produksi yang ekonomis (Sham *et al.*, 2024).

2.1.3 Hama Kumbang Malam (*Apogonia* sp.)

A. Klasifikasi Hama Kumbang Malam (*Apogonia* sp.)

Genus *Apogonia* termasuk dalam keluarga *Scarabaeidae* yang umumnya dikenal sebagai kumbang yang memakan daun dan akar. Menurut Sazali *et al.* (2023), menegaskan bahwa beberapa spesies dari genus *Apogonia*, seperti *A. destructor*, ditemukan di berbagai sistem ekosistem pertanian di Asia Tenggara

dan bisa menjadi hama bagi tanaman perkebunan. Selain itu, penelitian tentang populasi kumbang malam oleh Devi *et al.* (2022), menunjukkan bahwa *Apogonia expeditions* sering ditemukan di areal pembibitan kelapa sawit sehingga memperkuat bahwa *Apogonia* merupakan hama penting di daerah tropis Asia. Berikut klasifikasi *Apogonia* (Kalshoven, 2022) :

Divisi : *Animalia*
Sub divisi : *Arthropoda*
Kelas : *Insecta*
Ordo : *Coleoptera*
Famili : *Scarabaeidae*
Subfamili : *Melolonthinae*
Genus : *Apogonia*
Spesies : *A. expeditions*, *A. destructor*

B. Siklus Hidup Hama Kumbang Malam (*Apogonia* sp.)

a. Telur

Fase telur dari spesies *Apogonia* sp. dimulai ketika betina menempelkan telur di dalam tanah dan biasanya pada kedalaman beberapa sentimeter di bawah permukaan. Setiap betina bisa menghasilkan 80 telur yang diletakkan di berbagai tempat di tanah atau di bawah daun-daun yang berserakan (serasah) agar larva yang akan menetas memiliki peluang hidup yang lebih tinggi. Lama waktu telur menetas tergantung pada tingkat kelembapan dan struktur tanah, umumnya memakan waktu sekitar 7 sampai 10 hari sebelum menjadi larva. Betina memilih tempat menempelkan telur berdasarkan kualitas tanah seperti tanah yang mudah diatur, kaya akan bahan organik, serta memiliki tingkat kelembapan yang sesuai sehingga meningkatkan kemungkinan telur menetas dan larva bisa bertahan hidup (Effendi *et al.*, 2022).

b. Larva

Setelah menetas, larva *Apogonia* sp. memasuki fase tanah yang sangat merusak bagi tanaman inang. Bentuk larva ini mirip huruf “C” seperti keluarga *Scarabaeidae*, berwarna putih krem dengan kepala berwarna coklat. Mereka tinggal di dalam tanah dan memakan akar tanaman muda. Fase larva berlangsung sekitar 72 hari, kemudian larva akan menjadi prepupa selama 7–10 hari sebelum

berubah menjadi pupa. Aktivitas makan larva menyebabkan tanaman menguning, layu, dan tumbuh perlahan. Jika populasi larva banyak kerusakan akar bisa sangat parah. Mengecek keberadaan larva di tanah menjadi hal utama dalam mengendalikan hama karena intervensi lebih efektif jika dilakukan sebelum larva menjadi pupa atau imago dewasa (Effendi *et al.*, 2022).

c. Pupa

Setelah fase larva dan prepupa, larva membuat sebuah kepompong dari tanah atau sel tanah untuk berubah menjadi pupa. Fase pupa biasanya antara 12 sampai 16 hari tergantung pada kondisi tanah dan tingkat kelembaban. Di dalam kepompong, larva tidak makan tetapi mengalami perubahan bentuk fisik menuju bentuk dewasa. Tanah yang terlalu basah atau tergenang dapat menyebabkan metamorfosis gagal sehingga pengelolaan drainase tanah sangat penting untuk mengurangi jumlah kumbang dewasa (Effendi *et al.*, 2022). Fase pupa ini menjadi masa penting dalam siklus hidup *Apogonia* sp. karena gangguan atau intervensi pada tahap ini dapat menghambat munculnya bentuk dewasa yang akan merusak daun tanaman.

d. Imago (kumbang dewasa)

