

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Toraja Utara merupakan destinasi wisata di Sulawesi Selatan yang tidak hanya memukau dengan keindahan alam dan kekayaan budayanya yang khas, tetapi juga menawarkan salah satu komoditas hasil bumi yang telah mendunia dan menjadi ikon kuliner daerah ini adalah kopi. Kopi ini tidak hanya dikenal karena cita rasanya yang khas, tetapi juga menjadi daya tarik utama dalam wisata kuliner Toraja. Menurut Junaidi dan Ahmad (2021), tanaman kopi berasal dari genus *Coffea* dan termasuk dalam famili *Rubiaceae*. Tanaman ini tumbuh tegak dan bercabang, dengan tinggi yang bisa mencapai sekitar 12 meter. Daunnya berbentuk oval dengan ujung yang sedikit runcing. Jenis kopi robusta dan arabika dikenal memiliki sistem perakaran yang relatif dangkal, sehingga menjadikannya lebih rentan terhadap kondisi kekeringan. Tanaman kopi sering disebut sebagai tanaman budidaya gunung karena umumnya ditanam di daerah perbukitan dengan ketinggian sedang hingga tinggi. Secara alami, kopi tumbuh di bawah naungan pepohonan. Naungan yang cukup serta banyaknya daun kering yang jatuh ke tanah membantu menjaga kelembaban tanah (Sari et al., 2013). Salah satu pohon yang sering digunakan sebagai penayang tanaman kopi adalah cemara gunung. Tanaman ini termasuk jenis yang cepat tumbuh (*fast growing*) dan sering dimanfaatkan sebagai sumber kayu bakar oleh masyarakat pedesaan (Prakosa et al., 2018).

Meningkatnya permintaan terhadap kopi mendorong para petani untuk terus mengupayakan peningkatan produktivitas tanaman dari tahun ke tahun. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencapai hal tersebut adalah melalui pemupukan, yang bertujuan memperbaiki struktur tanah, meningkatkan tingkat kesuburan, serta memperkaya ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Pemupukan ini dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk organik yang berasal dari mikroorganisme seperti *Fungi Mikoriza Arbuskula* (FMA). FMA sendiri merupakan jenis jamur yang berfungsi sebagai pupuk hayati organik, yang mampu membentuk hubungan simbiosis dengan 80–90% tanaman pertanian, kehutanan, dan perkebunan. Adanya FMA mampu meningkatkan penyerapan unsur hara dan air oleh tanaman, sehingga berkontribusi besar terhadap pertumbuhan dan produktivitas pada tanaman (Susanti et al., 2023). Hubungan simbiosis ini terbentuk karena FMA mampu berkembang pada jaringan akar tanaman, yang merangsang pertumbuhan akar-akar halus. Proses ini meningkatkan penyerapan unsur hara dari tanah, sehingga secara keseluruhan memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan tanaman yang lebih optimal (Mony et al., 2024).

Sari et al., (2024) menyatakan bahwa FMA termasuk jenis *endomikoriza* yang paling dominan dan tersebar luas di berbagai ekosistem. *Endomikoriza* yaitu jenis mikoriza yang simbiosis antara jamur dan akar tanaman. *Endomikoriza* ditandai dengan jaringan hifa yang menembus ke dalam sel-sel korteks akar tanaman, membentuk struktur khas berupa vesikula yang berbentuk oval atau arbuskula yang bercabang-cabang, yang menjadi ciri utama dari asosiasi mikoriza jenis (Musfal, 2010).

FMA umumnya ditemukan di berbagai jenis tanah dan tidak tergantung pada jenis tanaman inangnya. Namun, jumlah dan jenis FMA berbeda-beda, tergantung pada tanaman inang dan lingkungan tumbuhnya. Penelitian tentang Kelimpahan *Fungi*

Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Tanaman Kopi Robusta dan Kopi Arabika di Kelurahan Bokin, Kecamatan Rantepao, Kabupaten Toraja Utara dilakukan karena belum ada data terkait penelitian tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah spora dan jenis- jenis mikoriza yang berasosiasi dengan tanaman kopi arabika (*C. arabica*) dan robusta (*C. Chanefora*). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang jenis dan keanekaragaman FMA serta asosiasi dengan tanaman kopi arabika (*C. arabica*) dan robusta (*C. canephora*).

