

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teoritis

2.1.1 Efektivitas

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) efektivitas didefinisikan sebagai ukuran keberhasilan suatu kegiatan dalam memperoleh tujuan yang sudah ditentukan atau kemampuan suatu upaya dalam menghasilkan hasil sesuai dengan yang diharapkan (Rahmah *et al.*, 2022). Efektivitas merupakan sebuah konsep dasar yang memperlihatkan tingkat pencapaian suatu kegiatan atau program berhasil mendapatkan tujuan yang telah direncanakan (Marcus *et al.*, 2023). Efektivitas menekankan pada hasil yang diperoleh (*outcome*), rangkaian aktivitas atau program yang diukur efektif jika *output* yang diperoleh sesuai dengan tujuan yang diinginkan (Lestari *et al.*, 2018 dalam Indah dan Rohati, 2024).

Efektivitas penggunaan fungisida dalam pengendalian penyakit pada tanaman dapat dilihat dari bahan aktifnya. Efektivitas fungisida ditunjukkan melalui kemampuan bahan aktif dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen pada tanaman (Asyifa dan Abadi, 2025). Hal ini juga disampaikan oleh Oliver dan Beckerman (2022) bahwa efektivitas fungisida mencakup kemampuan fungisida dalam menekan patogen, pengaruh terhadap tanaman inang, dampak kondisi lingkungan, nilai manfaat ekonomi, dan keberlanjutan agronomi produk.

2.1.2 Morfologi Tanaman Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan andalan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan berkontribusi signifikan terhadap peningkatan devisa negara Indonesia dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya. Setiap jenis tanaman memiliki morfologi tersendiri dengan ciri khas dan fungsi yang berbeda-beda. Dalam praktik budidaya kelapa sawit, pemahaman yang baik mengenai morfologi tanaman menjadi fondasi penting yang perlu dikuasai sebelum kegiatan budidaya dimulai. Secara morfologis, struktur tanaman kelapa sawit terbagi atas bagian vegetatif yang meliputi akar, batang, dan daun, serta bagian generatif yang terdiri atas bunga dan buah (Banowati, 2024).

Menurut Sulardi (2022) tanaman kelapa sawit memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Embryophyta siphonagama*
Kelas : *Angiospermae*
Ordo : *Monocotyledonae*
Famili : *Arecaceae*
Sub Family : *Cocoidae*
Genus : *Elaeis*
Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq

Adapun morfologi tanaman kelapa sawit dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Akar

Akar kelapa sawit termasuk dalam golongan akar serabut yang terdiri dari kombinasi akar primer, sekunder, tersier, dan kuarterner dengan ukuran masing-masing akar tersebut berkisar antara 6 s.d. 10 mm pada akar primer, 2 s.d. 4 mm pada akar sekunder, 0,7 s.d. 1,2 mm pada akar tersier, serta 0,2 s.d. 0,8 mm pada akar kuarterner. Akar kuarterner berperan sebagai akar utama dalam proses penyerapan air dan unsur hara (*feeding root*). Sebagian besar aktivitas perakaran kuarterner berlangsung pada lapisan tanah dengan kedalaman antara 5 s.d. 35 cm (Sulardi, 2022).

b. Batang

Batang kelapa sawit umumnya tumbuh tunggal tanpa cabang dan tidak memiliki kambium. Hal ini dikarenakan kelapa sawit termasuk dalam golongan tanaman monokotil. Batang ini berperan sebagai penopang tajuk sekaligus sebagai tempat penyimpanan serta pengangkutan bahan makanan. Batang kelapa sawit memiliki bentuk tabung dengan diameter sekitar 20 s.d. 75 cm. Pertumbuhan tinggi batang berkisar 25 s.d. 45 cm per tahun dan dapat mencapai hingga 100 cm per tahun pada keadaan lingkungan yang optimal dengan tinggi maksimum mencapai 15 s.d. 18 m (Abdul, 2023).

c. Daun

Karakteristik daun kelapa sawit ditandai dengan tipe menyirip genap dan pertulangan sejajar yang membentuk daun majemuk, sehingga wujudnya tampak

serupa dengan daun kelapa. Daun-daun tersebut tersusun dalam satu pelepah dengan panjangnya dapat mencapai lebih dari 7,5 s.d. 9 m. Setiap pelepah terdiri atas sekitar 250 s.d. 400 helai anak daun, sedangkan daun muda yang masih menggulung atau berkuncup umumnya berwarna kuning pucat (Idris *et al.*, 2020).

d. Bunga

Sebagai tanaman *monoecious*, kelapa sawit memiliki bunga jantan sekaligus bunga betina yang tumbuh bersama dalam satu pohon (Razali *et al.*, 2012 dalam Wagino *et al.*, 2025). Proses pertumbuhan dan perkembangan bunga kelapa sawit tersebut dimulai sejak umur 36 s.d. 40 bulan sebelum tandan buah mencapai matang fisiologis. Rangkaian pembungaan kelapa sawit dalam periode tersebut melibatkan sejumlah fase waktu yang spesifik. Siklus ini meliputi tahap awal pembentukan, penyusunan perhiasan tandan, penentuan jenis kelamin bunga, serta pertumbuhan perhiasan bunga. Setelah itu, tanaman akan memasuki masa antesis, pemasakan tandan buah, hingga mencapai kematangan fisiologis sempurna (Keong dan Keng, 2012 dalam Abdiansyah *et al.*, 2022).

e. Buah

Proses pembentukan buah kelapa sawit terjadi mulai saat penyerbukan hingga mencapai kematangan yang terjadi sepanjang kurang lebih 6 (enam) bulan. Struktur buah kelapa sawit terdiri atas tiga lapisan utama. Bagian paling luar dinamakan eksokarp (*epicarpium*) atau kulit luar, diikuti oleh mesokarp (*mesocarpium*) yang bertindak sebagai daging buah, serta endokarp (*endocarpium*) yang merupakan cangkang atau pelindung inti buah. Buah kelapa sawit dalam satu tandannya dapat mencapai 2.000 s.d. 3.000 buah (Yabani, 2024). Berat setiap tandannya dapat mencapai 25 s.d. 35 kg (Marcelian, 2023).

f. Biji

Karakteristik fisik seperti ukuran dan berat biji pada tanaman kelapa sawit berbeda-beda untuk tiap jenis varietas. Biji jenis *Dura* umumnya berukuran panjang 2 s.d. 3 cm dengan berat rata-rata sekitar 4 (empat) gram per biji, sehingga dalam 1 (satu) kg dapat mencapai sekitar 250 biji. Sementara itu, biji *Dura Deli* mempunyai berat sekitar 13 gram per biji, dan biji *Tenera Afrika* rata-rata berbobot sekitar 2 (dua) gram per biji. Pada umumnya, biji kelapa sawit mengalami masa dormansi (fase tidak aktif). Kondisi ini menyebabkan proses tumbuh kecambahnya bisa

berlangsung hingga di atas 6 (enam) bulan, dengan persentase keberhasilan tumbuh yang hanya mencapai kisaran 50%. Upaya mempercepat perkecambahan dan meningkatkan persentase keberhasilan, biji kelapa sawit perlu melalui tahap *pre-treatment* terlebih dahulu (Banowati, 2024).