Kumbang dewasa muncul ke permukaan tanah terutama pada awal musim hujan dan aktif pada malam hari. Imago memakan daun muda tanaman seperti tanaman kakao, kelapa sawit, dan tanaman hortikultura lainnya yang menyebabkan gigitan tidak rata di tepi daun. Jika serangannya parah, daun bisa tinggal tulangnya saja. Masa hidup imago sekitar 30 sampai 45 hari dan betina bisa bertelur hingga 80 butir. Sehingga jumlah larva di tanah sangat berkaitan dengan tingkat serangan bentuk dewasa. Imago juga menunjukkan perilaku yang bergerak mendekati sumber cahaya dengan kemampuan terbang berkisar 1,5 m–2 m, sehingga penggunaan perangkap cahaya bisa menjadi cara efektif untuk memantau dan mengurangi populasi (Sitanggang, 2024).



Gambar 1. Imago *Apogonia* sp.

Sumber : Chua (2021)

C. Perbedaan Jenis Kelamin *Apogonia* sp.

Dalam kelompok *Scarabaeidae* berukuran kecil seperti *Apogonia* sp., individu jantan biasanya memiliki bentuk tubuh yang lebih ramping dan panjang. Bagian perutnya cenderung lebih kecil atau meruncing di bagian belakang, serta antenanya lebih panjang dengan lamela yang lebih terbuka, sehingga memudahkan dalam mendeteksi feromon dari betina. Selain itu, jantan umumnya lebih aktif bergerak terutama di malam hari saat mencari pasangan. Menurut Martínez-Pérez *et al.* (2022), perilaku terbang aktif ini merupakan ciri umum pada kumbang jantan dari famili *Scarabaeidae* yang berperan penting dalam proses perkawinan dengan mendeteksi sinyal kimia dan cahaya yang dikeluarkan oleh betina.

Betina memiliki tubuh yang lebih besar dan sedikit cembung, terutama di bagian perut belakang yang berguna untuk menyimpan telur. Ujung perut betina terlihat lebih bulat dan lebar karena adanya struktur ovipositor yang digunakan untuk menetasakan telur ke dalam tanah atau medium tanam. Antena betina biasanya lebih pendek dibandingkan jantan, dan aktivitas terbangnya lebih rendah. Betina biasanya tinggal di daerah bervegetasi setelah kawin untuk mencari tempat bertelur yang tepat. Menurut Martínez-Pérez *et al.* (2022), karakteristik morfologi ini penting untuk membedakan jenis kelamin pada kelompok *Chafer* kecil seperti *Apogonia* sp., meskipun secara visual kedua jenis kelamin tersebut tampak mirip dari jarak jauh.

D. Gejala Serangan Hama Kumbang Malam (*Apogonia* sp.)

Serangan kumbang *Apogonia* sp. pada tanaman dapat dikenali melalui pola kerusakan pada daun yang khas dan konsisten dengan aktivitas makan fase imago (dewasa). Menurut Wijerathna *et al.* (2024), imago dari genus *Apogonia* secara aktif memakan jaringan daun muda, terutama pada bagian tepi sehingga menghasilkan gigitan berbentuk melengkung menyerupai potongan bulat (*round-shaped margins*). Pola ini muncul karena imago memiliki rahang pengunyah yang kuat untuk menggigit jaringan epidermis daun dengan cara bertahap dari sisi luar menuju ke dalam. Aktivitas makan ini biasanya terjadi pada malam hari, karena *Apogonia* sp. bersifat nokturnal, sedangkan pada siang hari serangga dewasa bersembunyi di bawah permukaan tanah atau serasah kering. Gejala tersebut menjadi tanda visual yang menunjukkan serangan imago *Apogonia* sp.



Gambar 2. Gejala Serangan *Apogonia* sp.

