

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sulawesi terkenal dengan berbagai jenis flora endemik, salah satunya pohon eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) dari famili Ebenaceae. *D. celebica* umumnya tumbuh di hutan dataran rendah hingga ketinggian 700 m di atas permukaan laut dan merupakan salah satu jenis kayu mewah yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Meskipun *D. celebica* memiliki laju pertumbuhan yang relatif lambat, karakteristik ini justru menghasilkan kayu yang sangat kuat, padat, dan bernilai tinggi, sehingga banyak diminati oleh masyarakat. Namun, tingginya permintaan terhadap kayu *D. celebica* menjadi salah satu penyebab keberadaannya di alam semakin langka (Setiawan, 2023).

Semakin meningkatnya permintaan terhadap *D. celebica* yang tidak diimbangi dengan keberhasilan budidaya menyebabkan populasi *D. celebica* itu sendiri mengalami tekanan baik dari segi jumlah maupun habitatnya. Faktor seperti pola sebaran yang terbatas dan daur hidup yang panjang menjadikan populasi kayu *D. celebica* sangat rentan terhadap eksploitasi berlebihan. Akibatnya, populasi jenis ini menurun dalam waktu singkat, sehingga terjadi kelangkaan di hutan alam dan statusnya dikategorikan sebagai tanaman langka yang menimbulkan kekhawatiran akan kepunahannya (Kurniawan, 2008). *International Union For Conservation of Nature* (IUCN) (2010) menyatakan bahwa *D. celebica* dikategorikan sebagai spesies pohon yang terancam punah dengan status konservasi rentan (Vulnerable/VU, A1c).

D. celebica tidak dapat tumbuh secara mandiri, melainkan memerlukan interaksi dengan lingkungan sekitarnya untuk menunjang proses pertumbuhannya. Pertumbuhan tanaman sendiri dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu, intensitas cahaya, ketersediaan air, unsur hara, serta jenis tanah. Di antara faktor-faktor tersebut, tanah memiliki pengaruh yang cukup besar. Tanah yang subur sebagai faktor utama dalam pertumbuhan tanaman, dipengaruhi oleh hubungan mutualistik antara akar tanaman dan jamur yang disebut mikoriza (Nurmala, 2014). Jenis mikoriza yang terbentuk pada tanaman inang dapat diklasifikasikan berdasarkan struktur pertumbuhannya serta mekanisme infeksiya terhadap sistem perakaran. Secara umum, mikoriza terbagi menjadi tiga kelompok yaitu endomikoriza, ektomikoriza, dan ektendomikoriza (Doudi et al, 2018).

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang membantu dalam siklus unsur hara. Struktur hifa yang panjang dan halus memungkinkan jamur untuk menjelajah lebih jauh ke dalam tanah untuk menyerap air serta unsur hara yang sulit dijangkau oleh akar tanaman. Hubungan antara FMA dan tanaman bersifat mutualisme. Tanaman menyediakan sumber energi bagi FMA berupa eksudat akar, sementara FMA membantu meningkatkan penyerapan air dan nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh (Arisma et al., 2024). Interaksi ini dapat dipengaruhi oleh fase pertumbuhan tanaman. Seiring bertambahnya umur, perubahan morfologi dan fisiologi akar termasuk produksi eksudat dapat

mempengaruhi intensitas kolonisasi FMA (Niswati et al., 2010). FMA dalam asosiasinya mempunyai kisaran inang yang sangat luas, dengan tingkat asosiasi mencapai sekitar 80 % dengan tanaman teristerial. Tingkat efektifitas setiap tanaman inang berbeda-beda, karena beberapa jenis FMA tertentu menunjukkan spesifikasi untuk memilih dan berasosiasi dengan jenis tanaman inang tertentu (Muryati et al., 2017). FMA termasuk salah satu fungi yang efektif dalam mendukung rehabilitasi dan budidaya tanaman terutama spesies yang terancam punah karena kemampuannya dalam memperbaiki kondisi tanah secara signifikan (Husna, 2015).

Penelitian mengenai diversitas genus FMA pada *D. celebica* masih kurang, maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi keanekaragaman FMA pada tingkat genus, serta menganalisis kelimpahan, penyebaran dan tingkat kolonisasi FMA pada *D. celebica* di KHDTK Universitas Hasanuddin. Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai genus FMA yang berasosiasi dengan tanaman *D. celebica* dan dimanfaatkan sebagai dasar dalam pengembangan bahan inokulasi yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan memperbaiki kondisi kesuburan tanah.

