

IDENTIFIKASI MIKORIZA DESA CABBIIYA, PULAU  
POTERAN, SUMENEP MADURA, DAN APLIKASINYA  
SEBAGAI BIOFERTILIZER PADA TANAMAN KACANG  
KAYU (*Cajanus cajan*)

**Nama Mahasiswa** : Rizky Ratna Sari  
**NRP** : 1510100056  
**Jurusan** : Biologi  
**Dosen Pembimbing** : Dini Ermavitalini, S.Si, M.Si

Abstrak.

*Peningkatan produktifitas kacang kayu sebagai pengganti kedelai dapat dilakukan dengan mengaplikasikan mikoriza. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis mikoriza dari Desa Cabbiiya, Pulau Poteran, Sumenep Madura, jumlah inokulan mikoriza yang efektif sebagai biofertilizer, serta biomassa tanaman kacang kayu setelah diinokulasikan dengan mikoriza.*

*Identifikasi dilakukan hingga tingkat genus berdasar karakter morfologi (bentuk, warna, ornamen) menggunakan buku “Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture” serta website INVAM. Parameter pertumbuhan utama adalah biomassa, sedangkan parameter pendukung ialah persen infeksi akar, masing-masing pada perlakuan kontrol negatif, kontrol positif, inokulum mikoriza asal desa Cabbiiya 25 g, 50 g, 75 g, dan 100 g. Hasil biomassa dianalisis menggunakan Anova dengan taraf kepercayaan 90% dan dilanjutkan dengan uji Tukey.*

*Dari hasil identifikasi ditemukan genus Glomus, Gigaspora, Acaulospora, dan Scutellospora. Nilai biomassa terendah 0,1809 g pada perlakuan kontrol negatif (tanpa mikoriza) dan terbesar 0,4542 g pada pemberian inokulum mikoriza 100 g. Jumlah inokulum mikoriza yang efektif sebagai biofertilizer mencapai  $\pm 3200$  spora/100 g tanah.*

*Kata kunci : Biofertilizer, biomassa, kacang kayu (C. cajan), mikoriza, persen infeksi akar.*

IDENTIFICATION OF MYCORRHIZA FROM CABBIIYA  
VILLAGE, POTERAN ISLAND, SUMENEP MADURA AND  
ITS APPLICATION AS BIOFERTILIZER ON PIGEON PEA  
(*Cajanus cajan*)

**Student Name** : Rizky Ratna Sari  
**NRP** : 1510100056  
**Department** : Biologi  
**Advisor Lecturer** : Dini Ermavitalini, S.Si, M.Si

Abstract.

Increasing pigeon pea's productivity as a substitute of soybeans require mycorrhiza as biofertilizer needed. This research aims to know type of mycorrhiza from Cabbiiya Village, Poteran Island, Sumenep Madura, number of inoculum mychorriza which effective to be biofertilizer, also biomass of pigeon pea after being inoculated with mycorrhiza.

Identification is done up to the genus level based on morphological characters (shapes, colours, and ornament) using "Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture" guide book, also firmid by website of INVAM. The main growth parameter is biomass, then supporting parameter used is percentage of root infection, each on control negative, control positive, 25 g, 50 g, 75 g, and 100 g inoculum mychorriza from Cabbiiya village. Biomass data result was analyzed using Anova suited at 90% confidence level and continued by Tukey test.

There were genus of *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, and *Scutellospora* based on identification results. The lowest biomass was 0,1809 g on control negative (without mycorrhiza) treatment, and the highest was 0,4542 g on 100 g of inoculum mycorrhiza treatment. Inoculum mycorrhiza which effective to be biofertilizer reached  $\pm 3200$  spore/100 g of soil.

**Keywords** : Biofertilizer, biomass, pigeon pea (*C. cajan*), mycorrhiza, percentage of root infection.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pulau Poteran**

Menurut Direktori Pulau Pulau Kecil Indonesia (2013), Poteran adalah daerah kepulauan bagian dari Sumenep-Madura yang secara geografis berada di sebelah tenggara pulau Madura, sedangkan secara astronomis berada antara 113,92° sampai 114,08 LS serta antara 7,04° sampai 7,12° BT. Luas pulau Poteran mencapai 49,8 km<sup>2</sup> atau 2,40% dari luas kabupaten Sumenep. Termasuk pulau yang bertopografi landai dengan tingkat kemiringan kurang dari 30% dan berada pada ketinggian kurang dari 500 m dpl, sehingga termasuk dalam kategori dataran rendah. Jumlah penduduk pulau Poteran sebanyak 41.047 jiwa, untuk jumlah penduduk laki-kaki adalah 18.547 jiwa sedangkan penduduk perempuan 22.560 jiwa dari jumlah keseluruhan. Gambar 2.1 merupakan peta wilayah pulau Poteran, yang termasuk dalam kabupaten Sumenep, dimana terdapat satu kecamatan yaitu Kecamatan Talango.