2.1.3 Syarat Tumbuh Kelapa Sawit

Syarat tumbuh kelapa sawit mencakup beberapa faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitasnya. Adapun syarat tumbuh yang menjadi faktor pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit sebagai berikut:

a. Iklim

Pertumbuhan kelapa sawit akan mencapai kondisi paling optimal apabila ditanam di kawasan dataran rendah tropis yang beriklim basah, terutama di wilayah sekitar ekuator yang membentang antara koordinat 23,5° LU sampai 23,5° LS (Alfajar *et al.*, 2023). Iklim mempunyai peran yang krusial dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang dapat berdampak langsung dan tidak langsung pada setiap kegiatan kultur teknis budidaya (Sitegar *et al.*, 2015 dalam Sakiah *et al.*, 2021). Penerapan teknis budidaya yang disesuaikan dengan iklim yang tepat dapat mendukung pertumbuhan serta meningkatkan produktivitas terutama produksi Tandan Buah Segar (TBS). Selain itu untuk pertumbuhan kelapa sawit suhu yang optimal berada pada kisaran 24° s.d. 28°C, meskipun dapat beradaptasi pada suhu 15° s.d. 33° C (Satria *et al.*, 2025).

b. Curah Hujan

Kelapa sawit dapat tumbuh secara maksimal pada lahan yang memiliki curah hujan tahunan berkisar antara 1.750 hingga 3.000 mm. Air hujan tersebut idealnya tersebar merata di sepanjang tahun tanpa adanya periode kering, yaitu bulan-bulan dengan akumulasi curah hujan di bawah 60 mm (Harahap *et al.*, 2021). Frekuensi bulan kering dalam setiap tahunnya adalah faktor penting untuk mempertahankan pasokan air yang tersedia, idealnya tidak lebih dari 2 (dua) bulan per tahunnya (Satria *et al.*, 2025). Curah hujan yang terbagi secara merata sepanjang tahun sebanyak 2.000 s.d. 2.500 mm per tahun tanpa periode bulan kering yang berkelanjutan berperan penting dalam menjaga ketersediaan air. Kondisi ini mampu menekan laju penguapan dari tanah maupun tanaman kelapa sawit sehingga kekurangan air dapat dihindari dan tidak melebihi sekitar 250 mm per tahun

(Junepri, 2024 *dalam* Wandana *et al.*, 2024). Terhambatnya proses pematangan tandan bunga akibat kurangnya pasokan air menjadi faktor utama yang menyebabkan kemerosotan produktivitas pada kelapa sawit. Kondisi tersebut selanjutnya berdampak pada berkurangnya jumlah Tandan Buah Segar (TBS) yang dihasilkan oleh tanaman kelapa sawit (Wandana *et al.*, 2024).

2.1.4 Pembibitan Kelapa Sawit

Pembibitan berfungsi sebagai langkah awal budidaya kelapa sawit yang ditargetkan mampu memproduksi bibit sehat dan adaptif, sehingga siap untuk ditanam langsung di lahan (Lubis *dan* Jurnawaty, 2016 *dalam* Badal *et al.*, 2023). Sistem dua tahap (*double stage*) merupakan metode pembibitan kelapa sawit yang kerap diimplementasikan. Prosedur ini dimulai dari pembibitan awal (*pre nursery*) untuk menyemai bibit hingga berumur sekitar 2,5 hingga 3 bulan. Setelah itu, dilakukan pemindahan (*transplanting*) ke wadah polybag yang lebih besar di area pembibitan utama (*main nursery*). Bibit kemudian dibesarkan selama kurun waktu 10 s.d. 12 bulan, di mana umur 12 hingga 14 bulan dianggap sebagai usia paling ideal (Mangoensoekarjo *dan* Semangun, 2008 *dalam* Andersen *et al.*, 2024).

Fase pembibitan awal (*pre-nursery*) umumnya memanfaatkan bedengan ternaungi atau *polybag* berukuran kecil. Bedengan yang digunakan biasanya memiliki dimensi panjang 10 meter dan lebar 1,2 meter, yang mampu memuat sekitar 1.000 bibit dalam *polybag* hitam berukuran 15 cm × 23 cm. Tujuan utama dari tahap *pre-nursery* ini adalah memperoleh pertumbuhan bibit yang seragam dan konsisten sebelum nantinya dipindahkan (*transplanting*) ke area pembibitan utama (*main nursery*) (Banowati, 2024).

Memasuki fase pembibitan utama (*main nursery*), bibit dari area *pre-nursery* dipindahkan (*transplanting*) ke dalam wadah *polybag* yang lebih besar, berukuran 40 cm × 50 cm atau 40 cm × 60 cm dengan ketebalan 0,11 mm. Setiap *polybag* tersebut diisi dengan 15 hingga 30 kg tanah lapisan atas (*topsoil*) yang telah diayak terlebih dahulu. Berbeda dengan tahap awal, fase ini tidak lagi memerlukan naungan. Setelah proses pemindahan selesai, kantong-kantong *polybag* besar tersebut diatur di lapangan dengan pola jarak tanam 90 cm × 90 cm atau 70 cm × 70 cm (Prasetyo *et al.*, 2022).

Ada berbagai faktor krusial yang mendasari keberhasilan dalam proses pembibitan kelapa sawit. Beberapa di antaranya meliputi pemilihan jenis media tumbuh, ukuran kantong polybag, sistem pembibitan yang diterapkan, manajemen pengairan dan pemberian pupuk, serta ketepatan dalam menjalankan prosedur pemeliharaan harian (Pebrianto *et al.*, 2023). Menurut Sulardi (2022) pemeliharaan serta kondisi bibit selama masa pembibitan sangat berpengaruh terhadap performa tanaman di lapangan, baik dari segi pertumbuhan maupun produktivitas. Dimana untuk mendukung pertumbuhan bibit secara optimal, diperlukan penentuan lokasi pembibitan yang memenuhi kriteria tertentu, seperti permukaan lahan yang rata, dekat dengan sumber air, berada tidak jauh dari areal penanaman, bebas dari genangan, serta berada jauh dari sumber hama dan penyakit. Selain itu, lokasi pembibitan idealnya mudah dijangkau oleh tenaga kerja, memiliki luas yang sesuai dengan kebutuhan rencana penanaman, dan dipilih pada area yang bersifat permanen.