1.2 Landasan Teori

Eboni adalah jenis kayu yang dihasilkan oleh pohon dari spesies *D. celebica*. Di Indonesia hanya ditemui tumbuh tersebar secara alami di Pulau Sulawesi yang masuk kedalam wilayah Wallacea. Menurut Samingan (1982) dalam Allo (2002) klasifikasi *D. celebica* yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Dicotyledonae
 Ordo : Ebenales
 Family : Ebenaceae
 Genus : *Diospyros*
 Spesies : *Diospyros celebica* Bakh.

D. celebica merupakan tumbuhan endemik yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Karena keindahan dan kualitas kayunya, *D. celebica* sering dijuluki sebagai *fancy wood*. Tidak seperti tanaman perkebunan yang dibudidayakan secara khusus, *D. celebica* tumbuh liar secara alami di daerah beriklim tropis basah dengan musim yang jelas, serta mampu berkembang di berbagai jenis tanah, seperti tanah kapur, latosol, hingga podsolik merah kuning (Setiawan, 2023).

Tanah adalah komponen penting dari lahan yang berperan penting dalam pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain itu tanah juga memiliki peran dalam menahan dan menyediakan air untuk tanaman, serta dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Secara fisik, tanah berfungsi sebagai media untuk pertumbuhan dan perkembangan akar, mendukung kestabilan tanaman, serta menyuplai kebutuhan air dan udara (Mautuka et al., 2022). Tanah, yang berfungsi sebagai media pertumbuhan tanaman, memerlukan upaya pelestarian karena di dalam tanah, terutama di area rhizosfer tanaman, terdapat beberapa mikroorganisme yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman; di antara mikroorganisme tersebut, mikoriza adalah salah satu yang sangat penting, karena berkontribusi dalam meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman dan memperbaiki kondisi tanah secara keseluruhan (Asmi et al., 2021).

Mikoriza merupakan bentuk simbiosis mutualisme antara tanaman dan jamur yang mengkoloni jaringan korteks akar selama periode pertumbuhan tanaman. Hubungan simbiotik antara jamur mikoriza dan akar tanaman memberikan keuntungan bagi tanaman inang (Cahyaningrum et al, 2020). Mikoriza arbuskula dapat ditemukan hampir pada sebagian besar jenis tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik, akan tetapi terdapat faktor-faktor tertentu yang mempengaruhi tingkat populasi serta komposisi jenis mikoriza arbuskula seperti karakteristik tanaman dan sifat kimia tanah seperti pH tanah, kandungan N dan P serta tingkat konsentrasi logam berat (Kartika et al., 2012).

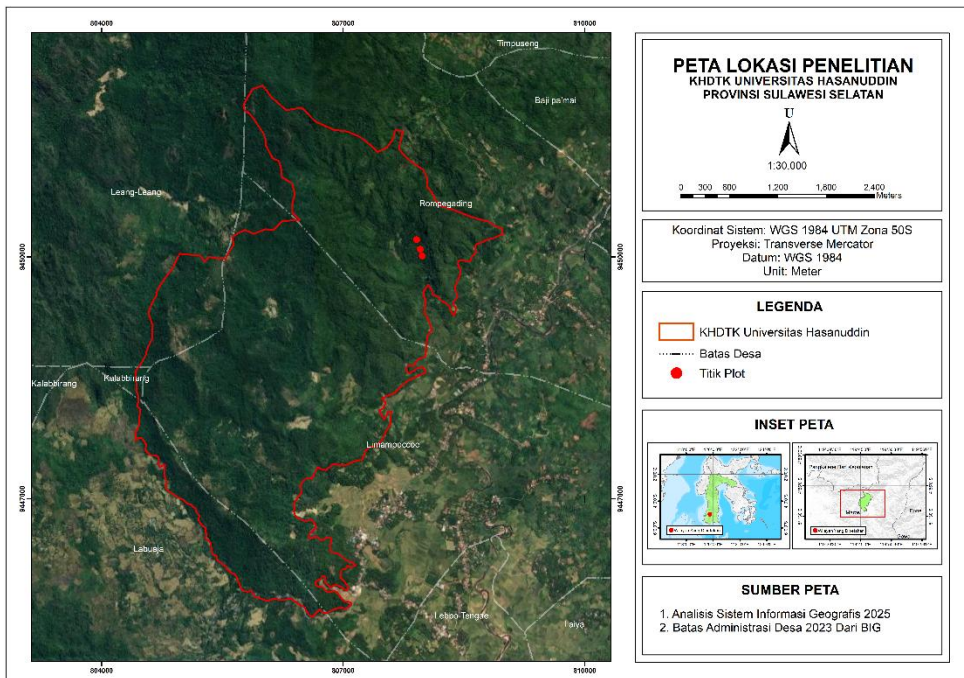
Mikoriza diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu endomikoriza yang ditandai keberadaan lapisan miselium padat yang menyelimuti permukaan akar dan penetrasi jamur secara interseluler di jaringan korteks. Sebaliknya, endomikoriza memiliki hifa