Gambar 2.1. Peta Wilayah Pulau Poteran, Sumenep, Madura.

(sumber : google.com/maps)

Pulau Poteran memiliki sumber daya alam yang kompleks namun tidak unik, hal ini dilihat dari pemanfaatan sumber daya alam yang berorientasi pada sektor perikanan tangkap, perkebunan, perdagangan, dan wisata. Pada Desa Cabbiya, potensi sumber daya alam yang menjadi prioritas utama ialah terumbu karang, perkebunan, dan penangkapan ikan, akan tetapi dalam pengelolaannya masih dilakukan secara tradisional (Romadhon, 2008). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2008), lahan pertanian di wilayah Madura merupakan lahan kering dengan kandungan bahan organik < 2%. Rendahnya kandungan bahan organik ini disebabkan pengelolaan lahan yang belum berbasis konservasi dengan memanfaatkan potensi sumber bahan organik yang ada.

## **2.2 Tanaman Kacang Kayu (*Cajanus cajan*)**

Kacang kayu adalah spesies kacang-kacangan yang berasal dari India. Tanaman kacang kayu tumbuh liar dan menyebar karena perdagangan ribuan tahun yang lalu. Saat ini kacang kayu dibudidayakan di negara-negara tropis dan telah banyak tumbuh di Florida, Puerto Rico, dan pulau Virgin AS. Kacang ini biasa dimanfaatkan sebagai penghasil bahan pangan dan bahan pupuk hijau. Tanaman kacang kayu memiliki beberapa keunggulan dibandingkan leguminosa yang lain karena toleran terhadap kekeringan, tahan rebah, polong tidak mudah pecah dan sesuai untuk berbagai jenis tanah. Oleh karena itu, tanaman kacang kayu memiliki potensi untuk dikembangkan di daerah-daerah kering dan agak tandus, yaitu lahan yang tidak dapat ditumbuhi kedelai dengan baik (Karsono dan Sumarno *dalam* Dewi, 2010).

Kacang kayu kaya akan karbohidrat, mineral dan vitamin. Bijinya mengandung 51.4%-58.8% karbohidrat, 1.2%-8.1% serat mentah dan 0.6%-3.8% lipid. Kacang kayu mengandung lebih banyak mineral, kandungan lemak sepuluh kali lipat, kandungan vitamin A lima kali lebih banyak, dan tiga kali lebih banyak vitamin C dibandingkan kacang polong biasa (Foodnet, 2013). Di

Indonesia, kacang kayu telah digunakan sebagai tanaman sayuran sejak abad keenam. Akan tetapi budidaya kacang kayu secara luas belum pernah dilaporkan. Daerah pusat pertanaman kacang kayu pada umumnya pada lahan kering di daerah Jawa, Bali, Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Selatan (Suwasik dan Sumarno, 1989).

### 2.2.1 Taksonomi tanaman kacang kayu (*C. cajan*)

Berikut adalah klasifikasi tanaman kacang kayu (*C. cajan*):

Regnum	:	Plantae
Superdivisio	:	Spermathophyta
Divisio	:	Magnoliophyta
Classis	:	Magnoliopsida
Subclassis	:	Rosidae
Ordo	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Genus	:	Cajanus
Spesies	:	<i>Cajanus cajan</i> (L.)

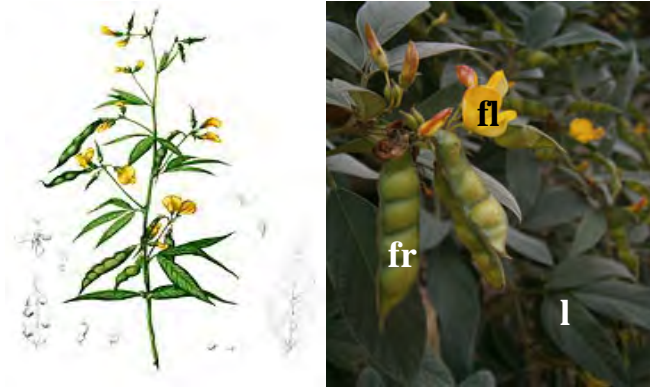
(NRCS, 2013)

Kacang kayu tergolong *Spermathophyta* dikarenakan memiliki suatu organ yang berupa biji sebagai alat reproduksi generatif (Tjitrosoepomo, 2000). Kacang kayu merupakan tumbuhan berbiji tertutup sehingga dikelompokkan dalam divisi *Magnoliophyta* (Magallon, 2009). Tergolong tumbuhan dikotil sehingga digolongkan pada kelas *Magnoliopsida*. *Leguminosae* atau *Fabaceae* merupakan famili tanaman kedua terbesar, spesies-spesiesnya merupakan jenis kacang-kacangan (Anonim, 2006).

