

**POPULASI DAN KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR
PADA TIGA KLON UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz)
DI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

(Skripsi)

Oleh

ANNISA HASKA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

POPULASI DAN KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR PADA TIGA KLON UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz) DI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Oleh

ANNISA HASKA

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) Mengetahui perbedaan populasi FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur; (2) Mengetahui perbedaan keragaman FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur; (3) Mengetahui jenis FMA yang dominan ditemukan pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Produksi Perkebunan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, serta Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari April hingga Desember 2016.

Rancangan perlakuan yang digunakan adalah rancangan faktorial (3x3) dengan 7 ulangan. Faktor pertama adalah klon ubi kayu yaitu Klon Kasetsart (k1), Klon Thailand (k2), dan Klon Lokal Kuning (k3). Faktor kedua adalah jenis tanaman inang yaitu tanaman inang Jagung (t1), Sorgum (t2), dan *Pueraria javanica* (t3).

Perlakuan diterapkan pada satuan percobaan dalam Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS). Homogenitas ragam antarperlakuan diuji dengan Uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi yaitu ragam perlakuan homogen dan data bersifat menambah, maka data dianalisis ragam. Pemisahan nilai tengah diuji dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Populasi FMA tertinggi terdapat pada tanah pertanaman ubi kayu Klon Thailand yang tidak berbeda nyata dengan Klon Kasetsart, sedangkan populasi FMA terendah terdapat pada Klon Lokal Kuning; (2) Berdasarkan Indeks Keragaman Shannon-Wiener, keragaman FMA pada tanah pertanaman ubi kayu Klon Thailand lebih tinggi dibandingkan dengan Klon Kasetsart dan Lokal Kuning; (3) Berdasarkan Indeks dominansi, jenis FMA yang dominan hasil kultur *trapping* dengan tanah pertanaman ubi kayu Klon Kasetsart yaitu spora dengan kode S4 yang termasuk kedalam genus *Glomus*, sedangkan pada tanah pertanaman ubi kayu Klon Thailand didominasi oleh spora dengan kode S7 yang termasuk kedalam genus *Entropospora*.

Kata kunci : FMA, keragaman, Klon Kasetsart, Klon Lokal Kuning, Klon Thailand, populasi

**POPULASI DAN KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR
PADA TIGA KLON UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz)
DI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Oleh

ANNISA HASKA

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **Populasi dan Keragaman Fungi
Mikoriza Arbuskular Pada Tiga Klon
Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Di
Kabupaten Lampung Timur**

Nama Mahasiswa : **ANNISA HASKA**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121028

Jurusan : Agroteknologi

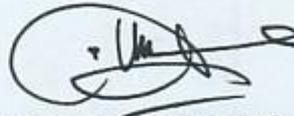
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Kuswanta F. Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002



Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.
NIP 196305091987032001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

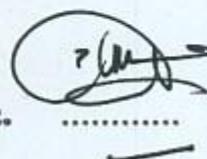
1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.



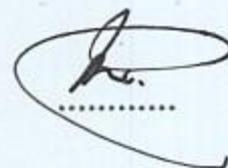
.....

Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.



.....

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Maria Viva Rini, M.Sc.**



.....

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Januari 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **“Populasi dan Keragaman Fungi Mikoriza Arbuskular pada Tiga Klon Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Di Kabupaten Lampung Timur”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2018

Penulis



Annisa Haska
NPM. 1214121028

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Liwa pada tanggal 21 Juli 1994, dari pasangan Bapak Kasmir S. Sos, MM. dan Ibu Hasanah. Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Nurul Islam pada tahun 1999, selanjutnya pendidikan dasar ditempuh di SD 2 Way Mengaku pada tahun 2000, dan pada tahun 2006 penulis menempuh pendidikan menengah di SMP Negeri 1 Liwa, kemudian berpindah ke SMP Negeri 20 Bandar Lampung. Pendidikan menengah kejuruan ditempuh di SMTI Bandar Lampung Jurusan Kimia Analisis pada tahun 2009.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2012. Penulis juga terdaftar sebagai mahasiswa penerima Beasiswa Jalur Akademik pada tahun 2012.

Pada bulan Juli–Agustus 2015 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum di PT. Great Giant Pineapple (GGP) Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Kemudian pada bulan Januari–Maret 2016 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Universitas Lampung di Desa Sungai Luar, Kabupaten Tulang Bawang.

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”
(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

"Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang.
Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh."
(Andrew Jackson)

“Aku dapat meraih apa yang ku capai hari ini, itu semua tidak terlepas dari jasa
baik teman-temanku. Pasti akan sulit jika aku sendirian”.
(Dream High)

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan berkat dan rahmat-Nya skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis persembahkan karya sederhana buah perjuangan dan kerja keras kepada Ayahanda tercinta Kasmir dan Ibunda tercinta Hasanah yang telah memberikan doa dan dukungan serta kasih sayang yang tidak ternilai.

Kakak tercinta Adiyansah Hazka, dan Erliana Haska. Adik tercinta Yustika Alawiyah Haska. Keluarga besar atas doa, kasih sayang, nasehat, dan semangat yang tulus. Almamater tercinta,
Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Melalui tulisan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku pembimbing utama yang telah memberikan kesempatan dan dengan sabar telah banyak membimbing, mengarahkan, dan memberikan dorongan selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
2. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, pengetahuan, dan saran dalam penulisan skripsi.
3. Dr. Ir. Maria Viva Rini, M.Sc., selaku pembahas atas ilmu, nasehat, serta kritik yang membangun dalam penulisan skripsi.
4. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan selama penulis melaksanakan kegiatan perkuliahan.
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
6. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

7. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Bidang Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
9. Para dosen Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
10. Ayahanda dan ibunda tercinta yang telah membimbing saya dengan tulus dan sabar, terima kasih atas do'a, kasih sayang, cinta, nasehat, dukungan, serta semangat yang telah diberikan.
11. Mba Anggun, Mba Husna, Mba Retta, Mba Novri, dan Mba Usnaqul serta semua yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penelitian.
12. Sahabatku tercinta Christ Arissandhi Pandiangan, Cindy Felixia, Dhea Azmi Pricillia, Diah Prabaningrum, Alim Asyifa, Dwi Septiyana Sari, Febriyanti, Putri Roro Anggini semoga persahabatan ini bisa terus terjalin.

Semoga bantuan, bimbingan, do'a, dan nasihat yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Februari 2018

Penulis,

Annisa Haska

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Landasan Teori	4
1.4 Kerangka Pemikiran	8
1.5 Hipotesis.....	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Ubi Kayu (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	11
2.2 Fungi Mikoriza Arbuskular	13
2.3 Tipe-Tipe Mikoriza	13
2.4 Morfologi Fungi Mikoriza Arbuskular	15
2.5 Klasifikasi dan Filogeni Fungi Mikoriza Arbuskular	17
2.6 Jenis Fungi Mikoriza Arbuskular	18
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan FMA	20
2.8 Peranan FMA pada Pertumbuhan Tanaman.....	23

2.9 Kultur <i>Trapping</i>	24
III. BAHAN DAN METODE	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	27
3.3 Metode Penelitian	28
3.3.1 <i>Pengambilan Sampel Tanah</i>	28
3.3.2 <i>Kultur Trapping</i>	29
3.4 Variabel Pengamatan	33
3.4.1 <i>Populasi FMA</i>	33
3.4.2 <i>Keragaman FMA</i>	34
3.4.3 <i>Dominansi FMA</i>	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.1.1 <i>Populasi FMA di Lapang</i>	36
4.1.2 <i>Populasi FMA Hasil Kultur Trapping</i>	37
4.1.3 <i>Jenis Spora FMA Hasil Kultur Trapping</i>	38
4.1.4 <i>Keragaman FMA</i>	39
4.1.5 <i>Dominansi FMA</i>	40
4.2 Pembahasan	42
V. SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	53
Tabel 2–39.....	36–74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Fungi Mikoriza Arbuskular	17
2. Populasi FMA pada rizosfer ubi kayu Klon Kasetart, Thailand, dan Lokal Kuning di Kabupaten Lampung Timur.....	36
3. Populasi spora FMA kultur <i>trapping</i> pada tiga klon ubi kayu dan tiga tanaman inang	37
4. Rincian data masing- masing jenis FMA hasil kultur <i>trapping</i> dengan sampel tanah dari pertanaman ubi kayu Klon Kasetart, Thailand, dan Lokal Kuning dengan tanaman inang jagung, sorgum, dan <i>P. javanica</i>	38
5. Indeks Keragaman Shannon-Wiener FMA hasil Kultur <i>trapping</i> dengan sampel tanah pertanaman ubi kayu Klon Kasetart, Thailand, dan Lokal Kuning dengan tanaman inang jagung, sorgum, dan <i>P. javanica</i>	39
6. Rincian jumlah spora dari masing-masing jenis FMA hasil kultur <i>trapping</i> dengan tanaman inang jagung, sorgum dan <i>P. javanica</i> pada sampel tanah di Kabupaten Lampung Timur.	41
7. Indeks dominansi FMA hasil kultur <i>trapping</i> dengan sampel tanah dari pertanaman ubi kayu Klon Kasetart, Thailand, dan Lokal Kuning dan tanaman inang Jagung, sorgum, dan <i>P. javanica</i>	41
8. Jenis FMA yang dominan hasil kultur <i>trapping</i> dengan sampel tanah dari pertanaman ubi kayu Klon Kasetart, Thailand, dan Lokal Kuning dan tanaman inang Jagung, sorgum, dan <i>P. javanica</i>	41
9. Data populasi FMA pada rizosfir ubi kayu Klon Kasetart, Thailand, dan Lokal Kuning di Kabupaten Lampung Timur.....	54