eksternal yang menjalar di tanah dan secara intensif memasuki sel-sel korteks akar (Rina et al., 2020). Endomikoriza merupakan tipe jamur mikoriza yang struktur utamanya berkembang di dalam jaringan akar tanaman. Mikoriza arbuskula adalah bentuk asosiasi simbiotik antara jamur mikoriza dan sebagian besar tumbuhan tingkat tinggi yang banyak ditemukan di lingkungan darat. Sejumlah studi telah menunjukkan bahwa keberadaan mikoriza mampu memberikan manfaat positif bagi tanaman inangnya, seperti: (1) meningkatkan penyerapan hara (2) meningkatkan ketahanan terhadap serangan organisme patogen, (3) membantu tanaman bertahan dalam kondisi lingkungan yang mengandung senyawa berbahaya, (4) memperbaiki kondisi fisik tanah (Hasyati et al., 2018).

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 hingga Maret 2025. Pengambilan sampel tanah dan akar tanaman dilakukan di KHDTK Universitas Hasanuddin. Selanjutnya, sampel tersebut dianalisis lebih lanjut di Laboratorium Terpadu dan Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Alat dan Bahan

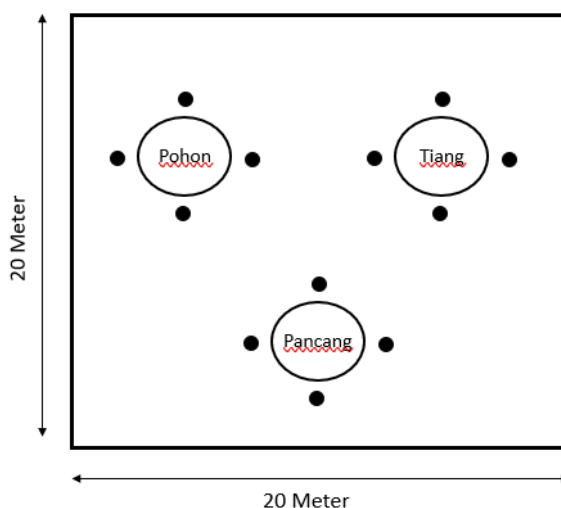
Alat yang digunakan adalah linggis, parang, skop tanaman, roll meter, pita meter, gunting, sarung tangan, *Avenza maps*, timbangan, gelas beker ukuran 1000 ml, batang pengaduk, saringan bertingkat dengan diameter lubang 250 μm , 125 μm , 63 μm , cawan petri, sentrifugasi, mikropipet, pipet ukur, pinset spora, *cutter*, kaca preparat, *cover glass*, mikroskop stereo, mikroskop *compound*, botol film, kotak preparat, kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu sampel tanah dan akar tanaman, plastik sampel, larutan sukrosa, air mineral, larutan PVLG (*Polyvinyl Alcohol Lactid Acid Glyserol*), larutan Melzer's, kertas saring, cat kuku, *alcohol* 70%, KOH 10%, HCl 2%, H₂O₂ 10%, Pemutih komersial, Larutan *destaining* (asam laktat, gliserin, dan air destilata), dan larutan staining (larutan *destaining*, *trypan blue*).

2.3 Prosedur penelitian

Prosedur penelitian meliputi beberapa tahapan, dimulai dari pengambilan sampel tanah dan akar, dilanjutkan dengan ekstraksi spora FMA, perhitungan dan identifikasi spora FMA, serta analisis kolonisasi FMA pada akar.