2.1.5 Pertumbuhan Vegetatif Bibit Kelapa Sawit

Berikut merupakan beberapa parameter pertumbuhan vegetatif yang digunakan untuk memantau performa dan perkembangan fisik awal dari bibit kelapa sawit.

a. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman adalah satu di antara indikator yang krusial yang diterapkan untuk menilai perkembangan vegetatif bibit kelapa sawit. Tinggi tanaman ini mampu menyajikan mengenai batas pertumbuhan fisik bibit, khususnya pertumbuhan bibit ke atas yang merupakan penanda kesehatan bibit secara keseluruhan. Pertumbuhan tinggi yang optimal pada bibit kelapa sawit biasanya menjadi indikator utama bahwa tanaman tersebut memiliki metabolisme yang bekerja efektif dan kesehatan fisiologis yang unggul (Yuda *et al.*, 2025).

a. Diameter Batang

Diameter batang menjadi indikator yang menunjukkan pertumbuhan tanaman yang baik. Hal ini diindikasikan dari kesanggupan tanaman berfotosintesis, sehingga ukuran diameter batang tanaman bertambah (Adnan *et al.*, 2015 *dalam* Purwosetyoko *et al.*, 2022). Kondisi ini disebabkan fotosintesis yang dilakukan oleh

tanaman dapat memproduksi fotosintat, sehingga menunjang pembentukan diameter batang (Purwosetyoko *et al.*, 2022).

b. Jumlah Helai Daun

Jumlah helai daun pada bibit adalah faktor penting dalam pertumbuhan vegetatif. Lingkungan yang mendukung dengan baik akan meningkatkan jumlah daun yang dihasilkan, sedangkan lingkungan yang tidak mendukung dapat mengakibatkan pengurangan jumlah helai daun. Jumlah daun bibit kelapa sawit akan bertambah 1 (satu) hingga 2 (dua) helai setiap bulannya (Sukmawan *dan* Dewi, 2020).

c. Panjang Akar

Panjang akar dapat meningkatkan penyerapan unsur hara lebih optimal terutama nitrogen (Butar *dan* Edy, 2026). Menurut Hidayat *et al.*, (2014) *dalam* Sirait *et al.*, (2023) Perkembangan sistem perakaran yang optimal secara langsung akan mengoptimalkan kapasitas tanaman dalam menyerap air serta unsur hara yang terdapat di sekitar permukaan akar. Apabila ketersediaan unsur hara untuk tanaman mencukupi, akan mempengaruhi proses fotosintesis yang akhirnya akan dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

d. Berat Basah Akar

Berat basah akar dipengaruhi oleh perkembangan sistem perakaran yang baik. Kemampuan akar dalam menyerap nutrisi dan air disekitar akar dapat mempengaruhi berat basah akar. Kondisi ini mengakibatkan berat basah akar ataupun berat kering akar tanaman dapat meningkat dengan baik (Purwanto *et al.*, 2025).

e. Berat Kering Akar

Berat kering akar dapat digunakan sebagai indikator tingkat kemampuan metabolisme dari tanaman (Nasution *et al.*, 2014 *dalam* Purwanto *et al.*, 2025). Peningkatan proses fotosintesis didasarkan dari penyerapan berbagai nutrisi oleh tanaman. Sebagai hasil fotosintesis tersebut, berat kering pada tanaman dapat meningkat dan mencerminkan kemampuan tanaman dalam penyerapan nutrisi dan status nutrisi (Purwanto *et al.*, 2025).

2.1.6 Penyakit Bercak Daun

Jenis penyakit yang umum ditemukan pada tahap pembibitan kelapa sawit adalah penyakit bercak daun (Irham *et al.*, 2023). Serangan tersebut dapat muncul pada setiap tahap pertumbuhan tanaman khususnya pada fase pembibitan baik di *Pre Nursery* (PN) maupun *Main Nursery* (MN) (Tarigan dan Edi, 2024). Menurut Solehudin *et al.* (2012) dalam Andini *et al.* (2022) terdapat berbagai jenis patogen yang berperan sebagai penyebab penyakit bercak pada pembibitan kelapa sawit, antara lain *Botryodiplodia* sp., *Glomerella* sp., *Melanconium* sp., *Curvularia* sp., *Cochliobolus* sp., *Drechslera* sp., serta *Helminthosporium* sp. Dimana dari berbagai patogen yang ada, cendawan dari genus *Curvularia* merupakan yang paling sering menyerang daun pada tanaman kelapa sawit (Priwiratama *et al.*, 2017 dalam Priwiratama dan Bambang, 2022).

Curvularia sp. merupakan penyebab penyakit yang paling sering muncul selama tahap pembibitan terutama di pembibitan utama (*main nursery*) (Usodri *et al.*, 2022). Pernyataan tersebut juga dikemukakan oleh Priwiratama *et al.* (2023) yang mengatakan penyakit bercak daun umumnya lebih banyak terjadi pada tahap pembibitan utama (*main nursery*). Kondisi ini terjadi karena pengawasan terhadap bibit mulai berkurang seiring bertambahnya luas areal yang dikelola. Selain itu, pembibitan utama yang berada di ruang terbuka membuat bibit perlu menyesuaikan dengan cekaman lingkungan seperti intensitas cahaya dan jumlah air yang tersedia lebih banyak dibandingkan pembibitan awal. Situasi ini semakin diperburuk oleh kemungkinan kerusakan akar akibat proses pindah tanam.

Menurut Priwiratama dan Bambang (2022) bahwa berdasarkan konsep segitiga penyakit, timbulnya serangan bercak daun pada pembibitan kelapa sawit merupakan hasil interaksi dari tiga elemen utama. Ketiga elemen tersebut meliputi keberadaan patogen yang destruktif, kondisi tanaman inang yang peka atau rentan, serta faktor lingkungan yang mendukung penyebaran penyakit tersebut. Dimana pada area pembibitan kelapa sawit yang baru dibangun inokulum awal *Curvularia* sp. umumnya berasal dari keberadaan tanaman inang alternatif atau gulma di sekitar area pembibitan yang memperlihatkan gejala bercak daun. Selain itu, ketahanan bahan tanam menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat keparahan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia*. Tingkat kerentanan pada

bibit kelapa sawit dapat bersifat bawaan secara genetik maupun dipicu oleh penerapan teknik budidaya yang kurang tepat. Perbedaan potensi genetik antar varietas kelapa sawit menyebabkan variasi tingkat ketahanan, termasuk terhadap serangan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia*. Sementara itu, faktor lingkungan juga berperan dalam perkembangan penyakit bercak daun *Curvularia* yang meliputi unsur iklim yang meliputi curah hujan, suhu, kelembapan, dan kecepatan angin, serta keadaan pembibitan pada saat terjadinya proses infeksi (Priwiratama *et al.*, 2017 *dalam* Priwiratama dan Bambang, 2022). Hal ini juga disampaikan oleh Cameron *et al.* (2024) bahwa penyakit bercak daun cenderung berkembang lebih cepat apabila terjadi hujan pada pagi atau siang hari yang kemudian diikuti oleh kondisi cuaca panas dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi. Kondisi panas setelah terjadinya hujan diduga menyebabkan peningkatan kelembapan udara relatif dan suhu, sehingga menciptakan lingkungan yang sangat mendukung bagi pertumbuhan jamur (Almaguer *et al.*, 2013 *dalam* Cameron *et al.*, 2024).