10. Uji homogenitas populasi FMA pada rizosfir ubi kayu Klon Kasetsart, Thailand, dan Lokal Kuning di Kabupaten Lampung Timur.....	54
11. Analisis ragam populasi FMA pada rizosfir ubi kayu Klon Kasetsart, Thailand, dan Lokal Kuning di Kabupaten Lampung Timur.....	54
12. Data populasi FMA hasil kultur <i>trapping</i> pada tanaman jagung, sorgum, dan <i>P. javanica</i>	55
13. Uji homogenitas populasi FMA hasil kultur <i>trapping</i> pada tanaman inang jagung, sorgum dan <i>P. javanica</i>	55
14. Uji aditivitas populasi FMA hasil kultur <i>trapping</i> pada tanaman inang jagung, sorgum dan <i>P. javanica</i>	56
15. Analisis ragam populasi FMA hasil kultur <i>trapping</i> pada tanaman inang jagung, sorgum dan <i>P. javanica</i>	56
16. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Kasetsart dengan tanaman inang jagung.....	57
17. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Kasetsart dengan tanaman inang sorgum.....	57
18. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Kasetsart dengan tanaman inang <i>P. javanica</i>	58
19. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Thailand dengan tanaman inang jagung.....	58
20. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Thailand dengan tanaman inang sorgum	59
21. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Thailand dengan tanaman inang <i>P. javanica</i>	59
22. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Lokal Kuning dengan tanaman inang jagung	60
23. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Lokal Kuning dengan tanaman inang sorgum	60
24. Perhitungan indeks keragaman FMA hasil kultur <i>trapping</i> Klon Lokal Kuning dengan tanaman inang <i>P. javanica</i>	61
25. Indeks dominansi FMA pada Klon Kasetsart hasil kultur <i>trapping</i> dengan tanaman inang jagung, sorgum dan <i>P. javanica</i> pada sampel tanah di Kabupaten Lampung Timur.....	61

26. Indeks dominansi FMA pada Klon Thailand hasil kultur <i>trapping</i> dengan tanaman inang jagung, sorgum dan <i>P. javanica</i> pada sampel tanah di Kabupaten Lampung Timur.....	62
27. Indeks dominansi FMA pada Klon Lokal Kuning hasil kultur <i>trapping</i> dengan tanaman inang jagung, sorgum dan <i>P. javanica</i> pada sampel tanah di Kabupaten Lampung Timur	62
28. Identifikasi spora FMA kode S1 (<i>Gigaspora</i> sp.1).....	63
29. Identifikasi spora FMA kode S2 (<i>Gigaspora</i> sp.2).....	64
30. Identifikasi spora FMA kode S3 (<i>Gigaspora</i> sp.3).....	65
31. Identifikasi spora FMA kode S4 (<i>Glomus</i> sp.1)	66
32. Identifikasi spora FMA kode S5 (<i>Glomus</i> sp.2)	67
33. Identifikasi spora FMA kode S6 (<i>Glomus</i> sp.3)	68
34. Identifikasi spora FMA kode S7 (<i>Entrophospora</i> sp.1).....	69
35. Identifikasi spora FMA kode S8 (<i>Entrophospora</i> sp.2).....	70
36. Identifikasi spora FMA kode S9 (<i>Entrophospora</i> sp.3).....	71
37. Identifikasi spora FMA kode S10 (<i>Scutellospora</i> sp.1).....	72
38. Data Hasil Analisis Sifat Kimia dan Fisika Tanah Awal dari Lapang.....	73
39. Tata letak kultur <i>trapping</i> di Rumah Kaca.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ilustrasi metode kultur <i>trapping</i> FMA.....	31
2. Ilustrasi proses panen <i>trapping</i> tanaman jagung, sorgum, dan <i>P.javanica</i>	32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Provinsi Lampung merupakan provinsi penghasil utama komoditas ubi kayu di Indonesia. Produksi ubi kayu di Provinsi Lampung pada tahun 2016 mencapai 8,03 juta ton umbi basah. Produksi ini menyuplai sepertiga produksi ubi kayu nasional dari total ubi kayu nasional sebesar 22,91 juta ton umbi basah (Badan Pusat Statistik, 2017).

Tanaman ubi kayu memiliki nilai ekonomis yang relatif lebih penting dibandingkan dengan nilai ekonomis ubi-ubian lainnya. Upaya peningkatan produksi ubi kayu merupakan usaha untuk memenuhi kebutuhan pangan yang semakin meningkat. Pemanfaatan ubi kayu, selain sebagai bahan pangan banyak pula digunakan sebagai bahan baku industri seperti industri tapioka, industri kertas, mokaf dan bioetanol (Cenpukdee dkk., 1992). Industri-industri tersebut membutuhkan pasokan yang terus menerus setiap harinya, sehingga permintaan harus diimbangi dengan pengadaan ubi kayu secara kontinyu.

Untuk menyediakan pasokan ubi kayu secara kontinyu, petani mengupayakan produksi dengan hasil yang maksimal, antara lain dengan cara memberi masukan berupa pupuk kimia secara besar-besaran dan pupuk kadang melebihi dosis yang dianjurkan. Karena kebutuhan unsur hara terus menerus, maka petani juga

melakukan pemupukan terus menerus sepanjang musim tanam. Perlakuan pemupukan yang berlebihan menimbulkan dampak negatif, dalam jangka panjang akan berefek residu pada tanah maupun produk pertanian, merusak ekosistem tanah dan jelas membutuhkan biaya besar bagi petani. Oleh karena itu diperlukan pemasukan pupuk hayati yang mempunyai resiko kecil pada dampak residu, berwawasan lingkungan, dan biaya dapat ditekan karena untuk beberapa kali musim tanam cukup dilakukan sekali aplikasi, pupuk jenis ini yaitu pupuk hayati mikoriza.

Mikoriza merupakan simbiosis mutualisme antara fungi (*mykes*) dengan perakaran (*rhiza*) tumbuhan (Setiadi, 1992). Hubungan interaksi antara tanaman dan fungi merupakan bagian penting dalam ekosistem. Mikoriza memiliki dua kelompok yaitu ektomikoriza dan endomikoriza.

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan salah satu tipe fungi yang berasal dari golongan endomikoriza. Fungi mikoriza arbuskular juga tergolong salah satu tipe fungi pembentuk mikoriza yang memiliki tingkat penyebaran tinggi karena fungi ini dapat ditemukan hampir pada semua ekosistem, termasuk pada lahan masam (Kartika, 2006). Fungi ini memiliki kemampuan untuk bersimbiosis dengan hampir 90% jenis tanaman spesies tingkat tinggi yang dapat tumbuh pada berbagai tipe habitat dan iklim (Ervayenri, 1998). Beberapa tanaman yang mampu bersimbiosis dengan FMA adalah jagung, sorgum, dan *Pueraria javanica*.

Fungi mikoriza arbuskular memiliki populasi dan komposisi jenis sangat beragam. Keragaman populasi dan jenis FMA pada ekosistem dipengaruhi oleh faktor biotik yaitu tanaman inang, jenis FMA, dan mikroorganisme lain, dan faktor

abiotik yaitu suhu, pH tanah, kelembaban tanah, kandungan P dan N, serta konsentrasi logam berat (Daniels dan Trappe, 1980).

Populasi dan keragaman FMA pada tiga klon ubi kayu berbeda-beda karena dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian populasi dan keragaman FMA pada tiga klon ubi kayu yaitu Kasetart, Thailand, dan Lokal Kuning di Kabupaten Lampung Timur.

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan, maka dilaksanakan penelitian untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan populasi FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur?
2. Apakah terdapat perbedaan keragaman FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur?
3. Jenis FMA apakah yang dominan ditemukan pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui perbedaan populasi FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur.
2. Mengetahui perbedaan keragaman FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur.

3. Mengetahui jenis FMA yang dominan ditemukan pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur.

1.3 Landasan Teori

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan fungi obligat, dimana untuk kelangsungan hidupnya fungi berasosiasi dengan akar tanaman (Smith, 1997).

Fungi mikoriza arbuskular mempunyai sifat dapat berkolonisasi dan berkembang secara simbiosis mutualistik dengan akar tanaman, yaitu fungi mendapatkan karbohidrat dan eksudat akar dari tanaman sedangkan tanaman mendapatkan unsur hara yang di absorpsikan oleh FMA (Talanca dan Adnan, 2005).

Indriani dkk. (2011) menyatakan bahwa perkembangan FMA dipengaruhi oleh kepekaan tanaman inang terhadap infeksi, intensitas cahaya, temperatur, kadar air tanah, pH tanah, bahan organik, residu akar, ketersediaan hara, logam berat serta fungisida. Persentase kolonisasi tergantung pada spesies FMA dan tanaman inang, sering dihubungkan pertumbuhan akar dan kepekaan tanaman (Smith dan Read, 1997). Terdapat korelasi antara produksi spora dan kolonisasi akar antara spesies tanaman untuk masing-masing FMA (Hedrick dan Bloom, 1986).

Ketergantungan mikoriza dapat berbeda antar spesies tanaman atau bahkan antar kultivar dalam satu spesies (Azcon dan Ocampo, 1981). Tanaman-tanaman yang ketergantungannya besar terhadap mikoriza memiliki akar yang besar dan atau memiliki rambut akar yang terbatas seperti ubi kayu. Tanaman ubi kayu sangat tergantung pada mikoriza untuk memenuhi kebutuhan P-nya pada tanah-tanah yang rendah P (Howeler dkk., 1982). Kang dkk. (1980) dalam salah satu

percobaannya di Nigeria mendapatkan kenaikan bobot tanaman ubi kayu lebih dari 90% karena diinokulasi dengan *G. mosseae*. Howeler dan Sieverding (1983) dalam percobaan lapangan pada tanah masam dengan populasi FMA asli yang rendah di Colombia mendapatkan kenaikan hasil karena inokulasi dengan *G. manihitis* sedangkan pada tanah masam lain dengan populasi FMA yang tinggi dan efektif, inokulasi tidak menaikkan hasil ubi kayu.