2.3.1 Pengambilan Sampel Tanah dan Akar

Pengambilan sampel tanah dan akar dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2019), *Purposive sampling* merupakan metode pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu, artinya pemilihan sampel dilakukan dengan mengacu pada kriteria yang telah ditentukan sebelumnya oleh peneliti. Dalam penelitian ini plot dipilih berdasarkan tiga fase pertumbuhan (pancang, tiang, pohon) serta keberadaan *D. celebica* di area tersebut. Pembuatan plot pengamatan dilakukan dengan ukuran 20 m x 20 m sebanyak tiga plot. Pada setiap plot, dilakukan pengambilan sembilan titik sampel, yaitu masing masing tiga pohon, tiga tiang, dan tiga pancang. Pemilihan individu sampel dilakukan berdasarkan keberadaan tanaman, tanpa mempertimbangkan jarak antar tanaman, karena tanaman tumbuh secara alami dengan sebaran yang tidak seragam. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-20 cm disetiap titik, yaitu dari empat arah mata angin tanaman, kemudian digabungkan menjadi satu sampel komposit (Gambar 1). Berat tanah yang diambil setiap titik yaitu 500 g sehingga berat total sampel yang diperoleh yaitu 13.500 g.



Gambar 2. Sketsa plot pengambilan sampel

2.3.2 Ekstraksi Spora FMA

Ekstraksi FMA dilakukan untuk memisahkan spora dari tanah guna memudahkan identifikasi genus spora FMA. Proses ekstraksi menggunakan teknik tuang-saring yang dilanjutkan dengan proses sentrifugasi (Brundrett et al., 1996). Pertama, tanah sebanyak 50 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 1000 ml, kemudian ditambahkan air hingga mencapai 1 liter. Suspensi diaduk selama $\pm$ dua menit untuk menghancurkan agregat tanah agar spora terbebas dari kotoran dan tanah. Setelah didiamkan selama $\pm$ 15 menit agar partikel besar mengendap, suspensi disaring menggunakan saringan bertingkat berukuran 250 μ m, 125 μ m, dan 63 μ m (proses ini diulang tiga kali). Residu pada tiap saringan dibilas menggunakan air mengalir untuk menjamin bahwa semua partikel kecil sudah terbawa. Endapan yang tertinggal di saringan 125 μ m dan 63 μ m kemudian dipindahkan ke tabung sentrifus 15 ml dengan bantuan botol semprot. Suspensi kemudian di masukkan ke dalam sentrifuge selama lima menit dengan kecepatan 2500 rpm. Selanjutnya kotoran yang mengambang pada cairan supernatan dibuang dan diisi dengan larutan gula sebanyak dua kali dari banyaknya air di dalam tabung sentrifuge, lalu dimasukkan kembali ke dalam sentrifuge yang di putar dengan kecepatan 2500 rpm selama lima menit. Spora akan mengapung pada larutan gula atau bagian atas suspensi jernih, kemudian suspensi jernih dituang ke dalam saringan 63 μ m dan segera bilas dengan air mengalir untuk mencegah terjadinya lisis pada spora. Selanjutnya, hasil saringan dipindahkan ke dalam cawan petri menggunakan bantuan botol semprot untuk dilakukan pengamatan spora.

2.3.3 Perhitungan dan Identifikasi Spora FMA

Hasil saringan yang telah dipindahkan kedalam cawan petri diamati dan dihitung dibawah mikroskop stereo dengan pembesaran 5X. Spora yang diamati dipindahkan berdasarkan morfotipenya ke kertas saring yang diletakkan didalam cawan agar memudahkan saat pengamatan. Spora yang telah di hitung dan dipisahkan per morfotipe diletakkan pada satu kaca preparat dengan bantuan mikroskop dan pinset spora. Selanjutnya pada preparat ditetesi masing- masing PVLG dan Melzer. Sisi kiri preparat ditetesi larutan Melzer, dan sisi kanan ditetesi larutan PVLG. Kedua sisi kaca preparat kemudian ditutup menggunakan *cover glass* dan diberi sedikit tekanan agar spora pecah sehingga bagian dalam dinding spora dapat terlihat untuk memudahkan identifikasi jenis spora. Untuk memastikan *cover glass* melekat dengan baik, setiap sisinya direkatkan menggunakan cat kuku bening. Adanya perubahan warna pada spora dalam larutan melzer's adalah salah satu indikator untuk menentukan tipe spora yang ada (Nusantara et al., 2012).