Menurut Ainsworth dan Bisby's (1995) *dalam* Harahap *et al.* (2024) *Curvularia* merupakan salah satu genus jamur yang tergolong dalam ordo *Pleosporales* dan memiliki kekerabatan dekat dengan genus *Bipolaris* serta *Drechslera*. Berdasarkan hasil penelitian Marbun *et al.* (2024) jamur *Curvularia* sp. memiliki ciri khas bentuk hifa yang bersekat dan bercabang, konidiofor bercabang berwarna cokelat, serta konidia berwarna gelap dengan bentuk agak berlekuk yang tersusun atas 3 (tiga) sel. Adapun klasifikasi jamur *Curvularia* sp. menurut Agrios (1997) *dalam* Marbun (2023) adalah sebagai berikut:

Filum	: <i>Ascomycota</i>
Kelas	: <i>Eucomycetes</i>
Ordo	: <i>Pleosporales</i>
Famili	: <i>Pleosporaceae</i>
Genus	: <i>Curvularia</i>
Spesies	: <i>Curvularia</i> sp.

Siklus hidup *Curvularia* sp. terutama melalui penyebaran konidium yang dapat berpindah melalui angin, percikan air hujan atau siraman serta bantuan serangga. Gejala infeksi biasanya mulai tampak dan menjadi sumber penularan

dalam waktu 7 s.d. 10 hari setelah patogen menginfeksi tanaman (Wang *et al.*, 2022).

2.1.7 Gejala Serangan Bercak Daun

Gejala serangan *Curvularia* sp. biasanya terlihat pada pembibitan utama, namun tanda-tanda awal infeksi sering kali sudah muncul sejak tahap pembibitan awal. Gejala awal serangan ditunjukkan pada daun tombak terdapat bercak berwarna kuning maupun daun yang sudah membuka. Bercak tersebut kemudian berkembang menjadi lebih besar dengan bentuk agak lonjong berukuran sekitar 7 s.d. 8 mm, berwarna coklat, dan memiliki tepi yang tampak lebih terang. Pada tahap lanjut, bercak menyebabkan nekrosis dan dapat membentuk pola tidak beraturan. Dalam beberapa kasus, bagian tengah bercak tampak kering, rapuh, serta berwarna abu-abu hingga coklat muda (Defitri, 2021 *dalam* Irham *et al.*, 2023).

Bercak daun tersebut mempunyai ciri-ciri munculnya bintik-bintik pada permukaan daun kelapa sawit. Bintik-bintik tersebut menyebabkan kerusakan pada jaringan daun, sehingga mengganggu proses fotosintesis yang pada akhirnya menyebabkan pertumbuhan bibit tidak optimal. Oleh karena itu, penyakit bercak daun dapat menimbulkan kerugian pada tahap pembibitan karena mampu menyebabkan pertumbuhan bibit terhambat, sehingga bibit menjadi kerdil, memperpanjang masa pembibitan, meningkatkan resiko kematian bibit setelah dipindah tanam ke lapangan, memperlama periode Tanaman Belum Menghasilkan (TBM), menurunkan nilai ekonomis bibit, serta berpotensi menjadi sumber penyebaran inokulum yang dapat memicu penyebaran penyakit bagi bibit lainnya (Andini *et al.*, 2022).

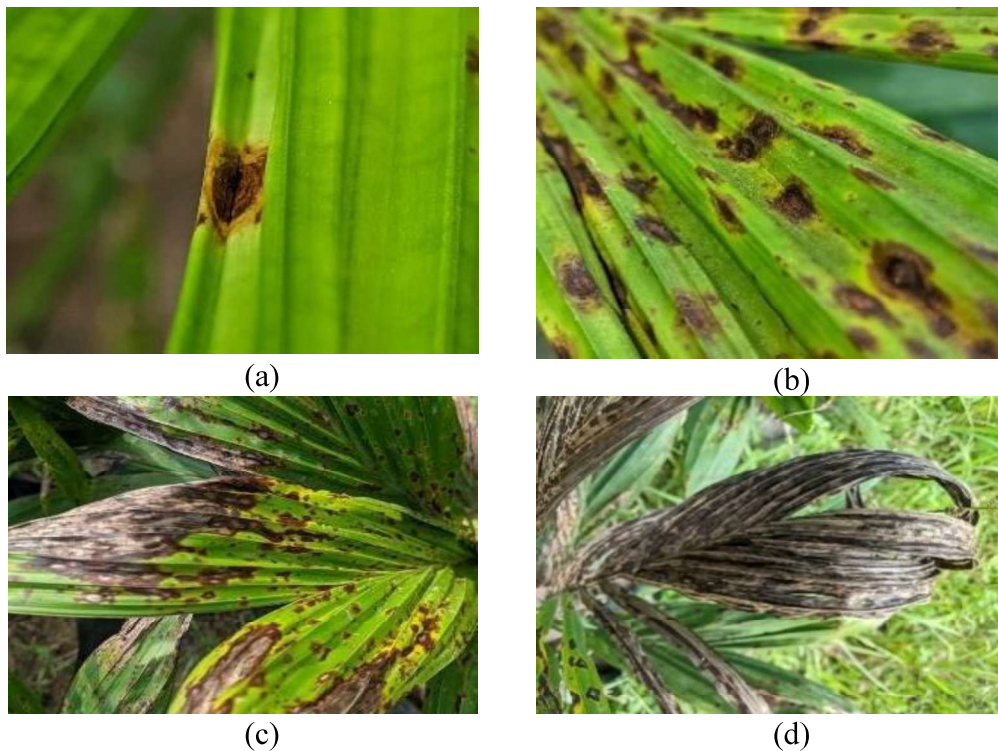
Penyakit bercak daun diketahui dapat menginfeksi bibit kelapa sawit dengan tingkat serangan yang mencapai hingga 90% (Zali *et al.*, 2018 *dalam* Cameron *et al.*, 2024). Adapun tingkat serangan penyakit bercak daun yang diakibatkan oleh *Curvularia* sp. di Indonesia pada pembibitan kelapa sawit dilaporkan mencapai sekitar 38% (Solehudin *et al.*, 2012 *dalam* Tarigan dan Edi 2024). Oleh karena itu menurut Priwiratama (2017) *dalam* Cameron *et al.* (2024) apabila tidak dilakukan pengendalian bercak-bercak pada daun tersebut dapat menyatu dan menyebabkan daun bibit kelapa sawit mengalami kematian. Kematian bibit menimbulkan kerugian langsung bagi pengelola pembibitan karena harus