Residu akar mempengaruhi ekologi FMA, karena serasah akar yang terinfeksi mikoriza merupakan sarana penting untuk mempertahankan generasi FMA dari satu tanaman ke tanaman berikutnya. Serasah tersebut mengandung hifa, vesikular, dan spora yang dapat menginfeksi akar. Oleh karena itu, serasah dapat juga berfungsi sebagai inokulan untuk generasi tanaman berikutnya (Anas, 1997).

Pengolahan tanah yang intensif akan merusak jaringan hifa eksternal cendawan mikoriza. Penelitian McGonigle dan Miller (1993) menunjukkan bahwa pengolahan tanah minimum akan meningkatkan populasi mikoriza dibanding pengolahan tanah konvensional. Dalam budidaya tradisional, pengolahan tanah berulang-ulang dan panen menyebabkan erosi hara dan bahan organik dari lahan tersebut dan ini berpengaruh terhadap populasi FMA.

Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting disamping bahan anorganik, air, dan udara. Jumlah spora FMA berhubungan erat dengan kandungan bahan organik di dalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1–2 persen sedangkan pada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0,5 persen kandungan spora sangat rendah (Anas, 1997).

Penggunaan pupuk pada sistem pertanian dapat mempengaruhi perkembangan simbiosis FMA dalam tanah. Misalnya penggunaan dosis pupuk P yang tinggi dapat menekan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman. Oleh karena itu ada batas maksimal pemberian pupuk P untuk berfungsinya simbiosis secara optimal (Kleinschmidt dan Gerdemann, 1972).

Suhu berpengaruh terhadap infeksi yakni pada perkembangan spora, penetrasi hifa pada sel akar dan perkembangan pada korteks akar, selain itu suhu juga berpengaruh pada ketahanan dan simbiosis. Semakin tinggi suhu semakin besar terbentuknya kolonisasi dan meningkatnya produksi spora. Schenk dan Schroder (1874) menyatakan bahwa suhu terbaik untuk perkembangan arbuskular yakni pada suhu 30 °C tetapi untuk koloni miselia terbaik berada pada suhu 28–34 °C, sedangkan perkembangan bagi vesikula pada suhu 35 °C.

Fungi mikoriza pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Meskipun demikian adaptasi masing-masing spesies fungi mikoriza terhadap pH tanah berbeda-beda, karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman (Maas dan Nieman, 1978). Kemasaman tanah (pH) optimum untuk perkembangan fungi mikoriza berbeda-beda tergantung pada adaptasi fungi mikoriza terhadap lingkungan. Kemasaman tanah (pH) dapat berpengaruh langsung terhadap aktivitas enzim yang berperan dalam perkecambahan spora fungi mikoriza.

Kandungan air tanah dapat berpengaruh baik secara langsung atau tidak langsung terhadap infeksi dan pertumbuhan fungi mikoriza. Pengaruh secara langsung tanaman bermikoriza dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air. Penjenuhan air tanah yang lama berpotensi mengurangi pertumbuhan dan infeksi fungi mikoriza karena kondisi yang anaerob (Daniels dan Trappe, 1980).

Adanya logam berat dalam larutan tanah dapat mempengaruhi perkembangan mikoriza. Beberapa spesies mikoriza arbuskular diketahui mampu beradaptasi dengan tanah yang tercemar seng (Zn), tetapi sebagian besar spesies mikoriza peka terhadap kandungan Zn yang tinggi. Pada beberapa penelitian lain diketahui pula strain-strain fungi mikoriza tertentu toleran terhadap kandungan Mn, Al, dan Na yang tinggi (Janouskova dkk., 2006).

Perbedaan tekstur tanah menyebabkan perbedaan keanekaragaman dan populasi FMA. Lokasi dengan kondisi tanah yang didominasi oleh fraksi lempung (*clay*) merupakan kondisi yang diduga sesuai untuk perkembangan spora *Glomus*, dan untuk tanah berpasir, genus *Gigaspora* ditemukan dalam jumlah tinggi. Pada tanah berpasir, pori-pori tanah terbentuk lebih besar dibandingkan tanah lempung, pada keadaan ini diduga sesuai untuk perkembangan spora *Gigaspora* yang berukuran lebih besar daripada spora *Glomus* (Baon, 1998).

Dari 172 jenis FMA yang telah diidentifikasi oleh INVAM (2008), diketahui bahwa genus *Glomus* adalah yang paling dominan (52,3 persen), diikuti *Acaulospora* (20,9 persen), *Scutellospora* (16,9 persen), *Gigaspora* (4,7 persen), *Etrophospora* (2,3 persen), *Archaeospora* (1,7 persen), dan *Paraglomus* (1,2 persen).

1.4 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan landasan teori yang dikemukakan, berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoritis terhadap rumusan masalah.

Keragaman dan populasi FMA pada pertanaman ubi kayu dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, dimana faktor biotik meliputi tanaman inang, FMA, dan juga mikroorganisme lain, sedangkan faktor abiotik meliputi suhu, pH tanah, kelembaban tanah, kandungan P dan N, serta konsentrasi logam berat.

Ubi kayu secara morfologi memiliki perakaran yang kurang berkembang, akibatnya ubi kayu menjadi sangat tanggap dan tertolong pertumbuhannya dengan adanya fungi mikoriza arbuskular pada sistem perakarannya. Tanaman ubi kayu memiliki akar yang besar sehingga lebih tergantung pada mikoriza.

Ketergantungan mikoriza dapat berbeda antara klon-klon ubi kayu karena setiap tanaman berbeda kebutuhan dan respons terhadap fosfat serta ketergantungannya terhadap mikoriza.

Sejarah lahan di Kabupaten Lampung Timur juga dapat mempengaruhi populasi dan keragaman FMA di dalamnya. Lahan tanaman ubi kayu Klon Kasetsart dan Thailand sudah ditanami ubi kayu selama \pm 8 tahun, petani juga menggunakan pupuk anorganik seperti NPK, penggunaan pupuk pada sistem pertanian ini dapat mempengaruhi perkembangan simbiosis FMA dalam tanah. Penggunaan dosis pupuk P yang tinggi pada pertanaman ubi kayu dapat menekan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman.

Pengolahan tanah yang dilakukan dua kali dalam setahun di lahan ubi kayu Klon Kasetsart dan Thailand sangat berpengaruh terhadap keberadaan mikoriza.

Pengolahan tanah yang intensif akan merusak jaringan hifa eksternal FMA. Dalam budidaya tradisional, pengolahan tanah berulang-ulang dan panen menyebabkan erosi hara dan bahan organik dari lahan tersebut dan ini berpengaruh terhadap populasi FMA.

Pada lahan tanaman ubi kayu Klon Lokal Kuning sudah ditanami ubi kayu selama ± 4 tahun, pengolahan tanah dilakukan tiga kali dalam setahun, serta menggunakan pupuk anorganik, dan pupuk kandang. Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting di samping bahan anorganik, air, dan udara. Jumlah spora FMA berhubungan erat dengan kandungan bahan organik di dalam tanah.

Provinsi Lampung merupakan wilayah yang jenis tanahnya di dominasi oleh ordo Ultisols. Ordo Ultisols diketahui memiliki tekstur lempung berpasir, liat, lempung berliat, dan lempung. Kondisi tanah yang didominasi oleh fraksi lempung diduga sesuai untuk perkembangan spora *Glomus*. Selain itu *Glomus* merupakan genus FMA yang paling dominan, tercatat dari 172 jenis FMA yang telah diidentifikasi FMA dengan genus *Glomus* merupakan genus yang paling dominan yaitu 52,3 persen. Perbedaan faktor biotik dan abiotik pada kedua lahan tersebut dipastikan akan mempengaruhi populasi dan keragaman FMA di dalamnya.

1.5 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan populasi FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur.
2. Terdapat perbedaan keragaman FMA pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur.
3. Jenis FMA dominan yang ditemukan pada tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur yaitu genus *Glomus*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz)

Ubi kayu atau singkong berasal dari Brazilia. Dalam sistematika tumbuhan, ubi kayu termasuk ke dalam kelas Dicotyledoneae. Ubi kayu berada dalam famili Euphorbiaceae yang mempunyai sekitar 7.200 spesies, beberapa diantaranya adalah tanaman yang mempunyai nilai komersial, seperti karet (*Hevea brasiliensis*), jarak (*Ricinus comunis* dan *Jatropha curcas*), umbi-umbian (*Manihot* spp.), dan tanaman hias (*Euphorbia* spp.) (Ekanayake dkk., 1997).

Potensi pengembangan ubi kayu di Indonesia sangat besar karena produksinya dari tahun ke tahun semakin meningkat. Pemanfaatan ubi kayu dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu sebagai bahan baku tapioka (tepung tapioka atau gaplek) dan sebagai pangan langsung. Ubi kayu sebagai pangan langsung harus memenuhi syarat utama, yaitu tidak mengandung racun HCN (< 50 mg per kg umbi basah). Sementara itu, umbi ubi kayu untuk bahan baku industri tidak disyaratkan adanya kandungan protein maupun ambang batas HCN, tapi yang diutamakan adalah kandungan karbohidrat yang tinggi (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

Ubi kayu sebagai bahan baku energi alternatif hanya memiliki kadar karbohidrat sekitar 32-37% dan kadar pati sekitar 83,8% setelah diproses menjadi tepung. Jenis polisakarida yang menyusun umbi ubi kayu antara lain pati, selulosa dan hemiselulosa (Winarno, 1992).

Karbohidrat yang terkandung dalam ubi kayu terdiri dari serat kasar dan pati. Serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang berfungsi sebagai penguat tekstur. Komponen karbohidrat merupakan bahan baku utama yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol adalah pati yang berfungsi sebagai sumber energi (Winarno, 1992).

