

**SKRIPSI**

**Diversitas Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal Tanaman Karet  
(*Hevea brasiliensis*) dengan Pola Agroforestri di Bulukmba**

**Disusun dan Diajukan Oleh :**

**NUR PADLI**

**M011 19 1160**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN**

**FAKULTAS KEHUTANAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Diversitas Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) dengan Pola Agroforestri di Bulukumba**

**Disusun dan Diajukan Oleh**

**NUR PADLI**

**M011191160**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi  
Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 30 November 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui :

**Pembimbing Utama**




**Gusmiaty, S.P., M.P**  
NIP. 197911202009122002

**Pembimbing  
Pendamping I**



**Ir. Mukrimin, S.Hut., M.P., Ph.D., IPU**  
NIP. 197802092008121001

**Pembimbing  
Pendamping II**



**Dr. Retno Pravudvaningsih, S.Si., M.Sc**  
NIP. 197411292001122003

Mengetahui,

  
**Dr. Ir. Sitti Nurani, M.P**  
NIP. 19680410199512 2 001

Tanggal Lulus : 30 NOVEMBER 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nur Padli  
NIM : M011191160  
Program Studi : Kehutanan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Diversitas Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) dengan Pola Agroforestri di Bulukumba

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 30 November 2023

Yang menyatakan



10000  
METRAI  
TEMPLI  
10FBAKX707072428

Nur Padli

## ABSTRAK

**Nur Padli (M011191160) Diversitas FMA Lokal pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) dengan Pola Agroforestri di Bulukumba di bawah bimbingan Gusmiaty, Mukrimin, dan Retno Prayudyaningsih.**

Fungi Mikoriza Arbuskula merupakan fungi yang hidup bersimbiosis dengan akar tanaman yang memberikan banyak manfaat bagi tanaman, termasuk nutrisi dan pertumbuhan tanaman yang berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis dan densitas Fungi Mikoriza Arbuskula pada rhizosfer, serta asosiasinya pada akar tanaman karet pola agroforestri di Desa Jojjolo, Kecamatan Bulukumpa, Kabupaten Bulukumba. Ekstraksi spora dilakukan dengan cara metode tuang saring pada diameter lubang 425  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , dan 45  $\mu\text{m}$ . Hasil ekstraksi diamati menggunakan mikroskop *dessecting* perbesaran 4X. Identifikasi akar FMA dilakukan dengan cara metode pewarnaan akar kemudian diamati dengan mikroskop *compound* dengan perbesaran 40X. Hasil yang penelitian menunjukkan Genus spora yang ditemukan pada tiga tingkat kerapatan tanaman karet pola agroforestri yaitu sebanyak 6 jenis genus *Glomus*, dan 1 jenis genus *Acaulospora*. Kepadatan spora FMA tertinggi (88,97 per 50 gram tanah) dijumpai pada perkebunan karet pola tanam agroforestri dengan kerapatan tanaman jarang dengan tanaman sela cengkeh dan durian. Tanaman karet pada perkebunan dengan pola tanam agroforestri memiliki persentase kolonisasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) sedang.

**Kata Kunci: Tanaman Karet, Agroforestri, Fungi Mikoriza Arbuskula, Spora, Akar**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT Tuhan yang Maha Esa atas limpahan Anugerah, Rahmat, dan Karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “**Diversitas FMA Lokal pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) dengan Pola Agroforestri di Bulukumba**” dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada Ibu **Gusmiaty, S.P., M.P.**, Bapak **Ir. Mukrimin, S.Hut., M.P., Ph.D., IPU.**, dan Ibu **Dr. Retno Prayudyaningsih, S.Si., M.Sc.** selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing serta memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini.

Salam hormat dan kasih sayang secara khusus penulis sampaikan kepada Ayahanda tercinta **Dahri A.M**, Ibunda tercinta **Nur Sia**, dan Saudara **Zul Fajrin Dahrir** yang selalu memberikan dukungan dan doa, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dengan segala kerendahan hati, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu **Dr. Siti Halimah Larekeng, S.P., M.P** dan Bapak **Dr. Ir. Syamsuddin Millang, M.S.** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh **Dosen Pengajar** dan **Staff Administrasi** Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin atas ilmu Pendidikan dan pengetahuan yang telah disalurkan kepada penulis selama masa perkuliahan.
3. Keluarga besar **Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon** atas ilmu yang telah diberikan baik secara formal maupun non formal.
4. Teman-teman **BroNya** yang penulis sayangi dan banggakan **Muhammad Ikram Hidayat, Diky Wahyudi, Muh. Raihan Fahrezi Taufik, Greys Enafil Nipi, S.Hut, Sehryna Ishak, S.Hut, Efi Trianna** yang selama ini telah kebersamai dan memberi banyak bantuan selama masa perkuliahan.

