BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Morfologi Tanah

Morfologi tanah adalah studi tentang sifat fisik tanah yang mencakup tekstur, struktur, warna, kedalaman, dan permeabilitas *(*Ridha *et al ., 2022)*. Sifat-sifat ini memengaruhi kapasitas tanah untuk menyimpan air, menyediakan oksigen, serta mendukung pertumbuhan akar tanaman. Pada kebun kelapa sawit, morfologi tanah menjadi faktor penting karena akar sawit yang dalam memerlukan tanah yang cukup gembur, memiliki drainase baik, dan tidak mudah padat agar mampu menyerap nutrisi secara optimal. Tanah yang padat atau terlalu berpasir dapat membatasi penetrasi akar, sehingga tanaman rentan terhadap stres lingkungan dan penyakit.

Selain sifat fisik, morfologi tanah juga berkaitan dengan kesuburan tanah secara alami. Tanah yang memiliki horizon organik tebal cenderung kaya bahan organik, yang mendukung aktivitas mikroba dan siklus nutrisi yang sehat. Hal ini sangat penting untuk kelapa sawit karena tanaman ini membutuhkan suplai nutrisi yang konsisten untuk mendukung pertumbuhan vegetatif dan produksi tandan buah segar *(*Delfianto *et al ., 2021)*. Pengelolaan tanah yang baik, seperti pemberian bahan organik atau mulsa, dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas retensi air serta ketersediaan hara.

Lebih jauh, morfologi tanah juga menentukan risiko serangan penyakit, termasuk *Ganoderma boninense*. Tanah dengan drainase buruk atau terlalu lembab cenderung mendukung pertumbuhan jamur pathogen *(*Ayuningtyas *et al ., 2023)*. Oleh karena itu, pemahaman morfologi tanah memungkinkan pengelola perkebunan untuk melakukan intervensi yang tepat, seperti pengolahan tanah, pemupukan, dan pengaturan sistem drainase. Analisis morfologi tanah menjadi langkah awal dalam penelitian ini untuk memahami bagaimana kondisi fisik tanah mempengaruhi kesehatan tanaman kelapa sawit dan tingkat kerentanan terhadap *Ganoderma boninense*.

2.2. Hara

Hara tanah adalah unsur nutrisi yang tersedia untuk tanaman dan dibutuhkan dalam jumlah tertentu untuk pertumbuhan optimal (Wulansari *et al ., 2022)*. Unsur hara dibagi menjadi makro (seperti N, P, K, Ca, Mg, S) dan mikro (seperti Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo). Pada kelapa sawit, keseimbangan hara sangat menentukan pertumbuhan daun, batang, akar, dan pembentukan buah *(*Argeshwara *et al ., 2023)*. Kekurangan salah satu unsur hara dapat menyebabkan gejala defisiensi, seperti daun menguning, pertumbuhan lambat, atau batang lemah, yang pada gilirannya meningkatkan kerentanan terhadap patogen.

Selain itu, interaksi antar unsur hara juga berperan penting. Misalnya, kelebihan K dapat mengganggu penyerapan Mg atau Ca, sementara kekurangan P dapat menghambat pertumbuhan akar dan metabolisme energi tanaman *(*Triadiawarman *et al ., 2022)*. Oleh karena itu, pemantauan sifat kimia tanah menjadi langkah strategis untuk mengoptimalkan program pemupukan. Hara yang cukup dan seimbang akan meningkatkan resistensi tanaman terhadap stres biotik maupun abiotik, termasuk infeksi *Ganoderma boninense (*Sumatra *et al ., 2023)*.

Dalam konteks penyakit, unsur hara tertentu dapat mempengaruhi kemampuan tanaman untuk mempertahankan diri *(*Benauli*, 2021)*. Contohnya, Mg dan Ca berperan dalam penguatan dinding sel, sementara N berlebih dapat memicu pertumbuhan vegetatif yang rapuh, sehingga mempermudah penetrasi jamur *(*Paddy & Oryza*, 2022)*. Analisis hara tanah menjadi fokus penelitian ini untuk menentukan korelasi antara sifat kimia dengan tingkat serangan *Ganoderma boninense* pada kelapa sawit, sehingga intervensi pemupukan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tanaman dan kondisi lahan.