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman singkong diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Euphorbiales
Famili : Euphorbiaceae
Genus : Manihot
Species : *Manihot esculenta* Crantz sin. *Manihot utilisima* Phohl.

2.2 Fungi Mikoriza Arbuskular

Fungi mikoriza arbuskular merupakan asosiasi antara fungi tertentu dengan akar tanaman dengan membentuk jalinan interaksi yang kompleks. Mikoriza berasal dari kata *miko* (*mykes* = fungi) dan *rhiza* yang berarti akar. Mikoriza dikenal dengan fungi tanah karena habitatnya berada di dalam tanah dan berada di area perakaran tanaman (rizosfer). Selain disebut sebagai fungi tanah, FMA juga biasa dikatakan sebagai fungi akar. Keistimewaan dari fungi ini adalah kemampuannya dalam membantu tanaman untuk menyerap unsur hara terutama unsur hara fosfor atau P (Syib'li, 2008).

Fungi mikoriza arbuskular merupakan tipe asosiasi mikoriza yang tersebar sangat luas dan ada pada sebagian besar ekosistem yang menghubungkan antara tanaman dengan rizosfer. Simbiosis terjadi di dalam akar tanaman yaitu fungi mengkolonisasi apoplast dan sel korteks untuk memperoleh karbon hasil fotosintesis dari tanaman.

2.3 Tipe-Tipe Mikoriza

Berdasarkan struktur tubuh dan cara fungi menginfeksi, mikoriza dikelompokkan ke dalam tiga tipe yaitu ektomikoriza, endomikoriza, dan ektendomikoriza.

Jenis ektomikoriza mempunyai sifat antara lain akar yang terkena infeksi membesar, bercabang, rambut-rambut akar tidak ada, hifa menjorok keluar dan berfungsi sebagai alat yang efektif dalam menyerap unsur hara dan air. Hifa fungi tidak masuk ke dalam sel tetapi hanya berkembang di antara dinding-dinding sel jaringan korteks membentuk struktur seperti pada jaringan hartiq.

Fungi jenis endomikoriza memiliki jaringan hifa yang masuk ke dalam sel kortek akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut vesikular dan sistem percabangan hifa yang disebut arbuskul, sehingga endomikoriza disebut juga vesikular-arbuskular mikoriza. Sedangkan ektendomikoriza merupakan bentuk antara (intermediet) kedua mikoriza yang lain. Ciri-cirinya antara lain adanya selubung akar yang tipis berupa jaringan hartiq, hifa dapat menginfeksi dinding sel korteks dan juga sel-sel korteknya. Penyebarannya terbatas dalam tanah-tanah hutan sehingga pengetahuan tentang mikoriza tipe ini sangat terbatas (Brundrett, 2004).

Fungi mikoriza arbuskular tergolong ke dalam endomikoriza, membentuk organ-organ khusus dan mempunyai perakaran yang spesifik yaitu arbuskul, vesikular, dan spora. Vesikular merupakan struktur fungi yang berasal dari pembengkakan hifa internal, berbentuk bulat telur yang berukuran 30 50 μm sampai 80 100 μm , dan berisi banyak senyawa lemak sehingga merupakan organ penyimpanan cadangan makanan dan pada kondisi tertentu dapat berperan sebagai spora atau alat untuk mempertahankan kehidupan fungi. Jika suplai metabolik dari tanaman inang berkurang, maka cadangan makanan itu akan digunakan oleh fungi sehingga vesikular mengalami degenerasi (Brundrett, 2004).

Tipe FMA yang bervesikular memiliki fungsi yang paling menonjol dari tipe fungi mikoriza lainnya. Hal ini dimungkinkan karena kemampuannya dalam berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman, sehingga dapat digunakan secara luas untuk meningkatkan ketahanan tanaman (Brundrett, 2004).

2.4 Morfologi Fungi Mikoriza Arbuskular

Perkembangan kolonisasi Fungi mikoriza arbuskular dimulai dengan pembentukan apresorium. Apresorium merupakan struktur penting dalam siklus hidup FMA. Hal ini diinterpretasikan sebagai kejadian kunci bagi pengenalan interaksi yang berhasil dengan bakal calon tanaman inang. Fase kontak akan diikuti dengan fase simbiotik. Sejak fase itu, fungi menyempurnakan proses morfogenesis dengan memproduksi hifa interseluler dan intraseluler, vesikel, dan arbuskular. Struktur utama FMA adalah arbuskular, vesikel, hifa eksternal, dan spora (Dewi, 2007). Menurut Smith dan Read (2008) dan Brundrett dkk (2008), arbuskul adalah struktur hifa yang berasal dari percabangan hifa di dalam sel korteks akar tanaman inang. Bentuk arbuskular menyerupai pohon kecil dan berfungsi sebagai tempat pertukaran zat-zat metabolit primer (terutama Glukosa dan Fosfor) antara fungi endomikoriza dan akar tanaman.

Vesikel merupakan hifa fungi endomikoriza yang mengalami pengembangan (melebar). Bentuk vesikel adalah bulat atau oval/lonjong, berisi senyawa lemak sehingga vesikel merupakan organ penyimpanan cadangan makanan bagi fungi endomikoriza (Brundrett dkk., 2008). Pada kondisi tertentu, vesikel yang telah dewasa dapat berperan sebagai spora atau alat pertahanan fungi jika berada pada lingkungan yang tidak menguntungkan (Pattimahu, 2004). Vesikel biasanya dibentuk lebih banyak di antara dinding sel korteks pada daerah infeksi yang sudah tua, dan terbentuk setelah pembentukan arbuskular. Jika suplai metabolik dari tanaman inang berkurang, cadangan makanan itu akan digunakan oleh fungi sehingga vesikel mengalami degenerasi. Pada famili *Gigasporaceae* tidak semua

genus memiliki vesikel. *Gigaspora* dan *Scutellospora* adalah dua genus yang tidak membentuk vesikel di dalam akar. Oleh karena itu, ada dua pendapat yaitu ada yang menyebut fungi Mikoriza Vesikula Arbuskular dan ada juga yang menggunakan istilah Fungi Mikoriza Arbuskular. Nama vesikel-arbuskular tampaknya berdasarkan karakteristik struktur arbuskular yang terdapat di dalam sel-sel korteks dan vesikel yang terdapat di dalam atau di antara sel-sel korteks akar tanaman (Brundrett dkk., 2008).

Spora terdapat pada ujung hifa eksternal dan dapat hidup selama berbulan-bulan, bahkan bertahun-tahun. Spora-spora endomikoriza mampu bertahan di dalam tanah tanpa inang sampai 6 bulan bahkan beberapa spesies seperti *Scutellospora* sp, *Gigaspora* sp. dapat bertahan sampai satu-dua tahun (Brundrett dkk., 2008).

Spora-spora yang dihasilkan secara aseksual maupun seksual pada prinsipnya merupakan salah satu bentuk atau alat pertahanan diri di alam yang dapat berfungsi untuk proses adaptasi terutama apabila mikoriza tersebut belum menemukan tanaman inang yang kompatibel (Smith and Read, 2008).

Hifa eksternal merupakan struktur lain dari FMA yang berkembang di luar akar. Hifa ini berfungsi menyerap hara dan air di dalam tanah. Adanya hifa eksternal yang berasosiasi dengan tanaman akan berperan penting dalam perluasan bidang adsorpsi akar sehingga memungkinkan akar menyerap hara dan air dalam jangkauan yang lebih jauh. Distribusi hifa eksternal ini sangat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik seperti sifat kimia, fisika tanah, kandungan bahan organik, mikroflora, dan mikrofauna (Mosse, 1991).

2.5 Klasifikasi dan Filogeni Fungi Mikoriza Arbuskular

Fungi mikoriza arbuskular termasuk golongan endomikoriza dicirikan dengan hifa intraseluler yaitu hifa yang menembus ke dalam korteks dari satu sel ke sel yang lain (Manan, 1993). Di dalam sel terdapat hifa yang membelit atau struktur hifa yang bercabang-cabang yang disebut arbuskular. Arbuskular berperan dalam memudahkan proses identifikasi tanaman, apakah telah terjadi infeksi pada akar tanaman atau tidak (Scannerini dan Bonfante-Fosolo, 1983). Selanjutnya dikatakan bahwa seluruh endofit dan yang termasuk genus *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus*, *Sclerocystis* dan *Acaulospora* mampu membentuk arbuskular.

Ciri utama FMA adalah terdapatnya arbuskular di dalam korteks akar. Awalnya fungi tumbuh di antara sel-sel korteks, kemudian menembus dinding sel inang dan berkembang di dalam sel (Brundrett dkk., 1996). Klasifikasi FMA menurut INVAM (2009) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Fungi Mikoriza Arbuskular

Ordo	Sub Ordo	Famili	Genus
Glomeromycota		Glomaceae	<i>Glomus</i>
			<i>Acaulospora</i>
	Glominae	Acaulosporaceae	<i>Entrophospora</i>
			<i>Archaeospora</i>
		Archaeosporaceae	<i>Paraglomus</i>
			<i>Gigaspora</i>
	Gigasporinae	Gigasporaceae	<i>Scutellospora</i>

Sumber INVAM (2009).

2.6 Jenis Fungi Mikoriza Arbuskular

Fungi Mikoriza Arbuskular dikelompokkan berdasarkan cara terbentuknya spora pada setiap genus. Karakteristik yang khas untuk masing-masing genus menurut INVAM (2013) ialah sebagai berikut :

2.6.1 *Glomus*

Spora *Glomus* merupakan hasil dari perkembangan hifa. Ujung dari hifa akan mengalami pembengkakan hingga terbentuknya spora. Perkembangan spora ini berasal dari hifa yang disebut chlamidospora. Pada *Glomus* juga dikenal Struktur yang dinamakan sporocarp. Sporocarp merupakan hifa yang bentuknya bercabang sehingga membentuk chlamidospora.