Sumber : PKT Group (2026)

2.1.4 Perangkap Cahaya (*Light Trap*)

Perangkap cahaya adalah alat yang dibuat untuk menarik dan menangkap serangga malam hari dengan menggunakan cahaya sebagai daya tarik utamanya. Serangga yang aktif di malam hari umumnya menggunakan cahaya alami untuk menentukan arah terbang mereka, sehingga adanya cahaya buatan bisa mengganggu dan membuat mereka tertarik mendekati sumber cahaya tersebut (Van *et al.*, 2024). Beberapa jenis serangga seperti kumbang malam (*Apogonia* sp.), ngengat (*Noctuidae*), dan kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) yang sangat peka terhadap panjang gelombang cahaya tertentu, khususnya cahaya biru hingga ultraviolet (Hao *et al.*, 2023; Owens & Lewis, 2018). Lampu dengan warna yang memiliki panjang gelombang pendek biasanya lebih baik dalam menarik serangga seperti Coleoptera dan Lepidoptera dibandingkan menggunakan cahaya kuning atau merah (Boyes *et al.*, 2021).

Menurut Hidayati *et al* (2023), teknologi *light trap* kini semakin efisien, irit energi, dan ramah lingkungan. Teknologi ini menggunakan lampu LED dan sistem tenaga surya, sehingga bisa beroperasi tanpa membutuhkan listrik biasa. Inovasi ini membantu menerapkan pengendalian hama secara terpadu dalam sistem budidaya perkebunan karena dapat mengurangi jumlah hama tanpa harus menggunakan banyak insektisida kimia (Pradana *et al.*, 2020).

2.1.5 Prinsip Kerja Perangkap Cahaya (*Light Trap*)

Prinsip kerja perangkap cahaya bekerja berdasarkan sifat fototaksis positif alami serangga yang cenderung bergerak menuju sumber cahaya di malam hari, terutama pada serangga yang aktif di malam hari (Kasai dan Hironaka, 2024; Fabian *et al.*, 2024). Cahaya buatan dari lampu pada perangkap cahaya berperan sebagai rangsangan visual yang menyerupai cahaya alami, sehingga mengacaukan kemampuan serangga untuk menentukan arah terbang dan mengarahkannya untuk mendekati sumber cahaya tersebut (Mawan *et al.*, 2022). Serangga yang tertarik pada cahaya akan terbang mengelilingi lampu, menabrak permukaan perangkap, lalu jatuh ke dalam wadah penampung yang sudah disediakan di bawah sumber cahaya tersebut. Wadah penangkap biasanya berisi air sabun, alkohol, atau tali penangkap yang bertujuan mencegah serangga berusaha keluar lagi setelah tertangkap (Bjerge *et al.*, 2021).

Penggunaan *light trap* sering digunakan dalam kegiatan pemantauan dan pengendalian hama karena bersifat ramah lingkungan, mudah digunakan di lapangan, serta efektif dalam menangkap serangga yang aktif di malam hari tanpa mengandalkan bahan kimia sintetis (Hidayati *et al.*, 2023). Metode ini juga memungkinkan pengamatan terhadap komposisi serangga sasaran dan serangga non-target secara bersamaan, sehingga bisa membantu dalam menerapkan pengendalian hama secara terpadu di lingkungan pertanian perkebunan (Gebrezihher dan Gebreazgaabher, 2024).

2.1.6 Pengaruh Warna Cahaya Terhadap Hama Kumbang Malam

Serangga malam hari biasanya sangat peka terhadap warna dan jenis cahaya, sehingga hal ini menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan bagaimana efektivitas perangkap cahaya. Setiap jenis serangga memiliki tingkat sensitivitas penglihatan yang berbeda terhadap warna cahaya tertentu. Menurut penelitian

Mawan *et al.* (2022), cahaya buatan di malam hari, terutama cahaya yang memiliki energi tinggi (panjang gelombang pendek) bisa mempengaruhi cara serangga melihat dan berperilaku. Cahaya ini bisa membuat serangga lebih aktif mencari makan dan bergerak menuju sumber cahaya tersebut.