### 2.2.2 Karakteristik tanaman kacang kayu (*C. cajan*)

Kacang kayu merupakan tanaman perennial yang tumbuh tegak, umumnya ditemukan pada iklim tropis dan sub-tropis. Kacang kayu merupakan semak yang mampu tumbuh hingga mencapai ketinggian 12 kaki (1-4 meter), tetapi umumnya hanya mampu tumbuh dengan ketinggian 3-6 kaki. Batangnya tumbuh tegak yang ditutupi oleh bulu-bulu halus yang mengandung pembuluh resin dibawahnya, dan berkayu pada bagian dasar

(NRCS, 2012). Gambar 2.2 merupakan morfologi tanaman kacang kayu yang terdiri atas bunga, buah, dan daun.



Gambar 2.2 Morfologi Tanaman Kacang Kayu.

Keterangan gambar : (fl : *flower*; fr : *fruit*; l : *leaves*).

(sumber : [google.com/images](http://google.com/images))

Kacang kayu memiliki daun dengan tiga helai daun per tangkai, berwarna hijau, dan hijau keabu-abuan ketika masih muda dengan rambut halus dipermukaan bawahnya. Bunganya simetris bilateral dengan bentuk menyerupai lonceng, berwarna kuning dengan garis merah atau coklat kemerahan pada bagian luarnya, umumnya berpasangan, dan tumbuh pada percabangan ketiak daun. Lama perkecambahan sekitar 2-3 minggu setelah benih ditanam. Pertumbuhan vegetatif berlangsung sekitar 2-3 bulan, dan peningkatan pertumbuhan terjadi setelah itu. Akar kacang kayu berupa akar tunjang yang mencapai kedalaman hingga 2 m, dengan percabangan akar-akar halus disekelilingnya. Sistem perakaran ini membantu tanaman kacang kayu dalam penyerapan air dan unsur hara lainnya (Valenzuela *et al.*, 2002). Buah kacang kayu ditutupi oleh kulit buah yang membentuk katup, dengan panjang 5-9 cm, dengan rambut halus dipermukaan katupnya, dan bergerombol (NRCS, 2012).

Tanaman kacang kayu merupakan sumber nitrogen yang baik, sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan meningkatkan kesuburan tanah. Tanaman ini mampu hidup pada tanah dengan tingkat kesuburan rendah, maupun kondisi kekeringan. Kacang kayu dapat tumbuh pada berbagai tekstur tanah, baik dari tanah berpasir hingga tanah liat. Tumbuh optimum pada kisaran pH 5-7, namun juga dapat tumbuh pada kisaran pH 4,5-8,4. Tumbuh baik di tempat panas dengan temperatur 18-30<sup>0</sup>C, dengan iklim yang lembab, tumbuh subur pada curah hujan tahunan 600-1000 mm (Valenzuela *et al.*, 2002). Tabel 2.1, menjelaskan tentang perbedaan kandungan nutrisi biji kacang kayu, sedangkan Tabel 2.2, menjelaskan tentang perbandingan nutrisi pada tempe berbahan baku kedelai serta tempe berbahan baku campuran kedelai dan kacang kayu.

Tabel 2.1 Distribusi Nutrisi pada Biji Kacang Kayu

Kandungan unsur	Biji muda	Biji tua (masak)
Protein (%)	21,0	18,8
Protein yang tercerna (%)	66,8	58,5
Tripsin inhibitor (unit mg <sup>-1</sup> )	2,8	9,9
Kandungan amilum (%)	48,4	53,0
Amilum yang tercerna (%)	53,0	36,2
Amilase inhibitor (unit mg <sup>-1</sup> )	17,3	26,9
Gula terlarut (%)	5,1	3,1
Serat kasar (%)	8,2	6,6
Lemak (%)	2,3	1,9
Kalsium	94,6	120,8
Magnesium	113,7	122,0
Tembaga	1,4	1,3
Besi	4,6	3,9
Seng	2,5	2,3

(Saxena *et al.*, 2010)