2.6.2 *Paraglomus*

Proses pembentukan spora *Paraglomus* hampir sama dengan proses pembentukan spora pada *Glomus*. Spora tersebut berasal dari ekspansi blastik dari ujung hifa. Untuk dapat membedakan spora *Glomus* dan *Paraglomus* harus dilakukan uji pewarnaan melzer's reagent. *Paraglomus* tidak bereaksi dalam reagent *Melzer*.

2.6.3 *Acaulospora*

Spora yang terbentuk di tanah dengan bentuk globose, subglobose, ellipsoid, maupun fusiformis. Awal proses pembentukan spora seperti dimulai dari ujung hifa, karena pada ujung hifa tersebut akan terjadi pembengkakan hifa yang strukturnya menyerupai spora atau disebut saccule. Kemudian dengan berkembangnya saccule tersebut akan disertai dengan munculnya bulatan kecil

yang terbentuk diantara hifa terminus dan subtending hifa. Bulatan kecil itu akan berkembang disamping hifa terminus menjadi spora. Pada spora yang telah masak terdapat satu lubang yang dinamakan ciatric.

2.6.4 *Entrophospora*

Proses pembentukan spora *Entrophospora* hampir sama dengan proses pembentukan spora pada *Acaulospora*. Perbedaan keduanya terdapat pada proses perkembangan azygospora berada dalam blastik atau ditengah hifa terminus, sehingga akan terbentuk dua lubang yang simetris pada spora yang telah matang.

2.6.5 *Archaespora*

Perkembangan spora pada genus *Archaespora* merupakan perpaduan antara perkembangan spora genus *Glomus* dan *Entrophospora* atau *Acaulospora*. Pada awalnya, di ujung hifa akan terbentuk sporiferous saccule. Selanjutnya, pada leher saccule atau subtending hifa akan berkembang pedicel atau percabangan hifa dari leher saccule. Pada ujung pedicel tersebut akan berkembang spora seperti halnya perkembangan spora pada *Glomus*.

2.6.6 *Gigaspora*

Struktur spora yang terbentuk berupa globose dan subglobose, berbentuk ovoid, pyriformis atau ireguler. Spora pada genus *Gigaspora* berasal dari ujung hifa (subtending hifa) yang membulat disebut suspensor. Kemudian diatas bulbose suspensor tersebut terbentuk spora, lalu spora tersebut terbentuk dari suspensor yang dinamakan azygospora.

2.6.6 *Scutellospora*

Struktur spora yang terbentuk biasanya globose atau subglobose tetapi lebih sering berbentuk ovoid, obovoid, pyriformis, atau irreguler. Proses terbentuknya spora pada *scutellospora* sama dengan pembentukan spora pada genus *Gigaspora*. Pembeda genus *Gigaspora* dengan *Scutellospora* adalah pada *Scutellospora* terdapat gemination shield, dan pada saat berkecambah hifa akan keluar dari germination shield tersebut.

2.7 Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan FMA

Keberadaan spora FMA dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti :

2.7.1 Cahaya

Rendahnya jumlah produksi spora dan akar tanaman yang terinfeksi FMA dapat disebabkan oleh tingginya naungan pada tanaman inang. Naungan yang tinggi juga dapat menyebabkan berkurangnya respon tanaman terhadap fungsi mikoriza. Hal ini disebabkan adanya hambatan pertumbuhan dan perkembangan internal hifa dalam akar yang berakibat terbatasnya perkembangan eksternal hifa pada rizosfer (Setiadi, 2001).

2.7.2 Suhu

Suhu dapat mempengaruhi perkembangan spora, penetrasi hifa pada sel akar dan perkembangan hifa pada korteks akar. Selain itu, suhu juga berpengaruh pada ketahanan dan simbiosis FMA. Semakin tinggi suhu semakin besar terbentuknya kolonisasi dan meningkatkan produksi spora. Schenk dan Schroder (1874)

menyatakan bahwa suhu terbaik untuk perkembangan arbuskular adalah 30° C namun suhu optimum bagi pertumbuhan koloni miselia adalah 28-34° C, sedangkan optimum bagi perkembangan vesikula pada suhu 35° C.

2.7.3 Kandungan Air Tanah

Kandungan air tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan serta infeksi fungi mikoriza terhadap akar tanaman. Daniels dan Trappe (1980) menggunakan FMA spesies *Glomus epigaeum* yang dikecambahkan pada lempung berdebu pada berbagai kandungan air menunjukkan hasil bahwa *G. epigaeum* berkecambah paling baik pada kandungan air di antara kapasitas lapang dan kandungan air jenuh.

2.7.4 Kemasaman Tanah (pH)

Fungi mikoriza pada umumnya memiliki adaptasi yang baik pada perubahan pH tanah. Kemasaman tanah (pH) berpengaruh pada perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman (Maas dan Nieman, 1978). Kemasaman tanah (pH) optimum untuk perkembangan fungi mikoriza berbeda-beda tergantung pada adaptasi fungi mikoriza terhadap lingkungan. Nilai pH dapat mempengaruhi aktivitas kerja enzim yang berperan dalam perkecambahan spora fungi mikoriza. Beberapa contoh spesies FMA yang beradaptasi pada pH dengan lingkungan yang berbeda antara lain, *G. mosseae* pada tanah alkali dapat berkecambah dengan baik pada air atau pada soil extract agar pada pH 6-9. Spora *Gigaspora coralloidea* dan *G. heterogama* dapat berkecambah dengan baik pada pH 4-6. *G. epigaeum* perkecambahannya lebih baik pada pH 6-8.

2.7.5 Bahan Organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen yang menunjang dalam meningkatkan kesuburan tanah serta memperbaiki sifat-sifat tanah. jumlah spora FMA berhubungan erat dengan kandungan bahan organik dalam tanah. pada tanah-tanah yang memiliki kadar bahan organik 1-2%, ditemukan mengandung spora maksimum sedangkan pada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0,5% kandungan spora sangat rendah (Pujianto, 2001).

2.7.6 Logam Berat dan Unsur Lain

Kandungan logam berat yang terdapat dalam tanah dapat mempengaruhi perkembangan mikoriza. Diketahui bahwa beberapa spesies mikoriza arbuskular mampu beradaptasi pada tanah yang tercemar seng (Zn), tetapi sebagian besar spesies mikoriza peka terhadap kandungan Zn yang tinggi dalam tanah. pada beberapa penelitian lain diketahui pula strain-strain fungi mikoriza tertentu toleran terhadap kandungan Mn, Al, dan Na yang tinggi (Janouskova dkk., 2006).

2.7.7 Tanaman Inang

Fungi mikoriza arbuskular merupakan simbiosis obligat yang dalam siklus hidupnya membutuhkan tanaman inang sebagai tempat hidupnya. Tanaman inang merupakan sumber senyawa karbon yang merupakan nutrisi bagi FMA. Kondisi fisik tanaman akan mempengaruhi perkembangan FMA, sehingga apabila kondisi tanaman terganggu (*stress*) baik akibat kekeringan maupun penyakit maka kondisi FMA pun akan terganggu, yang dapat menyebabkan terputusnya asosiasi antara fungi dan tanaman yang selanjutnya dapat memicu sporulasi FMA. Seperti yang

diungkapkan oleh Shi dkk. (2007), bahwa pada saat kondisi tanaaman inang tertekan atau terganggu maka FMA cenderung membentuk spora lebih banyak.

2.7.8 Mikroorganisme Lain

Keberadaan mikroorganisme lain di dalam tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman inang, Hal ini karena mikroorganisme di dalam tanah ada yang bersifat antagonis terhadap tanaman dan ada juga yang bersifat non-antagonis terhadap tanaman. Mikroorganisme yang bersifat antagonis akan menyerang tanaman inang dan menimbulkan gangguan fisik, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman inang dan mampu memicu sporulasi FMA (Paulitz dan Linderman, 1991). Namun mikroorganisme yang bersifat non-antagonis tidak menimbulkan gangguan fisik justru terkadang mikroorganisme tertentu dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang (Mukerji dkk., 1997).

2.8 Peranan FMA pada Pertumbuhan Tanaman

Tanaman yang bermikoriza tumbuh lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza. Penyebab utama adalah mikoriza secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara baik unsur hara makro maupun mikro. Selain itu, akar yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan yang tidak tersedia bagi tanaman (Anas, 1997).

Tanaman yang bermikoriza lebih tahan terhadap kekeringan dari pada yang tidak bermikoriza. Rusaknya jaringan korteks akibat kekeringan dan matinya akar tidak akan permanen pengaruhnya pada akar yang bermikoriza. Setelah periode kekurangan air (*water stress*), akar yang bermikoriza akan cepat kembali normal.

Hal ini disebabkan karena hifa fungi mampu menyerap air yang ada pada pori-pori tanah saat akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air. Penyebaran hifa yang sangat luas di dalam tanah menyebabkan jumlah air yang diambil meningkat (Anas, 1997).

Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan adanya simbiosis ini adalah miselium fungi meningkatkan area permukaan akuisisi hara tanah oleh tanaman, meningkatkan toleransi terhadap kontaminasi logam berat, kekeringan, serta patogen akar, dan memberikan akses bagi tanaman untuk dapat memanfaatkan hara yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Gentili dan Jumpponen, 2006).

Penggunaan mikoriza lebih menarik ditinjau dari segi ekologi karena aman dipakai, tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Bila mikoriza tertentu telah berkembang dengan baik di suatu tanah, maka manfaatnya akan diperoleh untuk selamanya. Mikoriza juga membantu tanaman untuk beradaptasi pada pH yang rendah. Demikian pula vigor tanaman bermikoriza yang baru dipindahkan ke lapang lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza (Anas, 1997).