Secara fisiologi, kumbang malam *Apogonia* sp. (famili *Scarabaeidae*) memiliki reseptor penglihatan yang lebih sensitif terhadap cahaya biru dan ultraviolet, seperti sifat umum pada kumbang malam lainnya (Martínez-Pérez *et al.*, 2022). Respon ini berkaitan dengan cara serangga malam hari berpindah dan mencari makanan, sehingga pemilihan jenis lampu sangat penting untuk meningkatkan keberhasilan perangkap dalam mengawasi dan mengendalikan populasi hama di areal pembibitan kelapa sawit (Fabusova *et al.*, 2024). Secara umum, perbedaan cara serangga malam merespon berbagai warna cahaya dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Cahaya Putih (400–700 nm)

Cahaya putih memancarkan spektrum cahaya yang lengkap karena mampu mencakup seluruh panjang gelombang, mulai dari gelombang pendek hingga gelombang yang panjang. Sifat ini membuat cahaya putih mampu menarik berbagai jenis serangga, baik yang peka terhadap cahaya yang energinya tinggi maupun cahaya yang energinya rendah. Namun, cahaya putih tidak terlalu menarik kumbang malam karena cahaya putih menyebarkan energi secara merata di seluruh spektrum, sehingga tidak memberikan warna atau cahaya yang dominan untuk menarik kumbang malam secara spesifik. Oleh karena itu, cahaya putih bersifat umum dan bisa menarik serangga-serangga yang tidak diinginkan dalam jumlah yang cukup banyak dibandingkan dengan serangga target seperti *Apogonia* sp. (Said *et al.*, 2025).

b. Cahaya Hijau (500–560 nm)

Cahaya hijau berada di rentang panjang gelombang menenga yang biasanya kurang menarik bagi serangga malam. Kebanyakan serangga nokturnal lebih sensitif terhadap cahaya yang memiliki energi lebih tinggi terutama di spektrum biru hingga ungu, sehingga respons mereka terhadap cahaya hijau cenderung lebih lemah (Shokiba *et al.*, 2024). Namun, beberapa jenis serangga herbivora diketahui lebih menyukai cahaya hijau karena cahaya hijau mirip dengan warna daun yang

berefek pada pakan dan tempat tinggal mereka secara alami. Oleh karena itu, cahaya hijau bisa menarik serangga yang berkaitan erat dengan vegetasi, meski efektivitasnya dalam menarik kumbang malam (*Apogonia* sp.) tidak sebaik cahaya dengan panjang gelombang lebih pendek.

c. Cahaya Kuning (560–590 nm)

Cahaya kuning dengan panjang gelombang 560-590 nm termasuk dalam kelompok gelombang dengan panjang menengah hingga panjang, dan memiliki tingkat kekuatan yang cukup konsisten dalam berbagai kondisi lingkungan. Dalam merespon serangga malam hari, cahaya kuning biasanya kurang menarik dibandingkan cahaya biru dan ultraviolet, meskipun masih mampu menarik beberapa jenis kumbang tertentu (Rizky *et al.*, 2023; Rosalina *et al.*, 2022). Hao *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa cahaya dengan panjang gelombang lebih panjang lebih mudah menarik serangga-serangga yang beraktivitas di sekitar permukaan tanah, termasuk sebagian dari keluarga *Scarabaeidae*, karena berkaitan dengan cara penglihatan mereka yang telah beradaptasi dengan refleksi cahaya dari tumbuhan dan tanah pada malam hari.

Selain itu, cahaya kuning memiliki kelebihan dalam kondisi area terbuka karena lebih tahan terhadap gangguan lingkungan seperti kabut, embun, dan hujan ringan dibandingkan dengan cahaya spektrum pendek. Meskipun begitu, efektivitasnya dalam menarik kumbang malam seperti *Apogonia* sp. lebih rendah dibandingkan cahaya biru atau ultraviolet, sehingga cara ini lebih cocok digunakan untuk mengawasi populasi secara umum, bukan untuk mengendalikan hama secara spesifik (Yang *et al.*, 2024).

d. Cahaya Biru (430–470 nm)

Cahaya biru adalah jenis cahaya dengan panjang gelombang pendek dan energi tinggi. Cahaya ini sangat menarik perhatian berbagai jenis serangga malam, seperti ngengat, lalat buah, dan kumbang malam. Daya tarik cahaya biru ini memiliki kemampuan serangga untuk mendeteksi cahaya redup di malam hari, dan panjang gelombang biru berada dalam rentang sensitivitas tertinggi dari sistem penglihatan serangga (Ramadhan *et al.*, 2023). Cahaya biru bisa memicu serangga untuk terbang dan mengarahkan mereka ke sumber cahaya. Oleh karena itu, penggunaan cahaya biru biasanya menghasilkan jumlah serangga yang

tertangkap cukup tinggi. Namun, cahaya biru juga bisa menarik serangga yang tidak diinginkan dalam jumlah besar maka perlu dianalisis lebih lanjut tingkat pemilihan cahaya biru terhadap hama yang menjadi target.