mengeluarkan biaya tambahan untuk membeli kecambah baru, menyediakan kebutuhan pembibitan dari awal seperti pupuk, pestisida, dan media tanam serta menanggung biaya tenaga kerja untuk pemeliharaan ulang bibit (Priwiratama *et al.*, 2023). Adapun visualisasi bibit kelapa sawit yang terserang penyakit bercak daun dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Visualisasi Bibit Kelapa Sawit yang Terserang Penyakit Bercak Daun
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

Hal ini didukung oleh hasil penelitian Cameron *et al.* (2024) bahwa gejala serangan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia* sp. dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Gejala Serangan Penyakit Bercak Daun
Sumber: Cameron *et al.* (2024)

Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui bahwa pada gambar (a) menunjukkan gejala awal serangan berupa munculnya bercak atau spot berwarna cokelat pada daun. Selanjutnya, pada gambar (b) bercak daun menyebar lebih luas, kemudian pada gambar (c) terjadi nekrosis parsial akibat bercak-bercak yang saling menyatu. Dimana jika tidak dilakukan pengendalian, maka pada gambar (d) daun akan mengalami kerusakan lanjut hingga akhirnya mati (Cameron *et al.*, 2024).

2.1.8 Pengendalian Penyakit Bercak Daun

Pengendalian penyakit bercak daun di pembibitan kelapa sawit merupakan upaya penting untuk menjaga kesehatan bibit serta mencegah penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit di fase berikutnya. Pengendalian terpadu melalui penggunaan benih sehat, penerapan sanitasi, pendekatan biologis, aplikasi fungisida, serta pemanfaatan varietas tahan dibutuhkan untuk menekan kerugian dan mengembangkan mutu produksi bibit (Harahap *et al.*, 2024). Adapun pengendalian penyakit bercak daun dijelaskan melalui beberapa pendekatan pengelolaan sebagai berikut:

a. Pengendalian Kultur Teknis

Pengendalian penyakit bercak daun dengan kultur teknis dapat dilakukan dengan cara pengaturan jarak tanam yang tepat agar setiap tanaman memperoleh penyinaran matahari yang memadai serta menekan tingkat kelembapan di antara tanaman, irigasi yang tepat, dan memangkas daun yang terinfeksi secara rutin (Harahap *et al.*, 2024). Menurut Novrizal dan Dimas (2024) pada fase *main nursery*, apabila bibit terinfeksi *Curvularia* sp. maka tindakan isolasi dan sanitasi daun yang terinfeksi harus dilakukan. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Afriliya dan Fajar (2019) dalam Usodri *et al.* (2022) bahwa upaya pengendalian dapat dilakukan dengan memangkas daun yang telah terserang penyakit bercak daun. Pengendalian melalui penerapan kultur teknis merupakan salah satu strategi dalam pengendalian terpadu yang dilakukan sebelum adanya serangan, agar populasi serangan yang terjadi tidak meningkat (Sutiharni *et al.*, 2024).

b. Pengendalian Biologis

Pengendalian dengan cara biologis penyakit bercak daun yang diakibatkan oleh *Curvularia* sp. pada bibit kelapa sawit dapat memanfaatkan agen hayati yang bersifat antagonis terhadap *Curvularia* sp. seperti *Trichoderma* sp. (Harahap *et al.*,

2024). Hal ini dibuktikan oleh Yusmar *et al.* (2023) dalam penelitiannya bahwa pelet biofungisida *Trichoderma harzianum* dengan kulit pisang kepek menunjukkan kemampuan penghambatan yang terbaik terhadap *Curvularia* sp. secara *In vitro* dengan persentase daya hambat mencapai 73,19% dibandingkan dengan formulasi bahan lainnya. Pengendalian secara biologis juga dapat dilakukan dengan pemberian asap cair dari pelepah kelapa sawit yang memiliki potensi efektif sebagai fungisida alami dalam pengendalian *Curvularia* sp. pada bibit kelapa sawit. Asap cair yang berasal dari pelepah kelapa sawit pada konsentrasi 4% mampu menekan pertumbuhan *Curvularia* sp. pada tahap *pre nursery* dengan tingkat efikasi mencapai 60% (Mahmud *et al.*, 2024).

Pengendalian biologis dianggap sebagai alternatif yang menarik dan ramah lingkungan. Walaupun metode ini berpotensi menjadi pengganti pestisida sintetis yang menjanjikan dalam pengendalian penyakit, penerapannya masih terdapat berbagai kendala yang dihadapi, salah satunya adalah efektivitas agen pengendali hayati yang tidak selalu berhasil yang dapat dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan. Selain itu, keberhasilan metode ini sangat bergantung pada ketersediaan bahan hayati dalam jumlah besar, proses produksi, dan budidaya yang tepat serta keterbatasan daya simpan pestisida biologis yang relatif singkat akibat tingginya tingkat biodegradasi (Asril *et al.*, 2023).

c. Pengendalian Kimia

Penggunaan fungisida kimia telah banyak diaplikasikan sebagai upaya utama dalam mengendalikan penyebaran penyakit pada bibit kelapa sawit (Irham *et al.*, 2023). Pengendalian secara kimia menjadi metode yang paling umum digunakan karena penerapannya relatif mudah dan mampu memberikan hasil pengendalian dalam waktu yang singkat, namun jika penerapannya tidak dilakukan secara bijak metode ini berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan (Sutiharni *et al.*, 2024). Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Hajijah *et al.* (2022) bahwa pengendalian kimiawi dapat memicu permasalahan baru, seperti terjadinya pencemaran lingkungan serta munculnya resistensi (ketahanan) patogen. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan dan penggunaan bahan kimia secara tepat dan bertanggung jawab dengan mempertimbangkan dampak lingkungannya sehingga kerusakan yang mungkin terjadi dapat diminimalkan.