2.3. Morfologi Tanaman Sawit

Morfologi kelapa sawit mencakup struktur akar, batang, daun, dan sistem reproduksi berupa tandan buah *(*Gunady *et al ., 2023)*. Akar kelapa sawit memiliki jaringan perakaran serabut yang dalam dan luas, memungkinkan penyerapan nutrisi dan air dari berbagai horizon tanah. Batang yang sehat dan kuat

menunjukkan kemampuan tanaman dalam menopang daun dan tandan buah. Morfologi daun, dengan jumlah pelepah yang cukup, berperan penting dalam fotosintesis dan sintesis karbohidrat, sedangkan tandan buah merupakan indikator utama produktivitas.

Gangguan morfologi, seperti batang melemah, daun menguning atau gugur prematur, biasanya menunjukkan stres nutrisi atau serangan pathogen (Kurniawan & Khairani, 2023*)*. Infeksi *Ganoderma boninense* pada batang akan merusak jaringan pengangkut air dan nutrisi, sehingga tanaman menunjukkan gejala layu, pelepah menguning, atau bahkan mati mendadak. Studi morfologi tanaman yang terdampak *Ganoderma boninense* penting untuk memahami mekanisme infeksi dan bagaimana kondisi tanah dan nutrisi memengaruhi kerentanan tanaman.

Secara morfologi, kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) tersusun atas akar, batang, daun, dan buah yang saling mendukung dalam proses pertumbuhan dan produksi. Sistem perakaran serabut berfungsi menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah serta menopang tegaknya tanaman. Batang kelapa sawit berbentuk silindris, tidak bercabang, dan berfungsi sebagai penopang tajuk serta tempat penyimpanan cadangan makanan. Daun tersusun dalam bentuk pelepah yang panjang dengan anak daun yang banyak, sehingga memiliki luas permukaan yang optimal untuk proses fotosintesis. Sementara itu, buah kelapa sawit tersusun dalam tandan yang terdiri atas banyak buah kecil (brondolan) dan menjadi bagian ekonomis utama karena menghasilkan minyak sawit dan minyak inti sawit. Kondisi morfologi yang baik pada akar, batang, daun, dan buah mencerminkan pertumbuhan tanaman yang optimal, sedangkan perubahan pada salah satu bagian tersebut dapat menjadi indikator adanya gangguan fisiologis, kekurangan hara, maupun serangan penyakit.

2.4. *Ganoderma Boninense*

Ganoderma boninense spp. adalah jamur patogen yang menyerang pangkal batang kelapa sawit dan menyebabkan penyakit busuk pangkal batang. Infeksi jamur ini menyebabkan kematian jaringan vaskular, sehingga aliran air dan nutrisi

dari akar ke daun dan tandan buah terganggu. Penyakit ini termasuk serius karena cepat menyebar melalui akar yang bersentuhan atau media tanah yang terkontaminasi, dan sulit dikendalikan setelah infeksi terjadi.

Faktor lingkungan dan tanah memengaruhi tingkat keparahan serangan *Ganoderma boninense*. Tanah yang lembab, padat, atau miskin hara tertentu cenderung mempermudah perkembangan jamur. Selain itu, tanaman yang mengalami defisiensi nutrisi akan lebih rentan karena sistem pertahanan alami melemah. Oleh karena itu, manajemen tanah dan hara menjadi bagian penting dalam strategi pencegahan infeksi *Ganoderma boninense*.

Selain dampak fisiologis, serangan *Ganoderma boninense* juga membawa implikasi ekonomi besar. Kehilangan tanaman produktif mengurangi hasil panen dan meningkatkan biaya rehabilitasi lahan *(*Dwiandhono *et al ., n.d.)*. Pemahaman tentang siklus hidup jamur, gejala awal infeksi, serta kondisi tanah dan nutrisi yang mendukung atau menghambat pertumbuhan *Ganoderma boninense* sangat penting untuk merumuskan intervensi agronomis yang efektif. Penelitian ini fokus pada keterkaitan antara sifat kimia tanah dan kerentanan tanaman terhadap *Ganoderma boninense* untuk memberikan rekomendasi pengelolaan yang berbasis data.