e. Cahaya Ungu (380–420 nm)

Cahaya ungu adalah cahaya yang memiliki panjang gelombang terpendek di antara semua warna yang digunakan dalam penelitian ini tetapi memiliki energi yang terbesar. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa cahaya ungu sangat efektif dalam menarik hama yang aktif di malam hari, seperti *Oryctes rhinoceros*, *Xylotrupes gideon*, dan *Apogonia* sp. (Sejati *et al.*, 2022; Effendi *et al.*, 2022). Kemampuan cahaya ungu menarik perhatian hama sangat tinggi karena letaknya mendekati spektrum ultraviolet, yaitu daerah yang paling sensitif bagi reseptor penglihatan serangga malam. Cahaya ini mampu memberikan stimulasi visual yang kuat, sehingga serangga lebih cepat menemukan dan mendekati sumber cahaya. Oleh karena itu, cahaya ungu sering kali digunakan sebagai warna paling efektif dalam perangkat cahaya untuk mengendalikan hama malam di berbagai jenis perkebunan.

2.1.7 Serangga Non-Target pada *Light Trap*

Penggunaan perangkat cahaya (*light trap*) pada pembibitan dan perkebunan kelapa sawit tidak hanya menarik hama sasaran seperti *Apogonia* sp., tetapi juga berpotensi menangkap berbagai jenis serangga yang bukan menjadi sasaran utama penelitian. Serangga non-target yang memiliki sifat fototaksis positif terutama pada malam hari, sehingga secara bersamaan tertarik oleh cahaya buatan yang dipancarkan karena cahaya buatan yang kurang selektif (Rizky *et al.*, 2023).

Dalam ekosistem kelapa sawit, serangga non-target sering tertangkap seperti, ngengat non-hama dari ordo *Lepidoptera*, lalat malam dari ordo *Diptera*, serta beberapa jenis dari ordo *Hemiptera* dan *Hymenoptera* (Ramadhan *et al.*, 2023). Selain itu, kumbang-kumbang predator seperti famili *Carabidae* dan *Staphylinidae* yang berfungsi sebagai musuh alami hama tanah juga sering ditemukan dalam hasil tangkapan perangkat cahaya. Predator dan parasitoid yang jumlahnya banyak bisa mengurangi populasi musuh alami di lapangan, sehingga mempengaruhi keseimbangan agroekosistem di area pembenihan kelapa sawit (Egonyu *et al.*, 2022).

Variasi warna lampu mempengaruhi jenis serangga non-target yang tertangkap, di mana cahaya ultraviolet dan biru lebih menarik banyak penggunaan perangkap cahaya perlu mempertimbangkan konservasi musuh alami untuk menjaga efektivitas dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT), serangga non-target penting untuk mengevaluasi efektivitas perangkap cahaya di pembibitan kelapa sawit PT Sinar Gunung Sawit Raya.

2.2 Kajian Terdahulu

Tabel 1. Kajian Terdahulu

No.	Penulis/Judul	Metode	Hasil
1.	Sulthon Parinduri, Zulham Effendi & Tri Hardiansyah (2022) Uji Efektivitas Pengendalian Kumbang Malam (<i>Apogonia</i> sp.) Menggunakan <i>Light Trap</i> Berwarna Pada Pembibitan Kelapa Sawit.	Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non-Faktorial untuk menguji data 5 warna lampu (putih, merah, biru, kuning, dan ungu) kemudian dilanjut uji <i>Duncan</i> 5%. Menggunakan <i>emergency</i> 18 watt dengan jarak pemasangan antar perangkap 20 m dengan ketinggian perangkap 2 meter dari permukaan tanah. Lampu dipasang pukul 18.00-21.00 WIB.	Hasil penelitian ini bahwa lampu berwarna ungu paling efektif menangkap <i>Apogonia</i> sp. dibandingkan dengan warna putih, kuning, biru, dan merah.