5. Bapak **Ipda Abd. Muis** dan Ibu **Hj. Suriawati, S.Pd** selaku paman dan bibi penulis yang telah memfasilitasi selama penulis menyusun skripsi ini.
6. Saudara dan saudariku **Olympus 2019** (Orientasi Loyalitas Rimbawan Pilar Unhas) atas kerjasama dan kekompakannya selama masa perkuliahan.
7. Keluarga besar **UKM Belantara Kreatif** dan **Talenta 18** yang telah memberikan banyak pengalaman dan kesan yang sangat hebat dan mengagumkan.
8. Seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebut satu-satu telah membantu penulis selama perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

Dengan keterbatasan ilmu dan pengetahuan, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Bertolak dari itulah, penulis mengharapkan adanya koreksi dan saran yang membangun dari berbagai pihak sehingga menjadi masukan bagi penulis untuk peningkatan di masa yang akan datang. Akhir kata penulis mengharapkan penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, 30 November 2023

Nur Padli

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Tanaman Karet .....	3
2.1.1. Taksonomi.....	3
2.1.2. Morfologi .....	3
2.1.3. Penyebaran dan Habitat.....	4
2.2. Fungi Mikoriza Arbuskula .....	5
2.2.1. Pengertian Mikoriza .....	5
2.2.2. Anatomi dan Morfologi FMA .....	5
2.2.3. Jenis-Jenis Spora Mikoriza.....	6
2.2.4. Manfaat Fungi Mikoriza Arbuskula.....	10
2.3. Agroforestri .....	11
2.3.1. Pengertian Agroforestri .....	11
2.3.2. Pola Agroforestri .....	12
2.3.3. Sistem Agroforestri .....	13
2.4. Agroforestri Karet .....	15
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	17
3.2. Alat dan Bahan .....	17
3.3. Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1. Pengambilan Sampel.....	17

3.3.2. Ekstaksi Spora .....	18
3.3.3. Menghitung Populasi Spora .....	19
3.3.4. Pengamatan Spora .....	19
3.3.5. Pengamatan Infeksi dan Identifikasi Jenis Mikoriza.....	19
3.3.6. Pengamatan Kolonisasi FMA.....	20
3.4. Analisis Data .....	20
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
4.1. Deskripsi Lokasi Penelitian.....	22
4.2. Hasil Analisis Tanah .....	24
4.3. Identifikasi dan Karakterisasi Jenis Spora Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA).....	28
4.4. Kepadatan Spora FMA .....	32
4.5. Kolonisasi FMA pada Akar Tanaman di Perkebunan Karet Berpola Tanam Agroforestri .....	33
4.5.1. Asosiasi FMA pada Akar Karet .....	33
4.5.2. Asosiasi FMA pada Tanaman Sela .....	34
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 1.</b> Morfologi <i>Gigaspora</i> .....	7
<b>Gambar 2.</b> Morfologi <i>Scutellospora</i> .....	7
<b>Gambar 3.</b> Morfologi <i>Glomus</i> .....	8
<b>Gambar 4.</b> Morfologi <i>Sclerocyttis</i> .....	8
<b>Gambar 5.</b> Morfologi <i>Acaulospora</i> .....	9
<b>Gambar 6.</b> Morfologi <i>Entrophospora</i> .....	10
<b>Gambar 7.</b> Agroforestri Sederhana di Malang .....	14
<b>Gambar 8.</b> Agroforestri Karet di Desa Jojjolo, Bulukumba .....	16
<b>Gambar 9.</b> Sketsa Pengambilan Plot Sampel Tanah.....	18
<b>Gambar 10.</b> Peta Plot Pengambilan Sampel.....	22
<b>Gambar 11.</b> Areal Agroforestri Karet Kerapatan Jarang .....	23
<b>Gambar 12.</b> Areal Agroforestri Karet Kerapatan Sedang .....	24
<b>Gambar 13.</b> Areal Agroforestri Karet Kerapatan Rapat .....	24
<b>Gambar 14.</b> Jenis Spora pada perbesaran 40X.....	30
<b>Gambar 15.</b> Jenis kolonisasi FMA pada tanaman karet pola agroforestri pada perbesaran 40X.....	35

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 1.</b> Klasifikasi Banyaknya Infeksi pada Akar.....	21
<b>Tabel 2.</b> Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah.....	21
<b>Tabel 3.</b> Hasil Analisis Tanah pada setiap tingkat kerapatan tanaman karet pola agroforestri.....	25
<b>Tabel 4.</b> Hasil Identifikasi dan Karakterisasi Jenis Spora FMA pada Tanaman Karet Pola Agroforestri.....	29
<b>Tabel 5.</b> Kepadatan Spora pada tiga tingkat kerapatan.....	32
<b>Tabel 6.</b> Persentase Kolonisasi FMA pada Akar Tanaman Karet.....	33
<b>Tabel 7.</b> Persentase kolonisasi FMA pada akar tanaman sela di Perkebunan Karet.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Dokumentasi Kegiatan.....	45
<b>Lampiran 2.</b> Hasil Analisis Tanah.....	47
<b>Lampiran 3.</b> Hasil Uji Sidik Ragam ( <i>Anova</i> ).....	48