2.5. Ketersediaan Air dan Drainase

Ketersediaan air dalam tanah dan sistem drainase sangat menentukan kesehatan kelapa sawit *(*Zendrato *et al ., 2024)*. Akar sawit memerlukan air yang cukup untuk mendukung fotosintesis, metabolisme, dan transportasi nutrisi. Tanah yang terlalu kering akan menyebabkan stres osmotik, sementara tanah tergenang akan mengurangi kadar oksigen di zona perakaran, sehingga akar mudah membusuk dan pertumbuhan tanaman terhambat *(*Pelestarian *et al ., 2025)*.

Drainase yang buruk juga memperburuk risiko penyakit. Kondisi lembab yang terus-menerus mendukung pertumbuhan *Ganoderma boninense* dan patogen lain *(*Parahita *et al ., 2022)*. Sebaliknya, drainase yang baik membantu mempertahankan keseimbangan air dan oksigen di sekitar akar, sehingga tanaman

lebih mampu menahan infeksi. Penataan lahan dan sistem irigasi menjadi langkah preventif yang penting untuk meminimalkan kerentanan terhadap jamur (Musa & Mallombasi, 2025).

Selain itu, interaksi antara air, drainase, dan hara sangat erat. Nutrisi yang larut dalam air tanah mudah diserap oleh akar, sehingga ketersediaan air memengaruhi efisiensi pemupukan *(*Wibowo *et al ., 2022)*. Penelitian ini memperhatikan faktor ini untuk memahami hubungan antara kondisi fisik tanah, sifat kimia, dan tingkat serangan *Ganoderma boninense*, sehingga strategi pengelolaan dapat lebih tepat sasaran *(*Mustikasari *et al ., 2024)*.

2.6. Aktivitas Mikroba Tanah

Mikroba tanah adalah elemen penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman kelapa sawit *(*Gulo *et al ., 2024)*. Mikroba tanah, termasuk bakteri, jamur non-patogen, dan protozoa, memiliki peran strategis dalam dekomposisi bahan organik dan siklus nutrisi, sehingga meningkatkan ketersediaan hara yang dapat diserap oleh akar. Aktivitas mikroba yang optimal membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aerasi dan retensi air, serta membentuk humus yang kaya nutrien. Dalam kebun kelapa sawit, keberadaan mikroba yang seimbang tidak hanya meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan generatif, tetapi juga mendukung pembentukan akar yang kuat dan luas, yang menjadi kunci dalam penyerapan air dan unsur hara penting bagi tanaman.

Namun, kondisi tanah yang tidak mendukung, seperti drainase buruk, tanah padat, atau penggunaan pupuk kimia secara berlebihan, dapat mengganggu keseimbangan mikroba. Gangguan ini akan menurunkan aktivitas mikroba yang bermanfaat, sehingga kemampuan tanah dalam mendukung kesehatan tanaman dan menekan patogen berkurang *(*Sefano *et al ., 2023)*. Selain itu, infeksi *Ganoderma boninense* dapat memicu perubahan kondisi biokimia di zona perakaran, menciptakan lingkungan yang lebih menguntungkan bagi patogen dan lebih merugikan mikroba bermanfaat. Dengan demikian, interaksi antara sifat

kimia, kondisi fisik tanah, dan populasi mikroba menjadi faktor penting yang menentukan ketahanan tanaman terhadap infeksi *Ganoderma boninense*.

Lebih jauh, pengelolaan mikroba tanah dapat menjadi salah satu strategi preventif yang efektif untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap *Ganoderma boninense*. Inokulasi dengan biofertilizer atau jamur mikoriza dapat meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap unsur hara yang sulit larut, memperkuat jaringan tanaman, dan meningkatkan ketahanan fisiologis terhadap stres biotik maupun abiotik *(*Desika *et al ., 2022)*. Aktivitas mikroba yang optimal juga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, karena nutrisi yang ditambahkan lebih cepat dimanfaatkan oleh tanaman. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai mikroba tanah, baik dari segi jenis, jumlah, maupun aktivitasnya, menjadi aspek krusial dalam penelitian ini untuk menyusun rekomendasi pengelolaan tanah yang menyeluruh dan berkelanjutan.