1.2. Teori

Menurut Supriadi dan Pranowo (2015) salah satu upaya untuk mengatasi kebutuhan akan lahan pertanian dengan tetap mempertahankan fungsi hutan dan lingkungan adalah melalui penerapan sistem agroforestri. Agroforestri merupakan sistem penanaman yang menggabungkan tanaman pertanian dan tanaman kehutanan. Sistem agroforestri berbasis kopi dalam penerapannya menggunakan dua model, yaitu agroforestri sederhana dan kompleks. Model agroforestri sederhana melibatkan penggunaan satu atau dua jenis pohon penayang yang ditanam bersama dengan tanaman kopi, sedangkan model agroforestri kompleks melibatkan penggunaan beragam jenis tanaman lainnya yang ditanam bersama dengan tanaman kopi. Pohon dalam agroforestri berperan penting dalam menyediakan bahan organik, fiksasi nitrogen, penyerapan unsur hara melalui akar yang dalam, daur ulang bahan organik dan unsur hara melalui serasah, meningkatkan sifat fisik tanah, dan meningkatkan proses biologis dalam tanah. Selain itu, agroforestri juga dapat berperan sebagai alternatif pertanian dalam upaya mitigasi perubahan iklim (Istikorini et al., 2023).

Upaya pengembangan kopi sebagai salah satu komoditas di Toraja Utara telah banyak dilakukan oleh para petani, terutama melalui budidaya dua varietas utama yang ditanam di Indonesia yakni kopi arabika dan kopi robusta (Putri, 2022). Fiqhry et al. (2024) menjelaskan bahwa kopi arabika tumbuh paling baik pada ketinggian 1.000–1.700 meter di atas permukaan laut (mdpl). Jika ditanam di bawah 1.000 mdpl, tanaman ini lebih mudah terserang penyakit karat daun. Sementara itu, jika berada di atas 1.700 mdpl, pertumbuhannya menjadi kurang optimal. Berbeda dengan arabika, kopi robusta cocok ditanam pada ketinggian 600–1.000 mdpl, tetapi masih dapat tumbuh hingga 1.200 mdpl. Di daerah yang lebih tinggi, tanaman robusta biasanya memiliki tajuk lebih lebar, jumlah cabang produktif lebih banyak, dan ukuran cabang yang lebih besar dibandingkan tanaman yang tumbuh di dataran lebih rendah (Randriani et al., 2016). Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Perbedaan lokasi tanam bisa menyebabkan perbedaan pertumbuhan karena dipengaruhi oleh beberapa kondisi lingkungan, seperti intensitas cahaya, suhu, pH tanah, dan elevasi tempat tumbuh (Rizki et al., 2020).

Tanaman kopi dapat diperbanyak secara generatif (dari biji) atau vegetatif (melalui stek dan cangkok). Kedua metode tetap memerlukan pemupukan untuk mencukupi kebutuhan hara. Namun, penggunaan pupuk anorganik berlebihan dapat merusak tanah dan mengganggu kehidupan mikroorganisme (Hartatie dan Donianto, 2021). Salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik dalam meningkatkan kandungan unsur hara di dalam tanah dengan memanfaatkan mikoriza. Mikoriza adalah hubungan saling menguntungkan antara jamur dan akar tanaman yang terbentuk di

bagian korteks akar selama proses pertumbuhan. Mikoriza membantu menyerap karbon, air, dan unsur hara dari tanah melalui hifa kemudian menyalurkannya ke tanaman. Hifa ini bisa menjangkau daerah yang tidak bisa dijangkau akar, sehingga penyerapan air dan nutrisi menjadi lebih efisien. Salah satu jenis mikoriza yang umum dijumpai adalah *Fungi Mikoriza Arbuskular* (FMA), yang termasuk dalam kelompok endomikoriza (Basri, 2018).

FMA memiliki peran penting dalam membantu tanaman menyerap unsur hara dari tanah. Pemanfaatan FMA juga dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia, mencegah terjadinya erosi, serta meningkatkan kesuburan tanah. Dalam hubungan simbiosis mutualisme, FMA memperoleh karbon dari hasil fotosintesis tanaman, sedangkan tanaman mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan untuk tumbuh dari FMA (Septian & Sihite, 2021).