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Agroforestri merupakan salah satu bentuk penggunaan lahan secara multitajuk yang terdiri dari pertanian, kehutanan dan bisa juga dikombinasikan dengan kegiatan peternakan. Komposisi agroforestri yang beragam tersebut memberikan keuntungan, ekologi, sosial dan ekonomi masyarakat yang lebih besar hal ini disebabkan oleh lahan agroforestri mempunyai fungsi yang sangat mirip dengan hutan (Saputra, 2020). Michon dan de Foresta (1992) menyatakan bahwa agroforestri pohon karet adalah sarana pengelolaan lahan pertanian yang dapat digunakan secara luas oleh petani lokal atau pedesaan, dengan potensi untuk meningkatkan keanekaragaman hayati hutan di sekitarnya. Tumbuhan yang tumbuh secara acak akan membentuk kanopi berlapis dan struktur akar, manfaat lain dari model agroforestri adalah peningkatan produktivitas dan perlindungan lingkungan (Asyifa, 2011). Agroforestri karet memiliki kemiripan dengan hutan pada saat agroforestri karet terbentuk, yaitu proses alam akan melanjutkan proses alam sampai batas tertentu. Selama periode 8 sampai 10 tahun, pohon karet akan tumbuh berdampingan dengan spesies lain yang tersedia atau tersebar luas di hutan terdekat. Komponen agroforestri ini akan menjadi vegetasi yang mirip dengan hutan sekunder. Aspek penting dari sistem agroforestri karet adalah hubungan simbiosis antara tanaman karet dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) (Beukema *et al.*, 2007).

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan fungi yang hidup bersimbiosis dengan akar tanaman yang memberikan banyak manfaat bagi tanaman, termasuk nutrisi dan pertumbuhan tanaman yang berkelanjutan (Nugroho & Prasetya, 2023). Simbiosis mikoriza dan tanaman akan tercipta akar yang banyak sehingga serapan nutrisi akan lebih banyak (Muhammad, 2022). Hubungan simbiosis ini hadir dengan manfaat peningkatan produktivitas tanaman, perbaikan struktur tanah, dan peningkatan resistensi patogen, serta meningkatkan serapan fosfor (P). Banyaknya manfaat yang diberikan oleh FMA tersebut dalam ekosistem

terrestrial, komunitas FMA telah dipelajari secara ekstensif dalam pengaturan alam (Higo *et al.*, 2015).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Siregar (2014) menunjukkan kepadatan spora, persentase kolonisasi FMA pada tegakan monokultur karet tergolong sedang. Hasil penelitian yang sama juga diperoleh bahwa koloni mikoriza arbuskula pada akar tanaman tertinggi pada penggunaan lahan agroforestri sebanyak 102 g-1 (Nugroho & Prasetya, 2023). Meskipun penelitian FMA telah banyak dilaporkan, namun penelitian FMA tanaman karet khususnya pola agroforestri masih sangat terbatas. Setiap jenis tanah dan lingkungan akan memiliki komunitas FMA yang berbeda, dan jenis FMA yang dominan pada tanaman karet akan bervariasi sesuai dengan lokasi dan pertumbuhannya (Kalamulla *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penting melakukan penelitian untuk mengidentifikasi jenis-jenis FMA yang terkait dengan tanaman karet.

Penelitian eksplorasi dan identifikasi FMA pada tanaman karet pola agroforestri diharapkan dapat memberikan informasi tentang keanekaragaman FMA dalam sistem agroforestri karet. Selain itu, penelitian ini dapat memberikan informasi penting kepada petani karet untuk memperbaiki pengelolaan sistem agroforestri karet, khususnya mengurangi penggunaan pupuk kimia dan media tanam. Dengan demikian, penelitian ini akan berkontribusi pada pengembangan agroforestri karet yang berkelanjutan.

## **1.2. Tujuan dan Kegunaan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis dan densitas Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada rhizosfer, serta asosiasinya pada akar tanaman karet pola agroforestri di Desa Jojjolo, Kecamatan Bulukumpa, Kabupaten Bulukumba.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dan menambah wawasan baru tentang interaksi tanaman-mikroba dan dapat berpotensi menghasilkan manfaat yang signifikan bagi tanaman karet pola agroforestri di Desa Jojjolo, Kecamatan Bulukumpa, Kabupaten Bulukumba.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanaman Karet

#### 2.1.1. Taksonomi

Novriyanata (2018) dalam jurnalnya mem

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub kelas	: Monoclamydae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Hevea</i>
Spesies	: <i>Hevea brasiliensis</i> .

Pohon karet (*Hevea brasiliensis*) adalah spesies tumbuhan tahunan dari famili Euphorbiaceae. Tanaman ini merupakan komoditas budidaya yang menciptakan lingkungan yang sehat karena fungsinya sebagai sumber oksigen dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena menghasilkan lateks dan kayu (Siregar, 2014).

#### 2.1.2. Morfologi

Pohon karet merupakan pohon besar dengan batang yang cukup tebal, mencapai ketinggian 15 sampai 25 meter pada saat dewasa. Batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki cabang yang tinggi. Dalam beberapa perkebunan karet arah pertumbuhan tanaman agak condong, agak condong ke utara. Batang tanaman ini mengandung getah yang disebut lateks (Novriyanata, 2018).

Daun karet terdiri dari tangkai daun primer dan kotiledon. Daun utama panjangnya 3 sampai 20 cm. Tangkai daun panjangnya sekitar 3 sampai 10 cm dan memiliki kelenjar di ujungnya. Daun gom biasanya memiliki 3 helai daun. Daunnya elips, ramping, ujungnya meruncing, dan ujungnya rata dan gundul. Daun karet ini berwarna hijau dan menguning atau merah sebelum jatuh. Seperti kebanyakan

tanaman tropis, daun karet kehilangan tinggi pada musim kemarau untuk mengurangi penguapan tanaman (Husni *et al.*, 2014).