Menurut Oong *et al.* (2024) berdasarkan hasil uji fungisida terdapat beberapa fungisida yang dapat digunakan dalam pengendalian penyakit bercak daun pada tanaman kelapa sawit yaitu fungisida mankozeb 80% WP, propineb 70% WP, difenokonazol 23% + propikonazol 23% EC, difenokonazol 23% EC, dan prokloraz mangan klorida 50% WP. Fungisida tersebut mampu menghambat pertumbuhan miselium *Curvularia oryzae* serta 2 (dua) isolat *Colletotrichum* pada kelapa sawit hingga 100% pada konsentrasi tertentu. Hal ini juga disampaikan oleh Harahap *et al.* (2024) bahwa fungisida dengan kandungan bahan aktif azoksistrobin, mankozeb, propinep, dan klorotalonil dapat digunakan dalam upaya pengendalian penyakit bercak daun dengan pengaplikasi fungisida tersebut digunakan secara preventif mengikuti jadwal aplikasi yang teratur.

Menurut Utomo (1987) dalam Andini *et al.* (2022) tindakan pengendalian yang paling umum diterapkan untuk penyakit bercak daun adalah dengan menyemprotkan fungisida berbahan aktif mankozeb dengan interval aplikasi setiap 7 s.d. 10 hari. Hal ini juga disampaikan oleh Simanjuntak *et al.* (2025) fungisida dengan bahan aktif benomil dan mankozeb mampu menghambat penyebaran *Curvularia* sp. sebagai penyebab penyakit bercak daun pada bibit kelapa sawit. Secara umum, konsentrasi aplikasi fungisida untuk pengendalian penyakit bercak daun berkisar antara 1 s.d. 3 ml/liter atau 1 s.d. 3 gram/liter, bergantung pada merek dagang yang digunakan (Priwiratama *et al.*, 2023). Menurut rekomendasi dosis penggunaan fungisida berbahan aktif mankozeb dari pihak distributor dalam pengendalian penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia* dapat dilakukan dengan menggunakan konsentrasi formulasi sebesar 1,5 gram/liter sebagai batas aman dan umum yang digunakan (PT Sinar Gunung Sawit Raya, 2025).

2.1.9 Fungisida Berbahan Aktif Mankozeb

Mankozeb adalah fungisida pertanian non-sistemik etilen bis ditiokarbamat (EBDC) dengan aksi perlindungan multi-situs (mempengaruhi dan mengganggu beberapa proses metabolisme jamur secara bersamaan dengan kontak). Cara kerjanya berlangsung dengan cara menghambat aktivitas enzim pada jamur, sehingga proses biokimia di dalam sitoplasma dan mitokondria sel jamur terganggu. Akibatnya, fungsi sel jamur menjadi tidak normal dan pertumbuhannya terhenti.

Mankozebe adalah salah satu fungisida yang telah digunakan diberbagai negara di dunia dan telah beredar di pasaran sejak tahun 1962 (Naim dan Cohen, 2023). Bahan aktif mankozeb adalah senyawa campuran yang tersusun dari zink dan maneb dengan kandungan sekitar 16% mangan, 2% zink, serta 62% etilen bis ditiokarbamat/mangan, etilen bis ditiokarbamat *plus non* zink (Sembiring, 2008 dalam Hajjah *et al.*, 2022). Fungisida mankozeb mengandalkan etilen bis ditiokarbamat untuk menghambat aktivitas enzim jamur. Ketikan terkena air, fungisida akan terurai untuk melepaskan etilen bisisotiosianat sulfida yang kemudian diubah menjadi etilen bisisotiosianat dibawah sinar UV yang menjadi racun aktif dalam mengganggu enzim, sehingga menghambat perkecambahan spora patogen. Sementara itu, kandungan mangan dan zink berfungsi sebagai ion logam yang menstabilkan senyawa, memperkuat daya rekat fungisida, serta memberikan nutrisi tambahan bagi tanaman (Fan *et al.*, 2025).

Menurut Oong *et al.* (2024) fungisida mankozeb dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan patogen jamur khususnya penyebab penyakit bercak daun pada kelapa sawit seperti *Curvularia oryzae* dan *Colletotrichum* sp. Hal ini dikarenakan fungisida yang memiliki mekanisme kerja multi-situs yang umumnya dianjurkan karena memiliki tingkat risiko resistensi yang lebih rendah. Mankozebe merupakan salah satu bahan aktif fungisida yang paling sering digunakan oleh petani karena kemampuannya bersinergi dengan asam amino non-protein BABA (asam β -aminobutirat) yang berperan dalam menginduksi resistensi terhadap berbagai penyakit pada berbagai tanaman (Cohen, 2002 dalam Permatasari *et al.*, 2021). Fungisida mankozeb akan membentuk lapisan pelindung tipis pada permukaan tanaman yang kemudian menghambat aktivitas biologis jamur (Malau *et al.*, 2022).

2.2 Kajian Terdahulu

Kajian terdahulu memberikan gambaran mengenai perkembangan, pendekatan, metode, dan temuan yang dapat mendasari teoritis bagi pengkajian yang akan dilakukan. Kajian terdahulu digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebaruan pengkajian. Beberapa kajian terdahulu yang relevan dengan pengkajian ini sebagai perbandingan dan rujukan dirangkum dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kajian Terdahulu

No	Judul/ Penulis	Parameter	Metode	Hasil
1.	Explorasi dan Identifikasi Penyakit Penyebab Bercak Daun pada Kelapa Sawit di Kabupaten Tapanuli Tengah (Sinta Nauli Marbun, Raudha Anggraini Tarigan, dan Abdul Rahman, 2023)	a. Identifikasi Patogen b. Intensitas Serangan	Menggunakan metode survei dan wawancara petani pekebun, pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode <i>purposive sampling</i> . Tiap lokasi pembibitan diambil 50 tanaman sebagai sampel yang dipilih secara acak, kemudian pada setiap sampel dilakukan pengamatan terhadap tingkat intensitas serangannya. Setelah itu dilakukan penelitian di laboratorium.	Hasil penelitian menunjukkan tingkat intensitas penyakit tertinggi terdapat di Kecamatan Maduamas yakni sebesar 54%. Tingkat intensitas penyakit terdapat pada jamur <i>Curvularia</i> sp.
2.	Analisis Perbandingan Komunitas Jamur pada Daun Kelapa Sawit dengan Penyakit Bercak Daun dan Efikasi Fungisida Terhadap Pathogen Utama (Xian Zhe Oong, <i>et al.</i> , 2025).	a. Identifikasi Patogen b. Efektivitas Fungisida	Penelitian ini dilakukan pada daun bergejala yang menunjukkan lesi bercak daun dikumpulkan secara acak dalam rangkap tiga dari area terinfeksi, dengan setiap sampel berjarak minimal 3 (tiga) baris. Daun tanpa gejala diambil sampelnya di area yang tidak terinfeksi. Ukuran bercak daun diukur dan dianalisis menggunakan <i>Toupinview</i> . Sampel dibawa kembali ke laboratorium untuk diproses lebih lanjut.	Propineb 70% WP dan mankozeb 80% WP, masing-masing dengan konsentrasi 0,188% dan 0,300%, dapat digunakan untuk menekan potensi agen penyebab jamur, terutama penyakit bercak daun yang disebabkan oleh <i>Curvularia oryzae</i> dan <i>Colletotrichum</i> sp. Kedua fungisida ini juga efektif dalam mengendalikan genus jamur lain yang diisolasi dari anak daun yang sakit

Lanjutan Tabel 1.