Tabel 2.2 Komposisi Nutrisi pada Kedelai, Kacang Gude (Kacang Kayu), serta Tempe

Komponen	Bahan baku		Tempe	
	Kedelai	Gude	Kedelai	Kedelai-gude
Protein (%)	41,2	23,2	17,8	16,5
Lemak (%)	51,9	1,5	5,7	4,7
Karbohidrat (%)	29,3	62,0	8,8	6,8
Air (%)	9,1	9,4	67,0	71,5

(Haliza *et al.*, 2007)

### 2.3 Jenis-jenis Mikoriza

Berdasarkan struktur tubuh dan cara infeksi terhadap tanaman inang, mikoriza dapat digolongkan menjadi :

- a. Endomikoriza, yaitu asosiasi cendawan dari Zygomycetes (Glomales). Jaringan hifa yang masuk ke dalam sel korteks akar mampu membentuk struktur yang berbentuk oval yang disebut *vesicle* yang berfungsi sebagai organ penyimpan makanan, pembentukan vesikel diawali dengan adanya perkembangan sitoplasma hifa yang menjadi lebih padat, multinukleat dan mengandung partikel lipid dan glikogen (Handayanto *et al.*, 2007). Struktur khusus lainnya berupa percabangan hifa yang disebut *arbuscule* yang berfungsi sebagai tempat pertukaran nutrisi antara tanaman inang dengan cendawan (Sastrahidayat, 2011).

Hifa eksternal merupakan struktur lain dari endomikoriza 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. Spora merupakan propagul yang bertahan hidup dibandingkan dengan hifa yang ada di dalam akar tanah. Spora terdapat pada

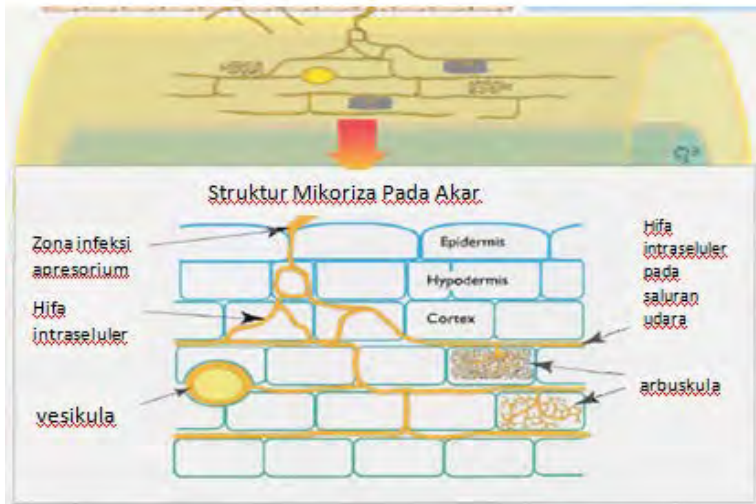


ujung hifa eksternal dan dapat hidup selama berbulan-bulan, bahkan bertahun-tahun (Brundrett *et al.*, 1996).

- b. Ektomikoriza (ECM), yaitu asosiasi cendawan dari Basidiomycetes dan jamur lainnya yang membentuk jaringan hifa seperti mantel pada akar lateral (*fungus sheat*). Jaringan hifa tidak sampai masuk ke dalam sel, tetapi berkembang di antara sel korteks akar membentuk struktur menyerupai jala (*net*) yang disebut dengan *hartignet*. Akar yang terinfeksi ektomikoriza umumnya membesar dan bercabang serta tidak adanya rambut akar (Sastrahidayat, 2011). Ektomikoriza banyak dijumpai pada tumbuhan Angiospermae maupun Gymnospermae (Simarmata, 2007).

### 2.3.1 Mikoriza vesikula arbuskular (MVA)

Mikoriza sesungguhnya berasal dari bahasa Yunani yaitu *Mykes* yang artinya cendawan, dan *Rhiza* artinya akar, sehingga secara harfiah berarti cendawan akar. Cendawan MVA pertama kali ditemukan oleh botanis Jerman yaitu Frank tahun 1855 pada akar pepohonan hutan yang menunjukkan adanya asosiasi simbiotik. Seperti yang tertera dalam Gunawan, (1994), istilah mikoriza vesikular arbuskular (MVA) digunakan karena semua cendawan dari jenis cendawan ordo *glomales* dapat membentuk struktur arbuskular dalam asosiasinya dengan akar dan hanya sebagian saja yang dapat membentuk vesikular. Delvian, (2003) berpendapat bahwa keberadaan arbuskula dan vesikula sangat penting untuk mengidentifikasi bahwa telah terjadi infeksi pada akar tanaman. Gambar 2.3 menjelaskan mengenai struktur mikoriza pada akar tanaman, dimana terdapat apresorium, hifa intraseluler, vesikula, serta arbuskula. Cendawan ini menginfeksi tanaman dengan membentuk spora. Spora yang dihasilkan akan tumbuh dan berkembang menjadi arbuskul, vesikula, miselium internal dan eksternal dalam jaringan korteks, dengan apresoria sebagai alat infeksi.