Perakaran pohon karet terdiri dari akar tunggang, akar samping dan akar baru. Perkembangan akar dipengaruhi oleh energi yang tersedia dalam jaringan tanaman dan kondisi tanah (kesuburan tanah) di lingkungan perakaran tanaman. Tanah yang cocok untuk perkebunan karet yaitu berdrainase baik, gembur, berpori, menahan air, tekstur terdiri dari 35% lempung dan 30% pasir, bebas gambut, kandungan hara (N, P dan K) cukup, pH 4.5 -6,5 (Verheye, 2010).

*Hevea brasiliensis* berkelamin satu (bersifat unisexual) dan berumah satu (monoceous). Terdapat bunga jantan dan bunga betina pada tangkai bunga. Bunga betina mekar di pucuk batang dan cabang utama. Ada bunga jantan pada cabang bunga bawah. Menurut posisi kedua bunga tersebut, terlihat biasanya ada bunga betina di ujung sumbu dekat saluran makanan, karena pembentukan bunga betina membutuhkan tenaga lebih dari itu. dari bunga jantan. Penyerbukan dapat terjadi melalui penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang.

Setiap ruang buah berisi biji karet. Jadi jumlah bijinya biasanya tiga, kadang enam, tergantung jumlah spasinya. Bijinya besar dan cangkangnya keras. Warnanya coklat tua dengan pola bintik yang khas. Sesuai dengan sifat dikotil sebagai tumbuhan berbiji (Budiman, 2012).

### **2.1.3. Penyebaran dan Habitat**

Pohon karet berasal dari Amerika Selatan, tetapi sekarang tersebar luas di seluruh dunia. Terutama di Asia Tenggara, India, Sri Lanka, Brasil, dan Afrika Barat. Pohon karet tumbuh baik di daerah tropis. Areal yang cocok untuk perkebunan karet adalah antara 15°LS dan 15°LU. Saat ditanam di luar zona ini, pertumbuhannya sangat lambat, sehingga produksi mulai melambat. Tanaman karet tumbuh paling baik di dataran rendah, yaitu pada ketinggian hingga 200 meter di atas permukaan laut. Semakin tinggi tanah, semakin lambat pertumbuhannya dan semakin besar hasilnya rendah. Ketinggian di atas 600 m tidak lagi cocok untuk perkebunan karet (Budiman, 2012). Meskipun tumbuh dengan baik pada berbagai kondisi edafik dan iklim, daerah pertumbuhan dan produksi tanaman karet yang optimal dicirikan oleh kesuburan tanah yang tinggi, distribusi curah hujan yang

memadai (musim kemarau pendek), dan distribusi suhu yang merata, dengan sedikit fluktuasi sepanjang tahun (Herrman, 2016).

## **2.2. Fungi Mikoriza Arbuskula**

### **2.2.1. Pengertian Mikoriza**

Mikoriza berasal dari bahasa Yunani dan terdiri dari dua kata, *myces* (jamur) dan *rhiza* (akar). Jadi, mikoriza adalah hubungan simbiosis antara spesies fungi dan akar tanaman. Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) yaitu jamur dari *Gloromycota*, bersimbiosis dengan 97% famili tanaman darat di berbagai ekosistem. Simbiosis ini saling menguntungkan atau mutual benefit. FMA memperoleh sumber energi dari tanaman melalui eksudat akar yang dihasilkan oleh fotosintesis tanaman. FMA berkontribusi terhadap keberhasilan kehidupan dan pertumbuhan tanaman dengan menyerap nutrisi dan air, serta melindungi tanaman dari stresor lingkungan biotik dan abiotik. Selain itu, FMA juga mendorong penggantian vegetasi pada lahan atau hutan yang rusak (Tuheteru, 2020).

### **2.2.2. Anatomi dan Morfologi FMA**

Anatomi FMA terdiri dari beberapa struktur yang memungkinkan bertahan hidup, tumbuh, dan bereproduksi di akar tanaman inang. Struktur tersebut adalah hifa, arbuskula (struktur hifa bercabang), vesikel (struktur lonjong atau bulat berisi cairan lemak), sel aksesori (hifa komplementer), dan spora. Jika FMA diisolasi dari tanaman inangnya, sporanya membentuk klamidospora (INVAM, 2013).

Fungi mikoriza arbuskula dapat diidentifikasi secara morfologis dengan terlebih dahulu mengamati AMC individu yang diisolasi dari sampel tanah. Meskipun kriteria morfologi tingkat spesies tidak dapat digunakan untuk FMA karena memiliki morfologi yang hampir identik, beberapa spesies berbeda dalam morfologi vesikel, diameter hifa, dan pola pertumbuhan akar. Oleh karena itu, metode morfologi masih dapat digunakan untuk menilai keberhasilan inokulasi tanah.