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) mengandung mikroorganisme hidup yang berperan dalam menunjang pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan ketersediaan unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (Maxiselly et al., 2023). FMA memiliki hifa yang tumbuh meluas di dalam tanah, bahkan melampaui jangkauan rambut akar. Ketika fosfor berada di sekitar akar, hifa ini membantu menyerapnya dari bagian tanah yang tidak bisa dijangkau akar. Akar tanaman yang membentuk simbiosis dengan FMA tetap mampu menyerap unsur hara lebih lama dibandingkan akar tanpa mikoriza. FMA juga berfungsi mengubah fosfor yang sulit diserap menjadi bentuk yang lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu, FMA berperan dalam penyerapan nutrisi, mempercepat pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan hasil seperti bobot kering tanaman (Rivana et al., 2016).

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2024 hingga Maret 2025. Pengambilan sampel tanah dilakukan di kebun kopi yang berada di Kelurahan Bokin, Kecamatan Rantepao, Kabupaten Toraja Utara. Sampel tanah kemudian dianalisis untuk menghitung jumlah spora di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Sementara itu, identifikasi jenis mikoriza dan analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.



Gambar 1. Peta Sebaran Plot Pengambilan Sampel

2.2 Alat dan Bahan

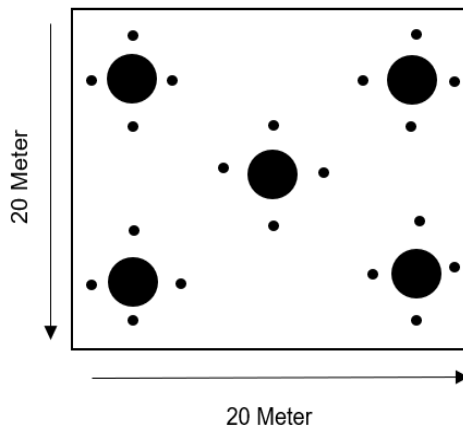
Adapun alat yang digunakan yaitu roll meter, gps, tali rafia, linggis, sekop, timbangan, gelas beker ukuran 1000 ml, batang pengaduk, saringan bertingkat dengan diameter lubang 250 μ m, 125 μ m, 63 μ m, sentrifugasi, cawan petri, *micropipet*, mikroskop stereo, mikroskop binokuler, kaca preparat, *cover clip*, pipet tetes, kamera digital. Adapun bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel tanah tanaman kopi arabika dan robusta, larutan gula, aquades, larutan *polyvinyl alcohol lactid acid glyserol* (pvlg), asam laktat, gliserin, air destilata, campuran larutan *meltzer* diantaranya iodine, air destilata dan ki (*potassium iodine*), plastik klip, kertas saring, kuteks bening, alat tulis menulis.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pengambilan Sampel Tanah

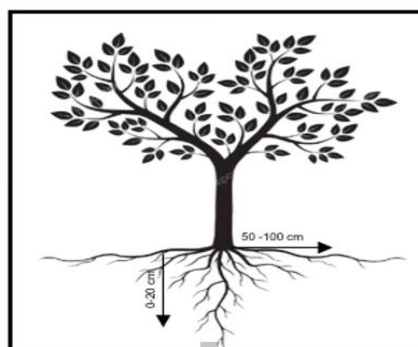
1. Pengambilan sampel tanah dilakukan penentuan titik plot dengan metode *purposive sampling* yaitu cara pengambilan sampel berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan oleh peneliti berdasarkan dengan apa yang dibutuhkan oleh peneliti. Adapun kriteria pengambilan sampel yaitu lahan aktif ditanami kopi, tanah tidak dalam kondisi baru diberi pupuk atau pestisida dan lokasi memiliki perlakuan budidaya yang sama seperti penggunaan pupuk. Pembuatan plot

berukuran 20 x 20 sebanyak 6 plot dengan 3 plot kopi arabika dan 3 plot kopi robusta, dengan jarak antar plot 50 meter. Jarak antara plot kopi robusta dan kopi arabika berjauhan karena lahan yang ditumbuhi kopi berbeda jenis. Dalam 1 plot pengamatan diambil 5 titik untuk pengambilan sampel tanah, seperti gambar 2.



Gambar 2. Sketsa Plot Pengambilan Sampel Tanah

2. Pada masing-masing titik, sampel tanah di ambil 400 gram pada sekitar perakaran kopi dengan jarak 50-100 cm pada pangkal batang kopi dengan kedalaman 0-20 cm seperti pada gambar 3 (Lizawati, et al., 2017). Kemudian tanah dikumpulkan dari 4 arah mata angin di sekitar akar tanaman ke mudian di kompositkan hingga homogen untuk mewakili satu petak amatan sebanyak 500 gram per petak untuk mengetahui jenis dan jumlah spora pada kebun kopi. Jadi total sampel tanah yang diambil untuk pengamatan sebanyak 6 sampel tanah, 3 sampel tanah kopi robusta dan 3 arabika dengan total berat 3.000 gr. Sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label yang tertulis plot tanaman, lokasi, tanggal, dan nama pengambil.