Gambar 2.3 Struktur Mikoriza dalam Akar Tanaman .

(Brundrett *et al.*, 1996)

Cendawan mikoriza merupakan cendawan obligat, dimana kelangsungan hidupnya berasosiasi dengan akar tanaman. Cendawan mikoriza dapat berkolonisasi dan berkembang secara simbiosis mutualisme dengan akar tanaman, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, serta membantu menekan perkembangan beberapa patogen tanah (Talanca *et al.*, 2005).

### 2.3.2 Manfaat MVA bagi tanaman

Cendawan MVA mempunyai kontribusi penting dalam kesuburan tanah dengan cara meningkatkan kemampuan tanaman dalam penyerapan unsur hara seperti fosfat, air, dan nutrisi lainnya. Menurut Adelman dan Morton dalam Talanca, (2010), infeksi MVA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kemampuannya memanfaatkan nutrisi terutama unsur P, Ca, N, Cu, Mn, K, dan Mg. Hal ini disebabkan karena kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang serapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu akar. Selanjutnya miselia cendawan MVA dapat

tumbuh dan menyebar keluar akar sekitar lebih 9 cm, dengan total panjang hifanya dapat mencapai 26-54 m/g tanah.

Akar yang bermikoriza dapat menyerap P dari larutan tanah pada konsentrasi dimana akar tanaman tidak bermikoriza, tidak dapat menjangkaunya. Hal ini disebabkan karena akar yang terinfeksi mikoriza mempunyai metabolisme energi lebih besar, sehingga aktif dalam pengambilan P pada konsentrasi  $10^{-7}$ - $10^{-6}$  didalam larutan tanah hingga menjadi  $10^{-3}$ - $10^{-2}$  didalam akar. Selain itu diameter hifa cendawan MVA sangat kecil yaitu 2-5  $\mu\text{m}$ , sehingga dengan mudah menembus pori-pori tanah yang tidak bisa ditembus oleh akar tanaman yang berdiameter 10-20  $\mu\text{m}$  (Hayman, 1983 dalam Talanca, 2010).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa MVA mempunyai peranan dalam pengendalian penyakit tanaman. Linderman, (1988) menduga bahwa mekanisme perlindungan MVA terhadap patogen berlangsung sbb : 1). Cendawan MVA memanfaatkan karbohidrat lebih banyak dari akar sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar, sehingga patogen tidak dapat berkembang. 2). Terbentuknya substansi yang bersifat antibiotik yang disekresikan untuk menghambat perkembangan patogen. 3). Memacu perkembangan mikroba saprofit disekitar perakaran (rhizosfer).

Cendawan MVA dapat pula bersimbiosis dengan akar tanaman inang, dan mempunyai pengaruh yang luas terhadap mikroorganisme yang bersifat patogen. Akar tanaman inang yang terinfeksi MVA mempunyai eksudat akar yang berbeda dengan eksudat akar yang tidak terinfeksi MVA. Perubahan eksudat akar tanaman inang mempengaruhi perubahan dalam rhizosfer yang mengakibatkan meningkatnya ketahanannya, sehingga terhindar dari serangan patogen. Ketahanan ini lebih meningkat karena adanya produksi antibiotik dari MVA. Infeksi MVA pada akar tanaman kedelai dapat merangsang terbentuknya senyawa *isoflavonoid*, yang mengakibatkan meningkatnya ketahanan tanaman dari serangan cendawan patogen dan nematoda (Talanca, 2010).

