I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ganoderma boninense merupakan patogen tular tanah yang bersifat destruktif dan mampu bertahan hidup dalam jangka panjang di lingkungan perakaran (Khoo dan Chong, 2023). Patogen ini sulit dideteksi pada gejala awal infeksi (Salsabila *et al*., 2022) serta memiliki kemampuan beradaptasi sebagai organisme saprofit (organisme yang mendapatkan makanan dan nutrisi dari sisa-sisa bahan organik yang sudah mati atau membusuk) dan menginfeksi berbagai tanaman inang (Utami *et al*., 2024) menjadikan patogen ini sebagai salah satu penyebab utama penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Sebagai komoditas strategis, Indonesia berkontribusi signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan minyak nabati global dengan luas areal perkebunan yang telah mencapai 16,4 juta hektare (Sulaiman *et al*., 2024; GAPKI, 2025). Namun, luasnya cakupan lahan ini berbanding lurus dengan tingginya risiko serangan BPB pada berbagai fase pertumbuhan tanaman, mulai dari pembibitan hingga fase tanaman menghasilkan (Veroneca *et al*., 2024), dengan intensitas serangan yang secara konsisten tertinggi pada fase Tanaman Menghasilkan (TM) seiring bertambahnya umur tanaman dan akumulasi inokulum patogen di dalam tanah bahkan pada beberapa kebun tanah mineral tercatat mencapai 81,8% (Purba *et al*., 2019). Secara nasional, GAPKI (2025) melaporkan bahwa sekitar 51% dari total luas areal perkebunan kelapa sawit Indonesia telah terindikasi terserang Ganoderma. Kondisi serupa terjadi di Malaysia, di mana pohon terinfeksi telah dilaporkan pada hampir 60% area perkebunan dengan estimasi kerugian ekonomi mencapai sekitar USD 500 juta per tahun (Bharudin *et al*., 2022). Tingginya prevalensi serangan di kedua negara produsen utama ini menegaskan bahwa BPB terus menjadi faktor pembatas produktivitas dan ancaman keberlanjutan industri kelapa sawit secara regional.

Berbagai upaya pengendalian, seperti sanitasi kebun, eradikasi mekanis (seperti pencabutan pohon dari tanah dan penchippingan), dan aplikasi fungisida sintetis, telah dilakukan untuk menekan perkembangan penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) (Hushiarian *et al*., 2013). Namun, efektivitas fungisida sering kali terbatas karena *G. boninense* mampu bertahan dan berkembang di dalam jaringan akar serta batang tanaman (Hutomo *et al*., 2024). Selain itu, penggunaan bahan kimia secara terus-menerus dalam skala besar berpotensi menimbulkan residu yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan keseimbangan mikroorganisme tanah (Ariyani *et al*., 2019). Kondisi tersebut mendorong pengembangan strategi pengendalian hayati yang efektif dan ramah lingkungan sebagai bagian dari upaya mendukung pengelolaan ekosistem darat yang berkelanjutan, sejalan dengan SDGs poin 15.

Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan untuk mengendalikan *G. boninense* adalah eksplorasi mikrobioma alami tanaman, khususnya cendawan endofit, sebagai sumber agen biokontrol yang ramah lingkungan. Cendawan endofit merupakan kelompok fungi yang mampu mengkolonisasi jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada inangnya (Baron dan Rigobelo, 2022). Keberadaannya dapat meningkatkan ketahanan tanaman melalui berbagai mekanisme, seperti kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasitisme, antibiosis, serta produksi metabolit sekunder bioaktif yang berpotensi mendukung aktivitas

antagonistik terhadap patogen, termasuk alkaloid, flavonoid, dan terpenoid (Fontana *et al*., 2021; Wen *et al*., 2022). Berbagai penelitian telah melaporkan kemampuan cendawan endofit dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense*. Kelompok *Dark Septate Endophyte* (DSE), seperti *Cladophialophora nyingchiensis*, *Exophiala pisciphila*, dan *Diaporthe pandanicola*, diketahui menghasilkan filtrat metabolit yang mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense* hingga 88,63% secara *in vitro* (Purba *et al*., 2023). Selain itu, genus *Trichoderma* sp. dilaporkan memiliki daya hambat hingga 92,7% (Putra *et al*., 2024), sedangkan genus *Penicillium* menunjukkan daya hambat sebesar 88% (Haqqa *et al*., 2023), dan genus *Aspergillus* juga dilaporkan memiliki aktivitas antagonistik terhadap *G. boninense* (Lutfia *et al*., 2024).