2.9 Kultur *Trapping*

Kultur *trapping* digunakan untuk memperbanyak spora yang terdapat dalam sampel tanah agar diperoleh spora dengan viabilitas tinggi. Hal ini dilakukan karena FMA bersifat obligat simbiotik, artinya fungi tidak dapat hidup tanpa adanya akar tanaman inang, sehingga FMA tidak dapat diperbanyak secara *in vitro* dengan media agar.

Jenis tanaman inang yang umum digunakan untuk memperbanyak spora adalah tanaman semusim karena cepat tumbuh dan menghasilkan banyak akar serabut dibanding tanaman perenial sehingga perbanyak endomikoriza tidak membutuhkan waktu lama (Widiastuti, 2004). Tanaman semusim seperti jagung dan sorgum merupakan inang sangat kompatibel dengan endomikoriza (Simanungkalit, 2003) sehingga tanaman jagung dan sorgum merupakan inang yang digunakan untuk perbanyak spora endomikoriza (Widiastuti, 2004).

Jenis tanaman yang berbeda akan menunjukkan reaksi yang berlainan terhadap infeksi mikoriza dan secara tak langsung mempengaruhi perkembangan infeksi dan kolonisasi fungi mikoriza yang selanjutnya akan memengaruhi produksi spora. Perbedaan reaksi tersebut sangat dipengaruhi oleh aras kepekaan tanaman terhadap infeksi dan sifat ketergantungan tanaman pada mikoriza dalam serapan hara terutama di tanah yang kekurangan P. Kedua sifat tersebut ada kaitannya dengan tipe perakaran dan keadaan fisiologi atau perkembangan tanaman (Sieverding, 1991).

Pemilihan tanaman inang yang tepat perlu diperhatikan karena adanya interaksi antara tanaman inang, jenis FMA, komposisi media dan iklim selama pertumbuhannya. Fungi mikoriza dalam asosiasinya mempunyai kisaran inang yang sangat luas, tetapi tingkat efektivitasnya berbeda. Beberapa jenis FMA tertentu menunjukkan spesifikasi untuk memilih dan berasosiasi dengan suatu jenis tanaman inang tertentu (Husna, 2004). Hoeksema dkk. (2010) melaporkan bahwa tanaman C4 cenderung lebih responsif terhadap infeksi FMA daripada tanaman C3. Sebagai contoh, *P. javanica* merupakan salah satu jenis tanaman C3

sehingga lebih tahan terhadap kelembaban dan suhu rendah dibandingkan dengan Sorgum ataupun jagung yang tergolong dalam kelompok tanaman C4 yang cenderung menghendaki radiasi (intensitas) panas yang cukup lama.

Tanaman jagung merupakan inang yang cukup baik untuk perkembangan hifa mikoriza, karena jagung mempunyai pertumbuhan yang relatif lebih cepat, daya adaptasi tinggi terutama di lahan kering, serta sistim perakaran yang banyak (Sofyan, 2005).

Pueraria javanica merupakan tanaman penutup tanah dengan batang melilit atau merambat. Tanaman ini memiliki perakaran yang dalam dan mampu membentuk umbi, diameter pangkal batang bias mencapai 6 cm. Tanaman ini dimanfaatkan sebagai tanaman pencegah erosi, sumber pupuk hijau, pemberantas alang-alang dan pakan ternak (Purwanto, 2007).

Media tanam yang baik adalah yang memiliki tekstur kasar, berpasir, dengan kapasitas tukar kation yang tinggi yang mampu mengurangi tersedianya fosfor. Jenis dan sifat media tanam berperan dalam ketersediaan unsur hara dan air sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

Pasir banyak digunakan secara luas sebagai media perbanyakan FMA karena media ini relatif memiliki porositas yang tinggi. Akan tetapi pasir tidak menyimpan kelembaban sehingga membutuhkan frekuensi penyiraman yang lebih tinggi. Sehingga penggunaan tunggal tanpa campuran dengan media lain membuatnya sangat kasar sehingga tidak memberikan hasil yang baik.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Produksi Perkebunan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, serta Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari April hingga Desember 2016.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah dari tiga klon ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur yaitu Klon Kasetsart, Thailand, dan Lokal Kuning, pasir, zeolit, benih jagung (*Zea mays*), sorgum (*Sorghum bicolor*), dan PJ (*Pueraria javanica*), pupuk Urea konsentrasi 2 gram/liter dosis 20 ml/*polybag*, pupuk NPK dosis 0,3 gram/*polybag*, *glycerol*, KOH, HCl, *trypan blue*, aquades, air, kertas label, larutan kloroks, larutan PVLG dan *Melzer*.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak plastik, neraca ohaus, neraca analitik, alat pengaduk tanah, cawan petri, kaca preparat, *cover glass*, gelas arloji, mikroskop stereo, mikroskop majemuk, cangkul, bor tanah, plastik tahan panas, plastik sampel, *polybag* ukuran 14 x 20 cm, gelas beker, pinset spora, saringan dengan ukuran (500 μm , 250 μm , 150 μm , dan 45 μm), autoklaf, timbangan digital, *water bath*, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Sampel tanah diambil pada tiga kebun pertanaman ubi kayu Lampung Timur, terdiri dari k1 = sampel tanah pertanaman ubi kayu klon Kasetsart, k2 = sampel tanah pertanaman ubi kayu Klon Thailand, k3 = sampel tanah pertanaman ubi kayu Klon Lokal Kuning. Data yang diperoleh diuji dengan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan populasi FMA pada setiap klon-klon ubi kayu tersebut.

3.3.1 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil dari rizosfer tiga klon ubi kayu yang berbeda di daerah Kabupaten Lampung Timur. Pada masing- masing klon yaitu Kasetsart, Thailand, dan Lokal Kuning.

Pada setiap kebun ditentukan 7 titik sampel dan pada masing-masing titik sampel terdiri dari 12 tanaman (ditentukan 3 baris dan satu baris terdiri dari 4 tanaman). Sampel tanah diambil sedalam 20 cm pada masing- masing tanaman sampel dan dijadikan satu mewakili satu titik sampel. Total sampel keseluruhannya adalah 1 (1 Kabupaten) x 1 (kebun per klon) x 7 (jumlah titik sampel) x 3 (klon tanaman ubi kayu) yaitu sebanyak 21 sampel dengan berat masing- masing lebih kurang 5 kg. Total populasi FMA dalam masing-masing sampel dihitung dengan menyaring spora dalam sampel dengan metode penyaringan basah (Brundrett dkk., 1996).

3.3.2 Kultur Trapping

Dalam penelitian ini dilakukan kultur *trapping* dengan tujuan agar spora-spora di lapang terwakili pada saat dilakukan kultur *trapping*. Fungi mikoriza arbuskular bersifat obligat simbiot, artinya fungi tidak dapat hidup tanpa adanya akar tanaman inang, sehingga FMA tidak dapat diperbanyak secara *in vitro* dengan media agar. Untuk proses *trapping*, sampel tanah dari masing- masing kebun dicampur dengan rata menjadi satu sampel, sehingga diperoleh hanya 3 sampel.

Rancangan perlakuan yang digunakan adalah rancangan faktorial (3x3) dengan 7 ulangan. Faktor pertama adalah klon ubi kayu yaitu Klon Kasetsart (k1), Klon Thailand (k2), dan Klon Lokal Kuning (k3). Faktor kedua adalah jenis tanaman inang yaitu tanaman inang Jagung (t1), Sorgum (t2), dan *P. javanica* (t3) .

Perlakuan diterapkan pada satuan percobaan dalam Rancangan Kelompok Teracak Sempurna (RKTS). Homogenitas ragam antar perlakuan diuji dengan Uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi yaitu ragam perlakuan homogen dan data bersifat menambah, maka data dianalisis ragam. Pemisahan nilai tengah diuji dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%.

3.3.2.1 Persiapan Bahan Tanam

Persiapan bahan tanam yang pertama yaitu menyemai benih dengan cara merendam benih dengan larutan kloroks selama 15 menit, kemudian dibilas dengan aquades, lalu benih disusun di atas kertas merang basah dan disimpan

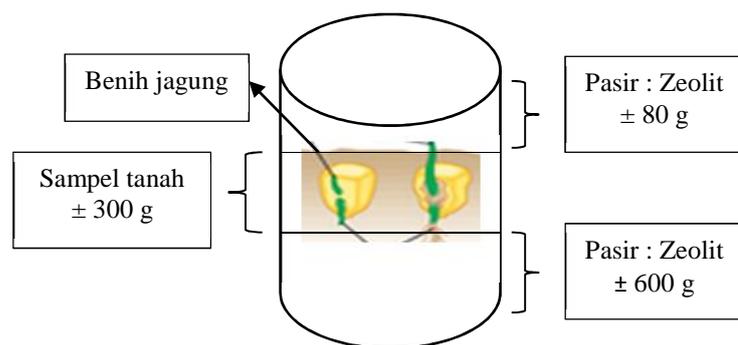
dalam suhu ruang selama 3 hari dan selalu dijaga kelembabannya dengan disemprot air saat kertas merang mulai mengering.

3.3.2.2 *Persiapan Media Tanam*

Media tanam yang digunakan dalam percobaan ini adalah pasir steril dan zeolit. Pasir yang akan digunakan sebagai media disterilisasi terlebih dahulu dalam autoklaf pada suhu 121° C dengan tekanan 1 atm selama 60 menit. Sterilisasi dengan menggunakan autoklaf ini dilakukan sebanyak 2 kali, kemudian setelah steril pasir dicuci menggunakan air mengalir sebanyak 7 kali bilasan atau hingga bersih dari kotoran dan batu. Zeolit yang digunakan sebagai media tanam juga dicuci bersih dengan air mengalir sebanyak 5 kali bilasan hingga bersih. Setelah kedua media bersih, dicampurkan media berupa pasir dan zeolit tersebut dengan perbandingan 1:1. Setelah pasir dan zeolit tercampur, media dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 14 x 20 cm sebanyak ± 600 gram kemudian sampel tanah diambil sebanyak ± 300 gram dan dimasukkan ke dalam *polybag*.