Morfologi adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk, struktur, dan komposisi makhluk hidup. Secara umum, morfologi meliputi morfologi (anatomi) eksternal dan internal organisme, terutama fungi mikoriza arbuskula. FMA dapat dibedakan dengan ektomikoriza karena FMA memiliki ciri-ciri sebagai berikut (Wahid, 2018):

- a. Akar yang terinfeksi tidak berkembang,
- b. Fungi membentuk struktur miselium yang halus dan tidak rata pada permukaan akar,
- c. intrusi miselium ke dalam individu. Histiosit kortikal sering ditemukan,
- d. Struktur hifa bercabang disebut arbuscula dan struktur oval khusus disebut vesikel.

### 2.2.3. Jenis-Jenis Spora Mikoriza

Taksonomi Fungi Mikoriza Arbuskula adalah fungi endomikoriza yang termasuk dalam kelas *Glomeromycetes*. Pada ordo *Glomineae* terdiri atas dua subordo, yaitu:

- a. *Gigasporineae* yang merupakan famili dari *Gigasporaceae* yang memiliki dua genera yaitu *Gigaspora* dan *Scutellospora*,
- b. *Glomineae* yang terdiri atas dua famili yaitu *Glomaceae* yang memiliki genus *Sclerocytis* dan genus *Glomus*, genus *Acaulospora* dan genus *Entrophospora* dalam famili *Acaulosporaceae*.

FMA dapat dibedakan dari ektomikoriza dengan mengamati ciri-ciri berikut:

- a. tidak ada pembesaran komposisi akar yang terinfeksi,
- b. Fungi membentuk struktur miselium halus yang tidak rata di permukaan akar,
- c. korteks tunggal penetrasi miselium. Histiosit sering ditemukan,
- d. Struktur percabangan hifa disebut arbuscula dan struktur oval khusus disebut vesikel. Ada enam genus AMA yang diketahui yaitu: *Glomus*, *Sclerocytis*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Acaulospora* dan *Entrophospora*.

#### 1. Family Gigasporae

Famili *Gigasporaceae* terbagi menjadi dua genera dengan karakteristik yang berbeda, yaitu genera *Gigaspora* dan *Scutellospora*.

a. Genus *Gigaspora*

*Gigaspora* berbentuk bulat dan permukaan dinding spora kasar. Perkembangan spora *Gigaspora* tidak terjadi langsung dari hifa. Pertama, hifa (hifa penutup) berakhir dengan bentuk bulat yang disebut batang bulat. Di bagian atas tangkai bulat ini muncul sebuah bola kecil yang tumbuh dan mencapai ukuran maksimalnya, akhirnya menjadi spora. Spora ini disebut *azygospora*.



**Gambar 1.** Morfologi *Gigaspora* (Nusantara *et al.*, 2012)

Ciri-ciri genus ini adalah spora hanya dihasilkan di dalam tanah, tidak ber dinding spora, berbatang bulat, berbentuk sferis atau subsferis, dan berwarna krem sampai kuning.

b. Genus *Scutellospora*

*Scutellospora sp.* adalah genus mikoriza yang termasuk dalam famili *Gigasporaceae*, genus ini dicirikan oleh beberapa ciri antara lain spora dengan atau tanpa hiasan, spora terdiri dari dinding spora yang lentur, ukuran spora berbentuk ovoid, obovoid, pyriformis atau irreguler.

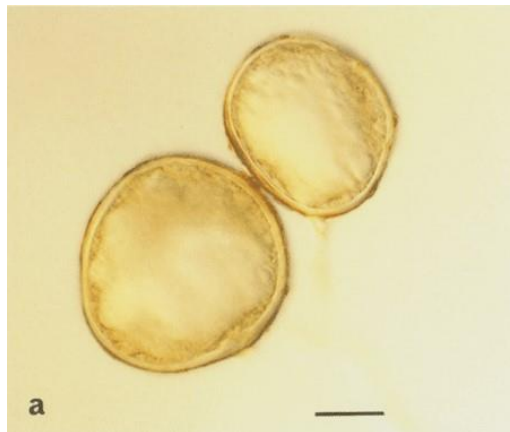


**Gambar 2.** Morfologi *Scutellospora* (Walker 2018)

## 2. Family *Glomaceae*

### a. Genus *Glomus*

Ciri khas dari genus ini yaitu terdapat *hypical attachment* yang khas yang tidak ditemukan pada genus lainnya. Genus ini berbentuk globous, sub globous, ovoid, dan obovoid, berwarna kuning, merah kecoklatan, coklat, dan hitam. Genus ini dapat berkembang baik pada pH kurang dari 5 hingga netral. Morfologi dari spora glomus ini dapat dilihat pada Gambar 2.3



**Gambar 3.** Morfologi *Glomus* (Murakoshi, 1998)

### b. Genus *Sclerocytis*

Genus ini memiliki ciri berbentuk oval, berwarna coklat tua, dan memiliki *bulbous* yang merupakan pembawa spora di dasar hifa. Morfologi spora *Sclerocytis* ditunjukkan pada Gambar 2.4