### **2.3.3 Proses infeksi mikoriza pada tanaman**

Menurut Talanca, (2010) terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman melalui beberapa tahap, yakni :

1. Pra infeksi. Spora dari mikoriza berkecambah membentuk appressoria.
2. Infeksi. Dengan alat apressoria melakukan penetrasi pada akar tanaman.
3. Pasca infeksi. Setelah penetrasi pada akar, maka hifa tumbuh secara interselluler, arbuskula terbentuk didalam sel saat setelah penetrasi. Arbuskula percabangannya lebih kuat dari hifa setelah penetrasi pada dinding sel. Pada saat pembentukan arbuskula, beberapa cendawan mikoriza membentuk vesikel pada bagian interselluler, dimana vesikel merupakan pembengkakan pada bagian apikal atau interkalar dan hifa.
4. Perluasan infeksi cendawan mikoriza dalam akar terdapat tiga fase:
  - a. Fase awal dimana saat infeksi primer.
  - b. Fase eksponensial, dimana penyebaran, dan pertumbuhannya dalam akar lebih cepat.
  - c. Fase setelah dimana pertumbuhan akar dan mikoriza sama.
5. Setelah terjadi infeksi primer dan fase awal, pertumbuhan hifa keluar dari akar dan di dalam rhizosfer tanah. Pada bagian ini struktur cendawan disebut hifa eksternal yang berfungsi dalam penyerapan larutan nutrisi dalam tanah, dan sebagai alat transportasi nutrisi ke akar, hifaeksternal tidak berseptata dan membentuk percabangan dikotom.

### **2.3.4 Faktor yang mempengaruhi keberadaan mikoriza**

Keberadaan spora mikoriza menurut Sastrahidayat, (2011) dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti :

1. Cahaya  
Adanya naungan yang berlebihan terutama untuk tanaman yang senang cahaya dapat mengurangi infeksi akar dan produksi spora, selain itu respon tanaman

terhadap fungi mikoriza akan berkurang. Hal ini disebabkan adanya hambatan pertumbuhan dan perkembangan internal hifa dalam akar yang berakibat terbatasnya perkembangan eksternal hifa pada rizosfer.

2. Suhu

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. Suhu terbaik untuk perkembangan mikoriza yakni pada suhu 30°C tetapi untuk koloni miselia terbaik berada pada suhu 28-35°C.

3. Kandungan air tanah

Kandungan air tanah dapat berpengaruh baik secara langsung atau tidak langsung terhadap infeksi dan pertumbuhan fungi mikoriza. Daniels dan Trappe (1980) menggunakan *Glomus epigaeum* dikecambahkan pada lempung berdebu pada berbagai kandungan air. *Glomus epigaeum* ternyata berkecambah paling baik pada kandungan air di antara kapasitas lapang dan kandungan air jenuh.

4. pH Tanah

Fungi mikoriza pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Meskipun demikian adaptasi spesies fungi mikoriza terhadap pH tanah berbeda-beda karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan, dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman.

5. Bahan organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen dalam tanah yang penting disamping air dan udara. Jumlah spora MVA berhubungan erat dengan kandungan bahan organik dalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah yang mengandung bahan organik 1-2%

sedangkan pada tanah dengan bahan organik kurang dari 0,5% kandungan spora sangat rendah.

6. Logam berat dan unsur lain

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.

#### 2.4 Mikoriza Sebagai Biofertilizer

Biofertilizer adalah pupuk hayati yang memanfaatkan mikroorganisme hidup yang mampu memfiksasi nitrogen, menambang P (fosfor), atau berfungsi sebagai dekomposer (Deshmukh *et al.*, 2007). Mikroba seperti cendawan mikoriza telah diketahui dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman. Cendawan ini mampu berperan sebagai biofertilizer, bioprotektor, dan bioregulator yang menjadikannya sebagai agen biologi yang bersifat ramah lingkungan. Adanya fungi mikoriza sangat penting bagi ketersediaan unsur hara seperti P, Mg, K, Fe dan Mn untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini terjadi melalui pembentukan hifa pada permukaan akar yang berfungsi sebagai perpanjangan akar terutama di daerah yang kondisinya miskin unsur hara, pH rendah dan kurang air (Lakitan, 2001). Selain itu, fungi mikoriza juga membantu penyerapan unsur nitrogen dalam bentuk asam amino arginin untuk kemudian ditransfer ke tanaman berupa nitrat ( $\text{NO}_3$ ) (Hairu dan Xiangyan, 2012).