Gambar 3. Sketsa Pengambilan Sampel Tanah Dan Akar

2.3.2. Ekstraksi Spora

1. Ekstraksi spora FMA dilakukan untuk memisahkan spora dari tanah agar dapat identifikasi untuk mengetahui genus spora FMA. Metode yang digunakan yaitu

teknik tuang saring dan sentrifugasi (Brundrett et al., 1996). Proses diawali dengan menimbang 50 gram tanah, mencampurnya dengan 1000 ml air, lalu diaduk selama ± 2 menit hingga homogen dan didiamkan ± 15 menit agar partikel besar mengendap.

2. Kemudian disaring menggunakan saringan bertingkat dengan diameter lubang 250 μm , 125 μm , dan 63 μm secara berurutan dari atas ke bawah (prosedur ini diulang sebanyak 3 kali) untuk memisahkan spora dari partikel tanah yang lebih besar.
3. Setiap saringan dibilas dengan air mengalir. Spora yang tertinggal di saringan terkecil dipindahkan ke tabung sentrifus 15 ml menggunakan botol semprot. Selanjutnya, tabung dimasukkan ke dalam sentrifus dan diputar pada 2000 rpm selama 5 menit.
4. Kotoran yang mengambang pada supernatan dibuang, lalu tabung diisi larutan glukosa sebanyak dua kali volume air sebelumnya. Setelah itu, tabung diputar kembali dalam sentrifus dengan kecepatan 2000 rpm selama 1 menit.
5. Setelah itu, larutan disaring dengan saringan 63 μm , lalu dicuci dengan air mengalir. Hasil saringan dituang ke cawan petri menggunakan botol semprot untuk diamati di bawah mikroskop.

2.3.3. Identifikasi Spora

Hasil saringan yang dipindahkan ke cawan petri diamati dengan mikroskop stereo menggunakan pembesaran 4x. Identifikasi spora FMA dilakukan dengan mengamati struktur, keragaman, serta morfologi spora seperti bentuk, ukuran, dan warna. Selanjutnya, spora dipindahkan ke kertas saring bergaris vertikal dan horizontal dalam cawan 60 $\times$ 15 mm untuk memudahkan pengamatan (Brundrett et al., 1996).

2.3.4. Pengamatan Spora

1. Spora yang telah dihitung dan dipisahkan berdasarkan morfotipe diletakkan di kaca preparat. Pembuatan preparat menggunakan larutan pewarna melzer dan pengawet PVLG diteteskan terpisah di kaca preparat. Spora kemudian dipecahkan dengan menekan *cover glass* menggunakan ujung jarum pentul. Perubahan warna spora dalam larutan melzer digunakan sebagai indikator untuk mengidentifikasi jenis spora (Lizawati et al., 2017).
2. Morfologi spora diamati dengan mikroskop binokuler berdasarkan kondisi spora pada preparat, serta struktur FMA seperti hifa, vesikula, dan arbuskula. Identifikasi dilakukan hingga tingkat genus.

2.4. Analisis Data

Spora FMA yang telah diidentifikasi kemudian dianalisis menggunakan beberapa parameter, yaitu kepadatan spora, keragaman spora, kelimpahan spora, dan frekuensi spora (Shi et al., 2007). Masing-masing parameter dihitung berdasarkan rumus tertentu sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan Spora} = \frac{\text{Jumlah spora}}{50 \text{ gram tanah}} \quad (1)$$

$$\text{Keragaman Spora} = \text{Jumlah genus dalam 50 gram tanah} \quad (2)$$

$$\text{Kelimpahan Relatif \%} = \frac{\text{Jumlah genus}}{\text{Total spora}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Frekuensi Genus \%} = \frac{\text{Jumlah sampel di temukan genus}}{\text{Total Sampel}} \times 100\% \quad (4)$$

Kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan Balittanah (2009) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis 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 (pmm)	<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
Mg (cmol/kg)	<0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	>8,0
KTK (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	7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber: Balittanah (Balai Penelitian Tanah), 2009.