2.3.4 Kolonisasi FMA Pada Akar

Kolonisasi FMA pada akar *D. celebica* menggunakan metode pewarnaan akar (Philips & Hayman, 1970) yang telah dimodifikasi Laboratorium Bioteknologi Hutan Institut Pertanian Bogor. Sampel akar dibersihkan dengan hati-hati dan disimpan dalam larutan *alcohol* 70% untuk mengawetkan. Setelah itu, potongan rambut akar

dimasukkan kedalam botol film dan direndam dalam larutan KOH 10% selama 24 jam. Selanjutnya, rambut akar dicuci dengan air mengalir. Rambut akar yang telah bersih kemudian direndam dalam larutan pemutih sampai warna akar berubah menjadi putih, lalu dibilas dengan air bersih. Rambut akar direndam dalam larutan HCL 2% selama 24 jam. Selanjutnya, rambut akar direndam dalam larutan *staining* selama 24 jam sampai akar berwarna biru dan terakhir tambahkan larutan *destaining* selama 24 jam untuk membersihkan akar dari sisa sisa pewarnaan. Pengamatan akar dilakukan dengan mengambil 10 potongan rambut akar sepanjang satu cm dan diletakkan berjejer pada slide preparat. Kemudian setiap potong rambut akar diamati dibawah mikroskop untuk melihat struktur mikoriza (hifa, vesikula, dan arbuskula). Menurut Zulfredi et al (2014), bidang pandang yang memperlihatkan adanya tanda-tanda kolonisasi diberi tanda positif (+), sedangkan yang tidak menunjukkan diberi tanda negatif (-).

2. 4 Analisis Data

Data hasil pengamatan dilaboratorium ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif menggunakan *software microsoft excel*, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan diagram batang.

1. Analisis Data Kolonisasi FMA Pada Akar

Banyaknya akar yang terinfeksi FMA diklafikasikan kedalam beberapa kategori berdasarkan Rajapakse dan Miller (1992) yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi banyaknya infeksi pada Akar

Persentase infeksi (%)	Kelas	Kategori
0-5	Kelas 1	Sangat rendah
6-25	Kelas 2	Rendah
26-50	Kelas 3	Sedang
51-75	Kelas 4	Tinggi
76-100	Kelas 5	Sangat Tinggi

Adapun perhitungan persentase kolonisasi akar menggunakan rumus (Setiadi & Setiawan, 2011):

$$\% \text{ infeksi FMA pada akar} = \frac{\text{jumlah akar terinfeksi}}{\text{Total akar yang diamati}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Analisis Data Spora FMA

Spora FMA yang telah diidentifikasi, selanjutnya dihitung beberapa parameter meliputi kepadatan, kelimpahan relatif, dan frekuensi relatif spora menggunakan rumus sebagai berikut (Shi et al., 2007):

$$\text{Kepadatan spora} = \frac{\text{jumlah spora}}{50 \text{ g tanah}} \quad (2)$$

$$\text{Kelimpahan relatif (\%)} = \frac{\text{jumlah genus}}{\text{total spora}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Frekuensi relatif (\%)} = \frac{\text{jumlah sampel ditemukan genus}}{\text{total sampel}} \times 100\% \quad (4)$$

3. Analisis Indeks Keanekaragaman

Perhitungan Indeks keanekaragaman menggunakan rumus Shannon-Wiener sebagai berikut:

$$H' = -\sum (P_i \times \ln P_i) \quad (5)$$

Keterangan:

H' = nilai indeks Keanekaragaman

P_i = Proporsi jumlah genus ke- i terhadap total keseluruhan

N_i = Jumlah individu dari genus ke- i

N = Total jumlah individu dari seluruh genus

kriteria:

$H' < 1$ menunjukkan Tingkat keanekaragaman yang rendah

$1 < H' < 3$ menunjukkan Tingkat keanekaragaman sedang

$H' > 3$ menunjukkan Tingkat keanekaragaman yang tinggi

4. Analisis Sifat Kimia Tanah

Analisis sifat kimia tanah mengacu pada kriteria penilaian menurut Balai Penelitian Tanah (2009) yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria penilaian sifat kimia tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	<1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 3,0	3,1 – 5,0	>5,0
N (%)	<0,1	0,1 – 0,20	0,21 – 0,5	0,51 – 0,75	>0,75
C/N	<5,0	5,0 – 7,9	8,0 – 12,0	12,1 – 17,0	>17
P ₂ O ₅ (ppm)	<5	5 – 10	11 – 15	16 – 20	>20
K (cmol/kg)	<0,1	0,1 – 0,3	0,4 – 0,5	0,6 – 1,0	>1,0
CTC (cmol/kg)	<5	5 – 16	17 – 24	25 – 40	>40
PH					
Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Basa	Basa
<4,5	4,5 – 5,5	5,6 – 6,5	6,6 – 7,5	7,6 – 8,5	>8,5

Sumber: Balai Penelitian Tanah, 2009