Interaksi antara cendawan mikoriza dengan tanaman inangnya bersifat mutualistik, yaitu saling menguntungkan bagi kedua belah pihak. Asosiasi ini memberi manfaat yang sangat besar bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung,

cendawan mikoriza berperan dalam perbaikan struktur tanah, serta meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk. Sedangkan secara langsung, cendawan mikoriza dapat meningkatkan serapan air dan hara, serta melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik (Brundett *et al.*, 1996). Kontribusi mikoriza dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan zona eksploitasi perakaran hingga 10-20 kali sehingga suplai hara bagi tanaman meningkat dengan signifikan.
2. Memperluas bidang kontak perakaran dan meningkatkan kemampuan menyerap hara dan air di dalam tanah dengan signifikan.
3. Meningkatkan kelarutan dan ketersediaan hara, khususnya hara yang tidak atau sukar larut dalam tanah (P) sehingga tersedia bagi tanaman. Akar bermikoriza pada lahan masam mampu mensuplai hara tanaman dengan baik sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik.
4. Kolonisasi mikoriza (CMA atau Ektomikoriza) pada akar berperan sebagai penghalang biologi (*bioprotection*) terhadap infeksi patogen akar (jamur dan nematoda).
5. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan kelembaban yang ekstrim (cekaman air). Hifa mikoriza mampu menembus pori mikro dan mengambil air walaupun dalam jumlah yang relatif sedikit.
6. Meningkatkan produksi fitohormon dan zat pengatur tumbuh lainnya seperti auksin, sitokinin dan giberelin di rhizosfer.
7. Mikoriza dapat mengubah arsitektur perakaran sehingga lebih efisien dalam memanfaatkan berbagai faktor tumbuh.
8. Jaringan hifa pada perakaran meningkatkan ketahanan tanaman dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan tumbuh sehingga tanaman tumbuh lebih baik.

9. Meningkatkan toleransi tanaman terhadap senyawa atau unsur logam berat dalam tanah.
10. Berperan dalam transformasi unsur hara (proses biogeokimia) di dalam tanah, yaitu melalui proses mineralisasi maupun dekomposisi berbagai senyawa organik.

Menurut Manungkalit *dalam* Margarettha, (2010) dosis mikoriza yang dianjurkan dalam budidaya tanaman jagung adalah sebanyak 50 g spora/plot, selain itu menurut Zulaikha dan Gunawan *dalam* Hapsari, (2012) dosis mikrofer yang digunakan untuk mengganti pupuk hayati sebagai biofertilizer adalah 2 g/polybag dengan 50 spora/g sedangkan untuk mikoriza indigenous adalah 28 g/polybag dengan 3 spora/g.



## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2013 sampai Juni 2014 di Laboratorium Botani dan Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS Surabaya. Pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan pertanian desa Cabbiya, Kecamatan Talango Kabupaten Sumenep, Madura. Pada Gambar 3.4, garis putus-putus berwarna putih menunjukkan lokasi desa Cabbiya pada pulau Poteran, sedangkan letak pengambilan sampel tanah dilakukan pada koordinat S 07°05'17.8" dan E 113°59'14.8".



Gambar 3.4 Desa Cabbiya, Poteran, Sumenep Madura.

(sumber : google.com/maps)

### **3.2 Alat, Bahan, dan Cara Kerja**

#### **3.2.1. Pengambilan sampel tanah**

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel antara lain cetok, plastik, meteran jahit, dan GPS (*Global Positioning System*). Metode pengambilan sampel tanah untuk isolasi mikoriza dilakukan secara komposit, yaitu mengambil sampel tanah dari titik diagonalnya sebanyak 5 titik. Sampel tanah diambil sebanyak  $\pm 1$  kg dengan kedalaman 0 cm hingga

perakaran akar tanaman (Nurhidayati *et al.*, 2010). Sampel tanah dimasukkan dalam plastik yang telah ditandai dan disimpan di laboratorium untuk dianalisa lebih lanjut. Analisa pH tanah diukur dengan menggunakan pH meter di Labrotarium Botani ITS. Sedangkan kandungan C-organik, N, P, K, dan kadar air diuji di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.

### **3.2.2 Isolasi mikoriza**

Isolasi mikoriza dilakukan di Laboratorium Botani Biologi ITS Surabaya menggunakan teknik penyaringan basah. Tanah yang diambil dari perakaran kacang kayu sebanyak  $\pm 100$  g dimasukkan kedalam wadah berisi air sebanyak 500 ml, diaduk sampai homogen. Kemudian didiamkan selama beberapa menit dan suspensinya dituangkan ke saringan bertingkat dengan diameter lubang berturut-turut dari atas ke bawah adalah 0,600; 0,180; 0,075; 0,063 dan 0,038 mm. Untuk mencegah penyumbatan lubang saringan, dilakukan penyemprotan dengan air bersih ke permukaan saringan. Bahan yang tertinggal disaringan 0,063 dan 0,038 mm disemprot dengan air bersih, air hasil saringan kemudian dituangkan dalam tabung *sentrifuge* sebanyak 7 ml dan ditambahkan larutan sukrosa 60% hingga mencapai volume 14 ml. Dilakukan sentrifugasi selama 7 menit dengan putaran 2000 rpm. Setelah itu filtrat dituang kedalam saringan dengan *mesh size* 0,038 mm. Dilakukan penyemprotan kembali dengan aquades kemudian dituang hasil saringan ke dalam botol vial untuk selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah spora (Daniel dan Skiper *dalam* Puspitasari, 2012).