3.3.2.3 *Penanaman*

Penanaman dilakukan dengan menyiapkan *polybag* yang telah terisi media tanam berupa campuran pasir dan zeolit yang telah dilapisi tanah sampel dari lapang. Kemudian benih dari ketiga tanaman inang yaitu jagung, sorgum, dan *P. javanica* yang sudah disemai, ditanam di media tanah kemudian ditutup kembali dengan campuran pasir dan zeolit sampai *polybag* terisi penuh (Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi metode kultur *trapping* FMA

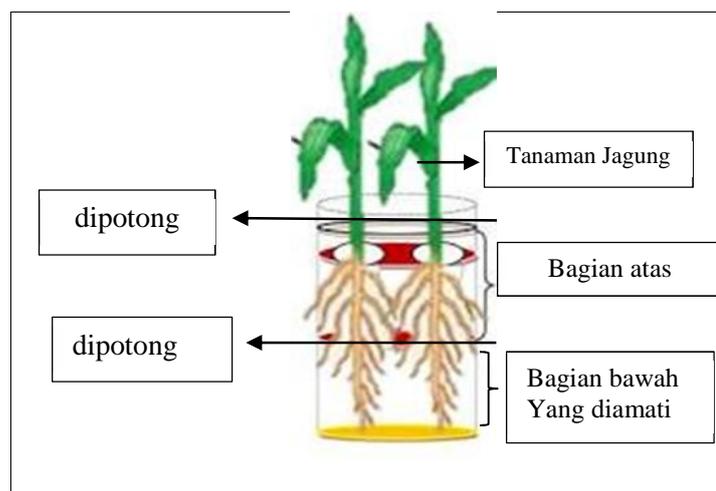
Sampel tanah yang berasal dari lapang 3 klon digunakan untuk menanam 3 tanaman inang, kemudian diulang sebanyak 7 kali sehingga terdapat 63 tanaman (1 kebun x 3 tanaman inang x 3 klon x 7 ulangan). Setelah semua tanaman inang ditanam, *polybag* tersebut disusun dirumah kaca

3.3.2.4 Pemeliharaan Tanaman

Benih- benih tanaman inang yang telah ditanam pada kultur *trapping* dipelihara dengan melakukan penyiraman, penyiangan gulma, pemupukan, dan pemotongan bunga pada tanaman jagung dan sorgum. Penyiraman dilakukan setiap hari, namun 2 minggu sebelum pemanenan tidak dilakukan penyiraman dan dibiarkan kering. Penyiangan gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh dalam *polybag*. Pemupukan dilakukan saat tanaman berumur 2 minggu. Pupuk yang digunakan yaitu pupuk Urea dengan konsentrasi 2 g per liter dan dosis 20 ml/*polybag*, diaplikasikan setiap 2 minggu sekali dan pupuk NPK dengan dosis 0,3 gram per *polybag* ketika tanaman berumur 1 bulan. Pemotongan bunga dilakukan secara mekanis dengan menggunakan gunting.

3.3.2.5 Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat tanaman inang jagung dan sorgum berumur 3 bulan, dan tanaman inang *P. javanica* berumur 4 bulan setelah tanam. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong batang tanaman inang ± 1 cm dari permukaan media tanam. Setelah itu *polybag* dipotong untuk memisahkan media tanam bagian atas dan media tanam bagian bawah. Media tanam bagian bawah yang terdapat campuran pasir dan zeolit yang diamati untuk menghitung populasi dan keragaman FMA (Gambar 2). Spora FMA yang dihasilkan dihitung dan diidentifikasi kemudian spora diisolasi dengan teknik penyaringan basah.



Gambar 2. Ilustrasi proses panen *trapping* tanaman jagung, sorgum, dan *P. javanica*

3.3.2.6 Teknik Penyaringan Basah

Sebelum dilakukan pengamatan dan isolasi spora, terlebih dahulu dilakukan penyaringan basah. Sebelum penyaringan basah, tanah ditimbang sebanyak 50 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 ml dan ditambahkan air hingga volume 1 liter. Kemudian diaduk selama 50 detik sampai homogen.

Kemudian diamkan selama 30 detik. Setelah itu campuran tanah dan air dituang ke dalam saringan bertingkat dengan diameter lubang 500 μm , 250 μm , 150 μm , 45 μm . penyaringan ini diulang hingga 4 kali kemudian hasil saringan dituang dalam gelas beker dan siap untuk diamati.

3.3.2.7 Identifikasi Isolat FMA

Proses identifikasi dilakukan dengan mengamati morfologi spora yang berasal dari masing- masing isolat. Spora diidentifikasi berdasarkan bentuk, warna, ukuran, ada atau tidak adanya ornamen seperti *bulbose*, *saccule*, *germination shield*, dan *auxiliary cells*, selanjutnya reaksi spora terhadap larutan *Melzer* diuji dengan larutan PVLG dan *Melzer*. Dengan melihat ciri-ciri morfologi ini, isolat FMA dapat digolongkan sampai ke tingkat genus.

3.4 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini antara lain adalah populasi, keragaman, dan dominansi FMA.

3.4.1 Populasi FMA

Populasi FMA dalam percobaan ini diamati pada masing- masing sampel tanah dari pertanaman ubi kayu Klon Kasetsart, Thailand, dan Lokal Kuning di Kabupaten Lampung Timur. Fungi mikoriza arbuskular pada percobaan ini diamati pada masing-masing sampel tanah dari pertanaman ubi kayu yang telah disaring dengan teknik penyaringan basah. Pengamatan populasi spora dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo dengan bantuan *counter*. Populasi yang

berasal dari sampel tanah maupun hasil dari kultur *trapping* dihitung berdasarkan total semua spora yang diamati dan diisolasi di cawan petri pada masing- masing sampel dan perlakuan tanpa melihat genus, ukuran, bentuk, dan warnanya.

3.4.2 Keragaman FMA

Keragaman FMA diamati berdasarkan bentuk, warna, ukuran dan ornament spora. Pengelompokkan spora yang ditemukan pada hasil saringan dilakukan dengan cara manual yaitu mengisolasi spora menggunakan pinset spora dan diletakkan di cawan arloji yang telah diberi sedikit aquades. Setelah proses isolasi, spora dihitung jumlahnya kemudian diidentifikasi dengan menggunakan larutan PVLG dan *Melzer*.

Identifikasi dilakukan dengan cara mengambil spora dominan sebanyak lima spora dengan menggunakan pinset spora, kemudian diletakkan pada gelas preparat yang telah diberi larutan PVLG dan *Melzer*, kemudian ditutup dengan *cover glass* dengan menekan *cover glass* supaya spora yang akan diamati pecah. Kemudian dilakukan pengamatan dibawah mikroskop majemuk untuk mengamati perubahan warna, ornamen dinding spora, jumlah dinding spora, dan ornament spora pada FMA setelah diberi larutan PVLG dan *Melzer*. Larutan PVLG merupakan bahan perekat permanen yang tidak merubah warna spora, formulanya terdiri dari (*distilled water* 100 ml, *lactid acid* 100 ml, *glycerol* 10 ml, dan *polyvinyl alcohol* 16,6 g), sedangkan *Melzer* merupakan bahan pereaksi penting dalam identifikasi karena dapat memberikan reaksi yang berbeda dari genus FMA disebabkan kandungan lipid dropletnya. Larutan *Melzer* terdiri dari (*chloral hydrate* 100 g, *distilled water* 100 ml, *iodine* 1,5 g, dan *potassium iodide* 5 g). Kemudian

dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener meliputi indeks keragaman, presentase kelimpahan, dan dominansi FMA.

1. Indeks keragaman

Perhitungan indeks keragaman menggunakan rumus Shannon-Wiener dilakukan untuk mengetahui tingkat keragaman FMA pada masing- masing perlakuan.

Rumus perhitungan indeks keragaman Shannon-Wiener (Umar, 2013; Fachrul, 2008; Odum, 1971) :

$$H' = - \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman
 ni = Jumlah individu/spesies
 N = Jumlah individu keseluruhan

3.4.3 Dominansi FMA

Dominansi FMA menunjukkan keberadaan masing-masing spesies FMA pada setiap sampel yang diamati. Dominansi FMA dihitung berdasarkan rumus dominansi simpson.

$$D = \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi simpson
 ni = Jumlah individu tiap spesies
 N = Jumlah individu seluruh spesies