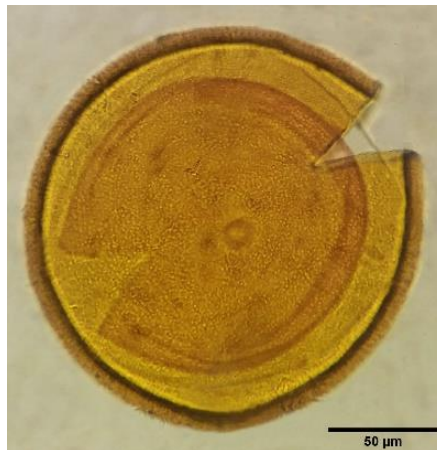


**Gambar 4.** Morfologi *Sclerocytis* (CONABIO, 1980)

### 3. Family Acaulosporaceae

#### a. Genus Acaulospora

*Acaulospora* adalah genus mikoriza dari famili *Acaulosporaceae*. Genus ini memiliki beberapa ciri, antara lain berbentuk bulat sampai elipsoidal, transparan, berwarna kuning atau kuning-merah, dengan 2-3 dinding spora. Genus ini lebih mudah beradaptasi pada kondisi tanah yang masam dengan nilai pH 5 hingga netral.<sup>27</sup> Morfologi spora *Acaulospora* dapat dilihat pada Gambar 2.5

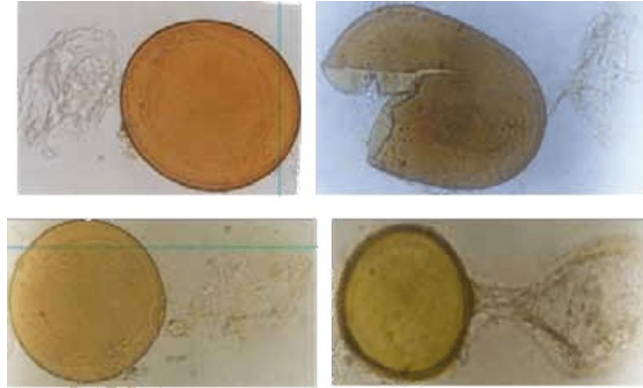


**Gambar 5.** Morfologi *Acaulospora* (Morton, 2020)

#### b. Genus *Entrophospora*

*Entrophospora* ini memiliki spora berbentuk bulat yang cenderung berwarna coklat sampai coklat dengan dinding spora 2-3 dan dinding luar yang lebih gelap (INVAM 2013). Genus ini tumbuh dengan baik pada nilai pH di bawah 5

(Sieverding 1991). Ciri-ciri genus ini adalah spora berkembang dari pusat sporangia dan kista anterior tetap berada di dalam spora saat dewasa, meninggalkan dua lubang kecil yang disebut bekas luka saat rontok. Morfologi genus *Entrophospora* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 6.** Morfologi *Entrophospora* (Anggangan, 2015)

#### **2.2.4. Manfaat Fungi Mikoriza Arbuskula**

Fungi Mikoriza Arbuskula menciptakan sistem perakaran tanaman yang kuat dan menyebar dengan cepat melalui tanah, menghasilkan akar yang sehat dan pertumbuhan tanaman yang cepat. Akar benih yang diberi perlakuan FMA dapat bertahan hidup di lingkungan yang keras, dan FMA ini dapat membantu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Memungkinkan tanaman untuk bertahan hidup lebih baik di lapangan dengan melindungi akar dari lingkungan (Saepul 2006).

Secara umum peranan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut (Puryono, 1998):

- a. Adanya mikoriza sangat penting bagi persediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman
- b. Adanya simbios mikoriza pada akar tanaman akan dapat membantu dalam mengatasi kekurangan unsur hara terutama Phospor (P) yang tersedia dalam tanah. Hal ini disebabkan mikoriza mampu melepaskan ikatan Aluminium fosfat ( $AlPO_4$ ) dan Besi fosfat ( $FePO_4$ ) pada tanah-tanah yang masam
- c. Mikoriza dapat meningkatkan unsur hara dengan jalan memperkecil jarak antar akar dengan unsur hara tersebut. Hal ini terjadi melalui

- pembentukan hifa pada permukaan akar yang berfungsi sebagai perpanjangan akar
- d. Dengan perluasan hifanya, mikoriza akan meningkatkan daya serap dari elemen-elemen yang imobil dalam tanah, misalnya: P, Cu, Zn
  - e. Mikoriza dapat membantu memperbaiki dan meningkatkan sifat-sifat struktur agregat tanah
  - f. Mikoriza dapat membantu memperbaiki dan meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama di daerah yang kondisinya sangat miskin hara, pH rendah, dan kurang air
  - g. Simbiosis antara fungi dan akar tanaman dapat melindungi tanaman inangnya terhadap serangan jamur dengan cara mengeluarkan zat
  - h. FMA juga dapat menghasilkan tumbuh auxin sitokinin, giberelin, dan vitamin yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman inang.

### **2.3. Agroforestri**

#### **2.3.1. Pengertian Agroforestri**

Agroforestri adalah bentuk penggunaan lahan polizonal yang terdiri dari beberapa pohon campuran, semak atau tanaman semusim, sering disertai dengan ternak di suatu lahan. Komposisi yang beragam ini menjadikan agroforestri memiliki fungsi dan peran yang lebih dekat dengan hutan dibandingkan pertanian, perkebunan, lahan kosong atau lahan terlantar (Olivi *et al.*, 2015).