Lanjutan Tabel 1.

No.	Penulis/Judul	Metode	Hasil
2.	Hikmah Sejati, Sulthon Parinduri, Tuty Ningsih & Ridho H. Margolang (2022) Efektivitas Penggunaan Fruit Trap Berbahan Nanas dan Berbagai Warna Lampu Sebagai Perangkap Kumbang Tanduk (<i>Oryctes Rhinoceros</i>) Pada Tanaman Belum Menghasilkan Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq).	Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non-Faktorial berdasarkan model linier dan dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Warna lampu (putih, kuning, hijau, biru, dan merah)	Hasil penelitian menyatakan bahwa <i>fruit trap</i> yang menggunakan lampu berwarna kuning lebih efektif dengan perolehan kumbang tanduk 146 ekor. perolehan kumbang tanduk sebanyak 146 ekor.
3.	Mahardika Gama Pradana, Hartanta, Hari Priwiratama, Agus Eko Prasetyo & Agus Susanto (2020) Aplikasi Perangkap Lampu Sebagai Sarana Monitoring Dan Pengendalian Hama Kumbang Malam Di Pembibitan Kelapa Sawit.	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen deskriptif dengan menghitung jumlah serangga yang terperangkap. Menggunakan warna lampu (ungu, kuning dan putih). Dilakukan dengan tiga tahap waktu yaitu tanggal 27-30 maret, 12-	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkap lampu warna ungu memiliki kemampuan menarik kumbang malam paling

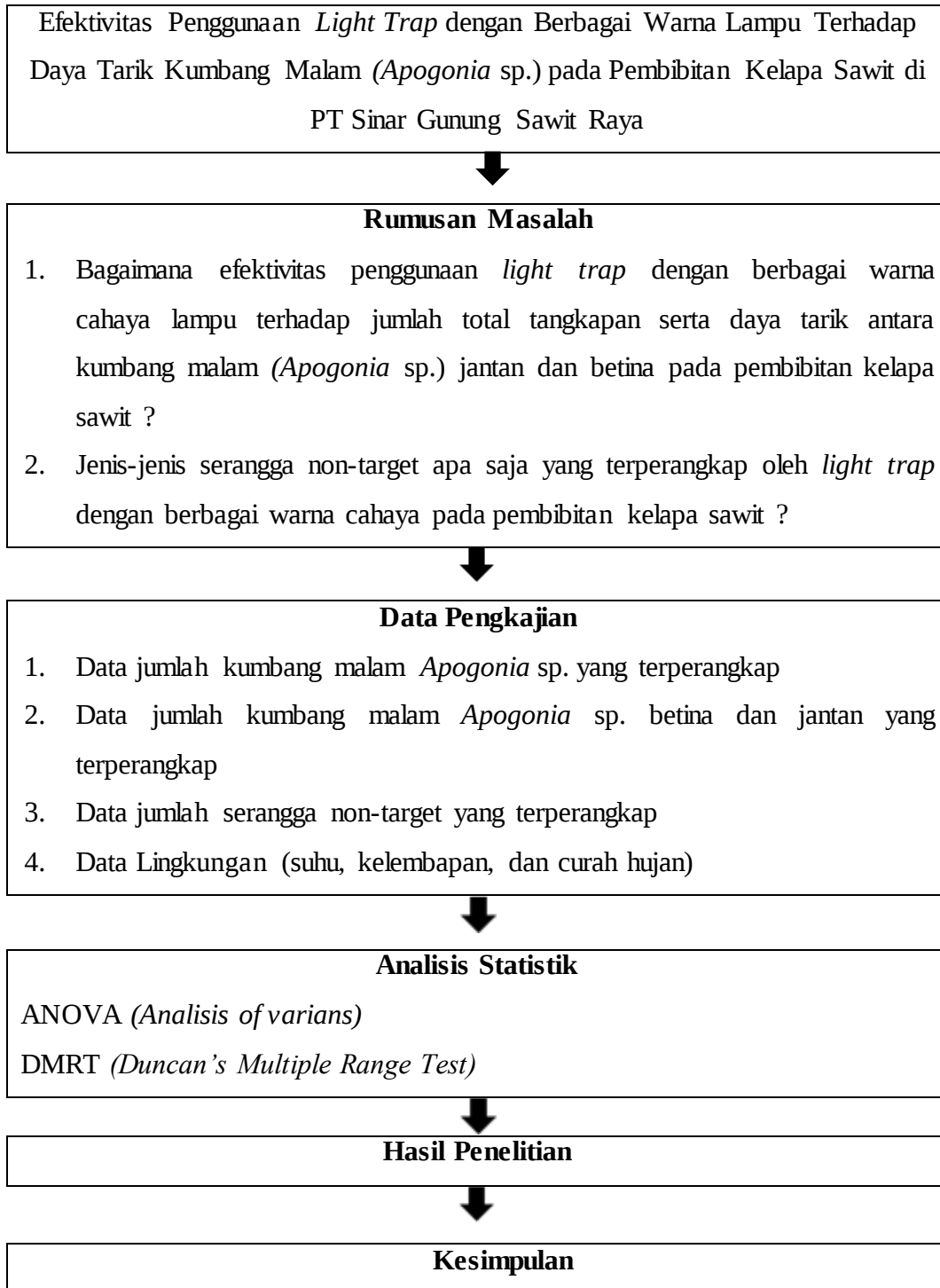
Lanjutan Tabel 1.