No	Judul/ Penulis	Parameter	Metode	Hasil
			Waktu inkubasi isolat jamur selama 7 hingga 14 hari pada suhu 24°C dalam kondisi gelap. Pertumbuhan miselium isolat jamur diukur dalam 4 (empat) arah yang berbeda.	
3.	Kajian dan Metode Penanganan Frekuensi Serangan Penyakit (<i>Curvularia a</i> sp.) pada Pembibitan Kelapa Sawit di Pelakar Estate, Jambi (Novrizal, dan Dimas, 2024).	a. Frekuensi Serangan b. Intensitas Serangan	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei agronomi pada areal yang telah diidentifikasi berdasarkan kelompok umur tanaman. Bedengan atau plot yang diambil sampelnya mempunyai jenis dan umur yang beragam. Masing-masing bedengan atau plot ditentukan 50 bibit sampel yang diambil secara acak.	Hasil penelitian menunjukkan pada pembibitan Pelakar Estate rata-rata frekuensi serangan <i>Curvularia</i> sp sebesar 52,6% dan rata-rata intensitas serangan sebesar 21,8% termasuk dalam kategori. serangan ringan. Adapun bahan aktif yang digunakan pada tahap <i>pre nursery</i> maupun pada tahap <i>main nursery</i> dilakukan aplikasi secara bergantian antara fungisida sistemik (difenokonazol) dan fungisida kontak (thiram dan mankozeb) dengan konsentrasi 1 s.d 3 gram/liter air.
4.	Patogen Jamur Penyebab Bercak Daun Palem	a. Pengenalan Gejala b. Uji Patogenistas	Penelitian dilakukan dengan metode transplantasi jaringan digunakan untuk mengisolasi patogen jamur. Sampel daun	Hasil penelitian menunjukkan Carbendazim, Mancozeb, dan Prochloraz adalah fungisida sintesis

Lanjutan Tabel 1.

No	Judul/ Penulis	Parameter	Metode	Hasil
	Persik di Thailand dan Sensitivitasnya terhadap Fungisida (Prisana Wonglom <i>et al.</i> 2025).	c. Karakteristik Morfologi d. Identifikasi Molekuler Pengaruh Fungisida	dengan jaringan yang sakit dan sehat dipotong menjadi potongan kecil (3×3 mm) dan didisinfeksi permukaannya dengan natrium hipoklorit (NaClO) 0,5% selama 3 (tiga) menit. Uji patogenisitas dilakukan menggunakan suspensi spora dari setiap isolat jamur pada kultur PDA berumur 7 hari. Uji <i>In Vitro</i> fungisida dilakukan pada plate PDA dan diinkubasi pada suhu 28°C. Eksperimen dilakukan dengan 3 (tiga) replikasi dan diulang 2 (dua) kali.	yang paling efektif menghambat pertumbuhan <i>C. fructicola</i> dan <i>C. Theobromicolan</i> secara <i>in vitro</i> dengan masing - masing dosis Carbendazim 50 ml/20 L, Mankozeb 50 g/20 L dan Prochloraz 80 g/20 L.
5.	Kajian Insidensi Penyakit Bercak Daun Pada Pembibitan Kelapa Sawit di <i>Main Nursery</i> PT Socfindo Kebun Seunaga (Putri Andini, Agustiner, dan Novian Charles Ritonga, 2022).	a. Frekuensi Serangan b. Intensitas Serangan	Penelitian ini menggunakan metode observasi dan investigasi langsung, mengumpulkan berbagai data primer dan sekunder yang diperlukan, kemudian diolah dan diinterpretasikan dalam bentuk tabel komputasi dan deskripsi naratif. Dari hasil data pengamatan kemudian dilakukan pengolahan data untuk menghitung	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, frekuensi serangan dan intensitas serangan penyakit <i>Curvularia</i> sp. pada bibit kelapa sawit umur 4 (empat) bulan tidak berbeda signifikan dengan umur 5 (lima) bulan, tetapi berbeda nyata dengan umur 6,7, dan 8 bulan. Frekuensi serangan <i>Curvularia</i> sp. tertinggi pada umur 6 bulan yaitu 28, 75 % termasuk dalam kriteria

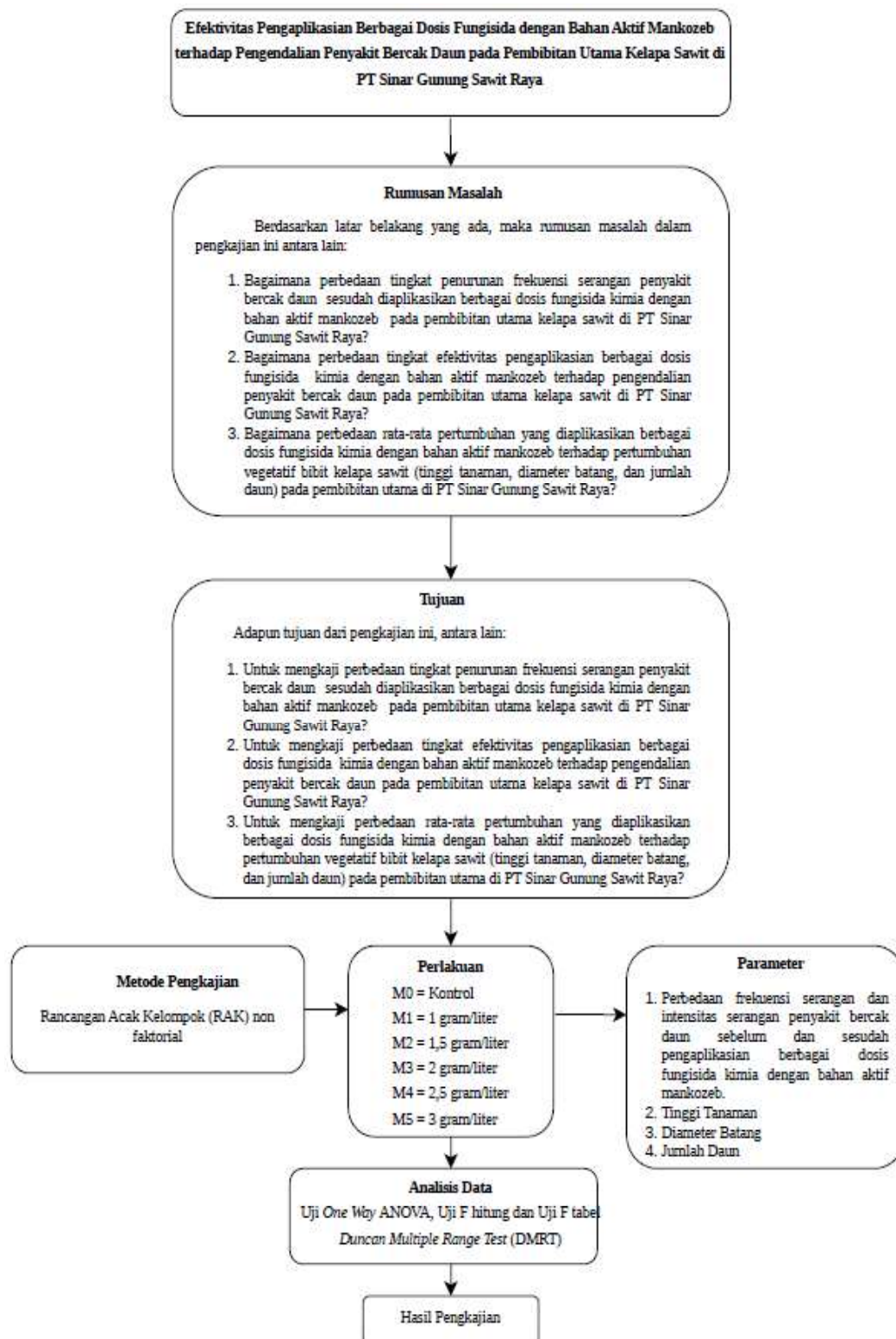
Lanjutan Tabel 1.