Agroforestri yang digunakan oleh organisasi penelitian agroforestri internasional ICRAF (*International Center for Agroforestry Research*), adalah sistem penggunaan lahan yang menggabungkan tanaman berkayu (pohon, bambu, rotan, dll) dengan tanaman tidak berkayu. lignin atau rerumputan (padang rumput). juga merupakan komponen hewan ternak atau hewan lain (lebah, ikan), sehingga membentuk interaksi ekologi dan ekonomi antara tumbuhan berkayu dengan komponen lainnya. Agroforestri pada dasarnya terdiri dari tiga sektor utama, yaitu kehutanan, pertanian, dan peternakan. Masing-masing komponen ini sebenarnya dapat berdiri sendiri sebagai suatu bentuk sistem penggunaan lahan, meskipun sistem ini biasanya berfokus pada produksi produk tertentu atau sekelompok produk serupa. Selain ketiga kombinasi tersebut, agroforestri mencakup kombinasi

lainnya, yaitu (Kurniawan, 2016):

- a. Agroforestri adalah perpaduan komponen atau kegiatan kehutanan (pohon, perdu, palem, bambu, dll) dengan komponen pertanian
- b. Silvopastura merupakan komponen atau gabungan dari kegiatan kehutanan dan peternakan
- c. Agrosilvopastura adalah gabungan komponen atau kegiatan pertanian dengan kehutanan dan peternakan
- d. Beberapa contoh kombinasi sistem yang lebih spesifik, yaitu silvofishing yang merupakan kombinasi komponen atau kegiatan kehutanan dan perikanan
- e. Apiculture adalah budidaya lebah atau serangga yang dilakukan sebagai bagian dari kegiatan atau komponen kehutanan

### **2.3.2. Pola Agroforestri**

Sistem yang digunakan dalam agroforestri memiliki pola yang memadukan komponen tumbuhan dalam ruang dan waktu. Pola ini dibentuk sedemikian rupa sehingga tidak terjadi interaksi negatif antar komponen. Interaksi negatif yang terjadi selama persaingan memperebutkan unsur hara, sinar matahari, air, dan ruang tumbuh dapat bermanifestasi sebagai persaingan yang tidak sehat. Akibat persaingan ini, satu tanaman bisa menjadi tidak bahagia dan bahkan mati di bawah pengaruh yang lain. Tajuk pohon yang terlalu basah mencegah sinar matahari mencapai lapisan bawah tempat tanaman tumbuh, sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan nutrisi (hara) dan pada akhirnya merugikan tanaman lain (Junaidi & Indrajaya, 2018)

Pola agroforestri terdiri dari beberapa kategori yaitu (Naharuddin, 2018) :

- a. Pola agroforestri *alternaterows* adalah pola penanaman agroforestri di mana pohon dan tanaman ditanam secara bergantian (selang-seling). Model agroforestri ini dimungkinkan pada lahan yang relatif datar. Pola baris merupakan susunan pola tanaman, dengan setiap baris tanaman berkayu berselang-seling dengan tanaman. Pola tanaman yang disusun berjejer terlihat sangat sistematis. Tanaman yang ditanam termasuk jagung, singkong, dll., dan beberapa pisang cocok dengan tanaman berkayu.

Tanaman berkayu yang dibudidayakan merupakan tanaman perkebunan yaitu kakao (*Theobroma cacao L.*) dan candelabra (*Aleurites moluccana L.*).

- b. Pola agroforestri *alley cropping* adalah pola penanaman agroforestri dimana pohon ditanam di sisi kiri dan kanan tanaman. Arahkan poros memanjang ke timur / barat. Ini untuk memungkinkan tanaman mendapatkan sinar matahari penuh di pagi dan sore hari. Pola *alley cropping* sering disebut sebagai bentuk jalan masuk karena menyerupai lorong gua jika dilihat dari ujung kavling.
- c. Pola agroforestri *random mixture* (Campuran acak) yang ditunjukkan pada pola tanam acak berarti tanaman dan pohon ditanam dengan pola yang tidak beraturan. Pola acak ini berkembang karena tanaman awalnya tidak direncanakan. Penataan tanaman berkayu di lapangan nampaknya tidak sistematis. Mode pencampuran bervariasi tergantung pada jenis bahannya, termasuk tanaman hutan dan tanaman pangan. Tanaman ditanam dengan cara campuran di sepanjang tepi tanaman berkayu, pohon pisang (*Musa paradisiaca L.*). Tanaman berkayu yang mendominasi penyusunan pola campur adalah jenis-jenis tanaman kehutanan dan perkebunan, yaitu kemiri (*Aleurites moluccana L.*), nyatoh (*Palaquium sp*) dan aren (*Arenga pinnata Merr.*).

### 2.3.3. Sistem Agroforestri

Foresta *et al* (2000) dalam jurnalnya membagi system agroforestri kedalam dua kelompok yaitu :

#### A. Sistem Agroforestri Sederhana

Sistem agroforestri sederhana adalah perpaduan-perpaduan konvensional yang terdiri atas sejumlah kecil unsur, yakni unsur pohon yang memiliki peran ekonomi penting (seperti kelapa, karet, cengkeh, jati, dll.) atau yang memiliki peran ekologi (seperti dadap dan petai cina), dengan sebuah unsur tanaman musiman (misalnya padi, jagung, sayur-mayur, rerumputan), atau jenis tanaman lain seperti pisang, kopi, coklat dan sebagainya yang juga memiliki nilai ekonomi.