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Populasi FMA tertinggi terdapat pada tanah pertanaman ubi kayu Klon Thailand yang tidak berbeda nyata dengan Klon Kasetsart, sedangkan populasi FMA terendah terdapat pada Klon Lokal Kuning.
2. Berdasarkan Indeks Keragaman Shannon-Wiener, keragaman FMA pada tanah pertanaman ubi kayu Klon Thailand lebih tinggi daripada Klon Kasetsart dan Lokal Kuning.
3. Berdasarkan indeks dominansi, jenis FMA yang dominan hasil kultur *trapping* dengan tanah pertanaman ubi kayu Klon Kasetsart yaitu spora dengan kode S4 yang termasuk kedalam genus *Glomus*, sedangkan pada tanah pertanaman ubi kayu Klon Thailand didominasi oleh spora dengan kode S7 yang termasuk kedalam genus *Entropospora*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang terkait dengan perbanyak jenis FMA dengan kode S4 (*Glomus* sp.1) dan S7 (*Entropospora* sp.1) pada tanah kebun ubi kayu Klon Kasetsart, Thailand, dan Lokal Kuning untuk diuji lanjut keefektivannya dalam meningkatkan pertumbuhan ubi kayu di Kabupaten Lampung Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, T., dan A. Y. Rahayu. 2004. Analisis Efisiensi Serapan N, Pertumbuhan, dan Hasil Beberapa Kultivar Kedelai Unggul Baru dengan Cekaman Kekeringan dan Pemberian Pupuk Hayati. *Jurnal Agrisains* 6(2): 70-74.
- Anas, I., E. Premono, dan R. Widyastuti. 1997. *Peningkatan Efisiensi Pemupukan P dengan Menggunakan Mikroorganisme Pelarut P*. IPB Press. Bogor.
- Anas, I. 1997. *Bioteknologi Tanah*. Laboratorium Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB.
- Azcon, R., dan J. A. Ocampo. 1981. Factors Effecting the Vesicular-Arbuscular Infection and Mycorrhizal Dependency of Thirteen Wheat Cultivars. *New Phytol.* 87: 677-685.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Data Produksi Ubi Kayu Provinsi Lampung Tahun 2016*. Berita Resmi Statistik. Lampung.
- Baon, J.B. 1998. *Pemanfaatan Jamur Mikoriza Arbuskular Sebagai Pupuk Hayati di Bidang Perkebunan*. Workshop Mikoriza. Bogor, 27 September-2 Oktober 1999.
- Bianciotto, V., D. Palazzo, dan P. Bonfante-Fasolo. 1989. Germination Process and Hyphal Growth of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungus. *Allionia.* 29: 17-24.
- Brundrett, M. C., N. Bougher, B. Dells, T. Grove, dan N. Malajozuk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Australian Centre for International Agricultural Research : *Cannberra*. 374 pp.
- Brundrett, M., N. Bougher, B. Dells, T. Ove, dan N. Malajczuk. 2008. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograp 32. Australian Centre for Internasional Agricultural Research. *Cannberra*. 374 pp.
- Brundrett, M.C. 2004. Mycorrhizal in Natural Ecosystem. *Adv. Ecol.Res.* 21 :171-313.

- Cenpukdee, U., Thiraporn dan Sinthuprama, C. 1992. Cassava processing utilization in Thailand. In Scott, G. J., Wiersema, R. and Ferguson, P.I. (eds). *Product development for root and tuber crops*. P51-60.
- Daniels, B.A, dan J.M. Trappe. 1980. Factors Affecting Spore Germination of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Fungus, *Glomus Epigaeus*. *Mycologi*. 72:457-463.
- Dewi, I. 2007. *Peran, Prospek dan Kendala dalam Pemanfaatan Endomikoriza*. Makalah Universitas Padjajaran. Bandung.
- Ekanayake, S., and K. Skog. 1997. *Canavanine Content in Sword Beans (Canavaliaglabrata): Analysis and Effect of Processing*. Department of Biochemistry. Faculty of Medical Sciences. University of Sri Jayewardenepura. Sri Lanka. Nugegoda.
- Ervayenri. 1998. *Studi Keanekaragaman dan Potensi Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) di Lahan Gambut (Studi Kasus di Kab Bengkalis Provinsi Riau)*. [thesis] Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Gentili, F., and A. Jumpponen. 2006. *Potential and Possible Uses of Bacterial and Fungal Biofertilizers*. In: Handbook of Microbial Biofertilizers. Haworth Press, Technology & Engineering, New York, pp 1-28.
- Hetrick, B.A.D. dan Bloom, J. 1986. The Influence of Host Plant on Production and Colonization Ability of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Spores. *Mycologia*. 78 (1): 32-36.
- Howeler, R.H., L.F. Cadavid, dan E. Burckhardt. 1982. Cassava Response to VA Mycorrhizal Inoculation and Phosphorus Application in Green house and Field Experiments. *Plant Soil* 69: 327-340.
- Howeler, R.H, dan E. Sieverding. 1983. Potentials and Limitations of Mycorrhizal Inoculation Illustrated by Experiments with Field-Grown Cassava. *Plant Soil*. 75: 245-261.
- INVAM (International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi). 2008. <http://Invam.wvu.edu/the-fungi/classification>. Diakses tanggal 20 April 2016.
- INVAM (International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi). 2013. <http://invam.wvu.edu/the-fungi/classification>. Diakses tanggal 20 April 2016.
- INVAM (International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi). 2014. <http://www.invam.wvu.edu/> . Diakses Tanggal 2 April 2016.

- Islami, T, dan H.U. Wani. 1995. *Hubungan Tanah, Air, dan Tanaman*. IKIP Semarang Press, Semarang.
- Janouskova, M., D. Pavloková, dan M. Vosatka. 2006. Potential Contribution of Arbuscular Mycorrhiza to Cadmium Immobilization in Soil. *Chemosphere* 62: 1959-1965.
- Kang, B.T., R. Islam, F.E. Sanders, and A. Ayanaba. 1980. Effect of Phosphate Fertilization and Inoculation with VA-Mycorrhizal Fungi On Performance of Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) Grown on an Alfisol. *Field Crops. Res.* 3: 83-94.
- Kartika, E. 2006. *Tanggap Pertumbuhan, Serapan Hara dan Karakter Morfofisiologi terhadap Cekaman Kekeringan pada Bibit Kelapa Sawit yang Bersimbiosis dengan CMA*. Disertasi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 188p.
- Khudori. 2006. *Teknologi Pupuk Hayati*. <http://nasih.staff.ugm.ac.id>. Diakses Tanggal 2 April 2016.
- Kleinschmidt, G.D., dan J.W. Gerdemann. 1972. Stunting of Citrus Seedlings in Fumigated Nursery Soils Related to the Absence of Endomycorrhizae. *Phytopathology* . 62: 1447-1453
- Maas, E.V., dan R.H. Nieman. 1978. Physiology of Plant Tolerance to Salinity. Dalam GA Jung (Ed). *Crop Tolerance to Suboptimal Land Conditions*. ASA Spec. Pub. Hlm: 277-299.
- Gonigle, dan M.H. Miller. 1993. Mycorrhizal Development and Phosphorus Absorption in Maize Under Conventional and Reduced Tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*57 (4) : 1002-1006.
- Menge, J.A. 1984. *Inoculum Production VA Mycorrhiza*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Mosse, B. 1986. Mycorrhiza in a Sustainable Agriculture. *Biol. Agric. Hort.* 3: 191-209.
- Mosse, B. 1991. *Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza. Research for Tropical Agriculture*. Res Bull. No. 194. Hawaii Inst. of Trop. Aic. and Human Resource. Univ of Hawaii, Honolulu.
- Muchtadi, T.R., dan Sugiyono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bogor: PAU IPB.
- Noertjahyani. 2007. Kandungan N dan P Tanaman Serta Hasil Kedelai Akibat Inokulasi Konsosium *Bradyrhizobium japonicum* dan *Pseudomonas* sp pada Tanah Inceptisol. *J. Agroland*. 14(1):6-10.

- Nuhamara, S. T. 1993. Mikoriza Sebagai Suatu Model Parasitisme. *Technical Note* . 5(1):1-15.
- Odum, E. P. 1971. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pattimahu, D. V. 2004. *Restorasi Lahan Kritis Pasca Tambang Sesuai Kaidah Ekologi*. Makalah Mata Kuliah Falsafah Sains, Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Paulitz, T.C., dan R.G. Linderman. 1991. Lack of Antagonism Between the Biocontrol Agent *Gliocladium Virens* and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *New Phytol.* 117: 303-308.
- Prihandana, Rama. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Pujianto. 2001. *Pemanfaatan Jasad Mikro, Jamur Mikoriza dan Bakteri Dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan di Indonesia*: Tinjauan dari Perspektif Falsafah Sains. <http://mbojo.wordpress.com>. Diakses Tanggal 2 April 2016.
- Pulungan, A.S. Infeksi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Akar Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Biosains Unimed*. 1 (1) : 43-46.
- Purwanto. 2007. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Purwono, dan Purnamawati. 2007. *Budidaya Delapan Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Puspitasari, D., K.I. Purwani, dan A. Muhibuddin. 2012. Eksplorasi Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) Indigenous pada Lahan Jagung di Desa Torjun, Sampang Madura. *Jurnal Sains dan Seni*. 1: 19-22.
- Santoso, D.A. 1989. *Teknik dan Metode Penelitian Mikoriza Vesikular-Arbuskular*. Laboratorium Biologi Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Scannerini, S., dan P. Bonfante-Fosolo. 1983. Comparative Ultrastructural Analysis of Mycorrhizal Associations. *Can. J. Bot.* 61:917-922.
- Setiadi, Y. 1992. *Mengenal Mikoriza, Rhizobium, dan Aktinorizal untuk Tanaman Kehutanan*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan, IPB.
- Setiadi, Y. 2001. *Status Penelitian dan Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Rhizobium untuk Merehabilitasi Lahan Terdegradasi*. Seminar Nasional Mikoriza. 15-16 November 1999. Bogor.

- Sieverding, E. 1991. *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Federal Republic Germany.
- Suhardi. 1989. *Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA)*. Penerbit UGM Press. Yogyakarta.
- Sulistyaningsih, E. 2003. *Penentuan Tanaman Inang dan Media Pertumbuhan yang Sesuai untuk Perkembangan Fungi Mikoriza Arbuskula*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syib'li, M. A. 2008. *Jati Mikoriza, Sebuah Upaya Mengembalikan Eksistensi Hutan dan Ekonomi Indonesia*. <http://-www.kabarindonesia.com>. Diakses tanggal 2 April 2016.
- Utomo, M. 2006. *Olah Tanah Konservasi. Hand out Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 25 hlm.
- Widiastuti, H. 2004. *Biologi Interaksi Cendawan Mikoriza Arbuskula Kelapa Sawit pada Tanah Masam Sebagai Dasar Pengembangan Tehnologi Aplikasi Dini [Desertasi]*. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yuwono, W. N. 2006. *Pembuatan Kompos*. UGM Press. Yogyakarta.