Meskipun demikian, keberhasilan memperoleh agen biokontrol yang efektif tidak hanya ditentukan oleh kemampuan antagonistik isolat, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik ekologis habitat asalnya (Sullam dan Musa, 2021). Lingkungan dengan kondisi tanah marginal berpotensi menyeleksi mikroorganisme yang memiliki kemampuan adaptasi lebih baik serta mendorong produksi metabolit sekunder bioaktif yang lebih beragam (Ramatsitsi dan Manyevere, 2025). Salah satu ekosistem marginal yang memiliki karakteristik tersebut adalah tanah Spodosol di Kalimantan, yang dicirikan oleh tekstur berpasir, pH masam, kandungan bahan organik rendah, serta ketersediaan unsur hara yang terbatas (Arimbawa *et al*., 2024). Karakteristik tersebut diduga membentuk komunitas cendawan endofit yang berbeda dibandingkan dengan tanah mineral lainnya, sehingga berpotensi menghasilkan isolat yang lebih adaptif terhadap kondisi cekaman lingkungan.

Hingga saat ini, informasi mengenai keragaman dan potensi cendawan endofit akar kelapa sawit yang berasal dari tanah Spodosol Kalimantan masih sangat terbatas. Berbagai penelitian sebelumnya telah menerapkan pendekatan yang mengombinasikan karakterisasi morfologi, pengukuran laju pertumbuhan, uji patogenisitas, maupun uji antagonistik terhadap *G. boninense*. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya menggunakan sumber isolat yang berbeda, seperti jaringan kelapa sawit dari lokasi budidaya umum (Puspita *et al*., 2022), tanaman pinang (Ali *et al*., 2023), rizosfer tanah gambut, maupun jamur tanah (Saputra *et al*., 2020). Dengan demikian, informasi mengenai potensi cendawan endofit akar kelapa sawit yang berasal dari ekosistem Spodosol sebagai sumber agen biokontrol lokal terhadap *G. boninense* masih belum banyak tersedia.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada eksplorasi dan evaluasi potensi cendawan endofit akar kelapa sawit yang berasal dari tanah Spodosol Kalimantan melalui pendekatan yang meliputi isolasi, karakterisasi makroskopis dan mikroskopis, evaluasi laju pertumbuhan koloni, uji penapisan patogenisitas, serta uji antagonistik terhadap *G. boninense*. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh isolat yang tidak hanya memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan patogen, tetapi juga bersifat tidak patogenik sehingga berpotensi dikembangkan sebagai agen biokontrol lokal yang adaptif pada kondisi lahan Spodosol. Oleh karena itu, penelitian yang berjudul "Eksplorasi dan Evaluasi Potensi Cendawan Endofit Akar Kelapa Sawit sebagai Agen Biokontrol *Ganoderma boninense* secara *In Vitro*" diharapkan dapat memperluas informasi mengenai keragaman cendawan endofit pada ekosistem Spodosol sekaligus menyediakan kandidat agen biokontrol yang mendukung pengendalian penyakit Busuk Pangkal Batang secara berkelanjutan.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengeksplorasi dan mengkarakterisasi cendawan endofit yang berasosiasi dengan akar kelapa sawit.
2. Menyeleksi isolat cendawan endofit yang tidak patogenik melalui uji patogenisitas sebagai tahap penentuan keamanan hayati.
3. Mengevaluasi kemampuan antagonistik isolat cendawan endofit terhadap *G. boninense* secara *in vitro* untuk memperoleh kandidat agen biokontrol potensial.

1.3 Hipotesis

Penelitian ini menggunakan hipotesis yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Terdapat keragaman cendawan endofit yang berasosiasi dengan akar kelapa sawit.
2. Sebagian isolat cendawan endofit akar kelapa sawit bersifat tidak patogenik terhadap tanaman inang.
3. Beberapa isolat cendawan endofit yang tidak patogenik mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro* sehingga berpotensi sebagai agen biokontrol.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat:

1. Menyediakan informasi mengenai keragaman dan karakteristik cendawan endofit yang berasosiasi dengan akar kelapa sawit.
2. Memberikan data dasar mengenai isolat cendawan endofit yang aman dan memiliki kemampuan antagonistik terhadap *G. boninense*.
3. Mendukung pengembangan agen biokontrol berbasis cendawan endofit sebagai alternatif pengendalian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan kejelasan penelitian, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada cendawan endofit yang diisolasi dari jaringan akar kelapa sawit.
2. Karakterisasi isolat dilakukan berdasarkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis serta karakter pertumbuhan pada media kultur.
3. Seleksi isolat dilakukan melalui uji patogenisitas untuk menentukan tingkat keamanan terhadap tanaman.
4. Uji antagonisme terhadap *G. boninense* dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode kultur ganda (*dual culture assay*).