Sistem agroforestri sederhana yang paling banyak dijumpai di Jawa adalah tumpang sari atau taungya, yang dikembangkan di bawah program perhutanan sosial PT Perhutani. Petani diperbolehkan menanam tanaman pangan pada pohon



jati yang masih muda dan hasil pertanian menjadi milik petani sedangkan seluruh pohon jati tetap menjadi milik PT Perhutani.

Ketika pohon sudah dewasa, akan terjadi naungan, sehingga tidak bercampur dengan tanaman semusim. Jenis pohon yang ditanam adalah yang hanya menghasilkan kayu (timber) bahan bangunan, sehingga pada akhirnya pola tanam berubah dari sistem tumpang sari menjadi tanaman jati tunggal. Sistem sederhana ini seringkali merupakan fitur umum dari pertanian komersial.

Dalam perkembangannya, sistem agroforestri sederhana ini juga merupakan campuran dari beberapa jenis pohon tanpa tanaman semusim. Contoh: Perkebunan kopi seringkali memiliki tanaman dadap (*Erythrina*) atau kelorwono/gamal (*Gliricidia sepium*) sebagai tanaman peneduh dan penyubur tanah. Contoh lain dari tumpang sari yang umum di wilayah Ngantang adalah budidaya kopi di hutan pinus di Malang (Bakri, 2021).



**Gambar 7.** Agroforestri sederhana di Malang (Bertani, 2018)

## B. Sistem Agroforestri Kompleks

Sistem agroforestri kompleks adalah sistem yang terdiri dari sejumlah besar pohon, semak, tanaman semusim dan/atau rerumputan. Tampilan fisik dan dinamikanya menyerupai ekosistem hutan alam primer dan sekunder. Sistem agroforestri kompleks bukanlah hutan yang dikelola secara bertahap melalui transformasi ekosistem alam, melainkan kebun yang ditanami melalui proses pertanian. Ciri utama dari sistem agroforestri yang kompleks ini adalah tampilan fisik dan dinamikanya mirip dengan ekosistem hutan alam, baik hutan primer

maupun hutan sekunder, sehingga sistem ini dapat disebut juga dengan *agroforest* (Hairiah *et al.*, 2003).

Contoh sistem agroforestri kompleks yaitu Struktur hutan kelola masyarakat Desa Sumur Kumbang di Kabupaten Rajabasa KPHL. Agroforestri dibentuk oleh pembukaan lahan hutan secara komunal. Pada tahun pertama, mereka mulai menanam padi tadah hujan, palawija, sayuran, kopi, lada dan durian pada tahun 1950. Bibit durian berasal dari pohon durian yang sudah ada sejak tahun 1930. Pada tahun 1960, masyarakat mulai menanam damar di sekitar tanaman. di tanah yang mereka kelola dengan pepohonan. hal ini menunjukkan bahwa agroforestri telah terbentuk adalah agroforestri yang kompleks (Mulyana *et al.*, 2018).

#### **2.4. Agroforestri Karet**

Agroforestri karet adalah salah satu bentuk usaha tani yang memadukan prinsip-prinsip pertanian dan kehutanan dengan menanam pepohonan karet di lahan pertanian. Agroforestri karet menjadi salah satu cara pengelolaan lahan pertanian ekstensif yang banyak digunakan oleh para petani lokal atau pedesaan (Saputra *et al.*, 2021). Jenis-jenis pohon yang ditanam dalam sistem agroforestri biasanya bernilai ekonomi tinggi, seperti kelapa, karet, cengkeh, kopi, kakao, jati, dan lain-lain. Dalam sistem agroforestri, pepohonan karet ditanam bersama dengan tanaman lainnya, sehingga dapat memberikan manfaat lain seperti meningkatkan produktivitas dan pemeliharaan lingkungan, menekan populasi gulma, dan memperbaiki keadaan fisik tanah (Suryani, 2012).

Tanaman karet memiliki peranan yang besar pada kehidupan perekonomian Indonesia, banyak masyarakat yang bisa hidup dengan mengandalkan komoditas penghasil getah ini. Karet tidak hanya diusahakan oleh perusahaan-perusahaan swasta ataupun perkebunan milik negara, akan tetapi juga diusahakan oleh masyarakat. Agroforestri karet mempunyai kemiripan dengan hutan yang disebabkan oleh mekanisme alami yang teratur dengan baik pada saat pembentukan agroforestri karet, yang mana proses alami tersebut akan terus berjalan sampai batas tahapan tertentu. Selama kurun waktu 8-10 tahun tanaman karet bakal tumbuh besar bersamaan dengan jenis lainnya yang tersedia maupun yang telah menyebar dari

hutan terdekat. Komponen agroforestri ini akan menjadi sebuah vegetasi yang mirip dengan hutan sekunder (Beukema *et al.*, 2007).



**Gambar 8.** Agroforestri Karet di Desa Jojjolo, Bulukumba