No	Judul/ Penulis	Parameter	Metode	Hasil
			frekuensi serangan dan intensitas penyakit pada bibit	terserang sedang dan frekuensi serangan pada umur 4 (empat) bulan yang paling terendah yaitu 25 % termasuk dalam kriteria terserang ringan.
6.	Efektivitas Fungisida Baru Secara <i>In Vitro</i> terhadap <i>Curvularia hawaiiensis</i> (Bugnic. Ex m. B. Ellis) yang Menyebabkan Bercak Daun pada Millet Mutiara (KHatal MP <i>et al.</i> , 2019)	Efektivitas Fungisida	Ekperimen direncanakan untuk mengevaluasi efektivitas fungisida baru secara <i>in vitro</i> dengan menggunakan Desain Acak Lengkap (CRD), semua perlakuan diulang 3 (tiga) kali. Pengamatan terhadap pertumbuhan miselium radial/diameter koloni (mm) dilakukan pada semua perlakuan yang diulang setiap 24 jam dan dilanjutkan hingga pertumbuhan patogen uji pada plate kontrol tanpa perlakuan sepenuhnya tertutup	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, uji <i>in vitro</i> fungisida terhadap <i>C. hawaiiensis</i> menunjukkan bahwa fungisida mankozeb 0,3% menunjukkan penghambatan pertumbuhan maksimum 88,22% pada patogen yang di uji dan terbukti secara signifikan lebih unggul dibandingkan dengan perlakuan fungisida lainnya.
7.	Efektivitas Penggunaan Berbagai Dosis Antracole Terhadap Pertumbuhan Bibit	a. Tinggi Tanaman b. Diameter Batang c. Jumlah Daun	Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) non-faktorial dengan pemberian fungisida Anthracole dengan bahan aktif propineb, yang	Berdasarkan penelitian yang dilakukan penggunaan fungisida antracole memang punya pengaruh yang cukup nyata terhadap pertumbuhan

Lanjutan Tabel 1.

No	Judul/ Penulis	Parameter	Metode	Hasil
	Kelapa Sawit di tahap <i>Main Nursery</i> (Fajar Wira Yuda, Merlyn Mariana, dan Hadi Wijoyo, 2025).		diaplikasikan dalam empat taraf dosis berbeda yaitu N0 = Kontrol, N1 = 1,5 gram/liter air, N2 = 2 gram/liter air, N3 2,5 gram/liter air.	vegetatif bibit kelapa sawit. Perlakuan dengan dosis 2,5 gram/liter (N3) terlihat paling efektif karena selalu memberikan hasil terbaik, baik itu dari segi tinggi tanaman, jumlah daun, maupun diameter batang selama masa pengamatan berlangsung.
8.	Analisis Ambang Batas Intensitas Serangan Bercak Daun yang Disebabkan oleh <i>Curvularia</i> sp. pada Bibit Kelapa Sawit (Rizky Randal Cameron, Stenia Ruski Yusticia, Siti Rakhmi Afriani, dan Astri Febrianni, 2025)	a. Diameter Batang b. Tinggi Tanaman c. Jumlah Daun	Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan 6 perlakuan intensitas serangan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh <i>Curvularia</i> sp. untuk menentukan bibit sawit yang terserang oleh <i>Curvularia</i> , penulis menggunakan observasi morfologi untuk menentukan bibit kelapa sawit tersebut terserang penyakit bercak coklat oleh <i>Curvularia</i> sp.	Penyakit bercak daun yang disebabkan oleh <i>Curvularia</i> sp. memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Intensitas serangan yang tinggi, terutama di atas 60%, menyebabkan penurunan diameter, tinggi, dan jumlah daun bibit, terutama setelah tanaman berumur lebih dari enam bulan. Meskipun pada beberapa umur serangan penyakit tidak menunjukkan perbedaan signifikan, efek kumulatifnya tetap merugikan bagi perkembangan bibit kelapa sawit.

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 3. Kerangka Pikir

2.4 Hipotesis

Berlandaskan rumusan masalah yang sudah ditetapkan, maka dapat disusun suatu hipotesis sebagai bentuk kesimpulan sementara. Adapun hipotesis pada pengkajian ini adalah:

- a. Diduga ada perbedaan yang signifikan terhadap tingkat penurunan frekuensi serangan penyakit bercak daun sesudah diaplikasikan berbagai dosis fungisida kimia dengan bahan aktif mankozeb pada pembibitan utama kelapa sawit di PT Sinar Gunung Sawit Raya.
- b. Diduga ada perbedaan tingkat efektivitas pengaplikasian fungisida kimia dengan bahan aktif mankozeb terhadap pengendalian penyakit bercak daun pada pembibitan utama kelapa sawit di PT Sinar Gunung Sawit Raya.
- c. Diduga ada perbedaan yang signifikan pada rata-rata pertumbuhan yang diaplikasikan dosis fungisida kimia dengan bahan aktif mankozeb terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit (tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun) pada pembibitan utama di PT Sinar Gunung Sawit Raya.