No.	Penulis/Judul	Metode	Hasil
		14 dan 20-21 april.	tinggi.
		Pemasangan lampu pada pukul 17.00-05.00 WIB.	
4.	Alfira, Siti Hajar & Nafisah Hanim (2021) Pengaruh Warna Lampu Terhadap Kehadiran Serangga <i>Nocturnal</i> Di Kawasan Kampus Uin Ar-Raniry Banda Aceh.	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif dengan melakukan pengamatan langsung di tempat. Terdiri dari 4 warna lampu (merah, hijau, biru dan putih) dengan ketinggian perangkat 1 meter dari permukaan tanah. Pengamatan dilakukan pukul 22.00-06.00 WIB	Penelitian ini menyatakan bahwa warna lampu yang paling berpengaruh terhadap keberadaan serangga nokturnal yang terperangkap yaitu warna putih jumlah tangkapan 124 individu.
5.	Annisa Faradila, Nismah Nukmal, Gina Dania Pratami & Tugiyono (2020) Keberadaan Serangga Malam Berdasarkan Efek Warna Lampu Di Kebun Raya Liwa.	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif berdasarkan kesamaan morfologi kemudian analisis lanjutan dengan uji ANOVA untuk menentukan efektivitas	Berdasarkan penelitian yang dilakukan dinyatakan bahwa <i>light trap</i> berwarna biru menangkap
6.	Muhammad Tirta Rizky, Melfa Aisyah Hutasuhut, Zahratul Idami & Fatiani	Penelitian ini menggunakan metode <i>purposive sampling</i> . Menggunakan 5 warna	Berdasarkan hasil penelitian serangga nokturnal lebih

Lanjutan Tabel 1.

No.	Penulis/Judul	Metode	Hasil
	Manik (2023) Keanekaragaman Serangga Nokturnal Berdasarksn Warna Lampu Perangkap Cahaya Di Balai Penelitian Tanaman Sayuran Desa Tongkoh Sumatera Utara.	lampu (hijau, putih, kuning, merah & biru), ketinggian perangkap 1 meter dari permukaan tanah dengan jarak antar perangka 20 cm.	tertarik pada lampu yang berwarna putih dengan jumlah total tangkapan yaitu sebanyak 84 individu.

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 3. Kerangka Berpikir
(Dokumentasi Pribadi, 2025)

2.4 Hipotesis

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

1. Diduga bahwa penggunaan *light trap* dengan berbagai warna cahaya lampu memberikan pengaruh berbeda terhadap jumlah total tangkapan serta daya tarik antara kumbang malam (*Apogonia* sp.) jantan dan betina pada pembibitan kelapa sawit.
2. Diduga bahwa setiap warna cahaya lampu *light trap* menarik jenis serangga non-target yang berbeda setiap individu di pembibitan kelapa sawit.