### **3.2.3 Identifikasi mikoriza**

Identifikasi mikoriza dilakukan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x (Charoenpakdee *et al.*, 2010). Dengan bantuan mikroskop dan *camera digital*, spora yang teramati kemudian dikelompokkan berdasarkan karakter morfologinya meliputi bentuk, warna, serta ornamen spora. Identifikasi mikoriza dilakukan dengan menggunakan buku panduan "*Working with Mycorrhizas in Forestry and*

*Agriculture*” (Brundrett *et al.*, 1996) serta dipertegas dengan menggunakan *website* INVAM (<http://www.invam.caf.wvu.edu>).

**a. Bentuk spora**

Bentuk spora jamur glomalean kebanyakan berbentuk bulat, tetapi beberapa spesies memiliki spora yang oval, lonjong, atau terkadang berbentuk lain. Hifa yang tetap melekat pada spora dapat berbentuk silinder, kerucut atau bengkak dan beberapa spora telah bercabang. Lapisan spora dewasa dapat tersumbat oleh dinding lapisan atau bahan lain.

**b. Warna spora**

Warna spora yang bervariasi dapat digunakan untuk membantu mengidentifikasi spora. Hal ini penting dalam menggunakan sumber cahaya yang sama (siang hari, malam hari, dll) untuk menerangi subjek dan warna spora.

**c. Ornamen spora**

Terdapat beberapa ornamen seperti lubang, duri, papila, maupun retikula sehingga mempermudah dalam pengidentifikasian hingga tingkat genus.

(Brundrett *et al.*, 1996)

**3.2.4 Trapping (pemerangkapan mikoriza)**

Teknik pemerangkapan yang digunakan mengikuti metode Brundett *et al.*, (1996) dengan menggunakan polybag kecil. Media tanam yang digunakan berupa campuran contoh tanah sebanyak  $\pm 50$  g dan batuan zeolit berukuran 1-2 mm sebanyak  $\pm 150$  g yang sebelumnya sudah disterilkan. Teknik pengisian media tanam dalam pot adalah pot kultur diisi dengan zeolit sampai setengah volume pot, dimasukkan contoh tanah, dan kemudian ditutup dengan zeolit lagi sehingga media tanam tersusun atas zeolit-contoh tanah-zeolit.

Benih jagung (*Zea mays*) yang digunakan sebagai tanaman inang terlebih dahulu dikedambahkan selama 7 hari atau sampai tumbuh 2 helai daun, selanjutnya kecambah dipindahkan ke dalam pot-pot kultur. Pemeliharaan kultur meliputi penyiraman, pemberian hara dan pengendalian hama penyakit. Larutan hara yang digunakan adalah pupuk majemuk NPK

(dengan kandungan 18-18-18) dengan konsentrasi 2 g/liter air. Pemberian larutan hara dilakukan seminggu sekali sebanyak 20 ml tiap pot kultur (Hartoyo, 2011). Pada tahap *stressing* dilakukan penghentian penyiraman selama 1 bulan (pada bulan ketiga penanaman) dan topping. Topping atau pemotongan bagian atas tanaman inang dilakukan dengan hanya menyisakan batang bawah  $\pm \frac{1}{4}$  nya. Setelah tanaman berumur  $\pm$  tiga bulan dilakukan pemanenan. Pemanenan dilakukan dengan cara membongkar tanaman inang dan mengambil bagian akarnya. Akar lalu dipotong kecil-kecil ( $\pm$  0,5 cm) dan dicampur dengan media tanamnya. Selanjutnya kemas mikoriza beserta media tanamnya dalam kantong plastik dan siap untuk diaplikasikan sebagai pupuk hayati (BPTH Jawa dan Madura, 2006).

### **3.2.5 Uji viabilitas mikoriza**

Uji viabilitas inokulum dilakukan dengan metode MPN seri 5. Inokulum mikoriza diambil sebanyak 500 g dan diletakkan dalam polibag. Dilakukan seri pengenceran  $10^{-1}$  dengan cara diambil sebanyak 50 g inokulum mikoriza dan diinokulasikan ke dalam 450 g tanah steril, selanjutnya dilakukan hal yang sama sampai pengenceran  $10^{-3}$ , masing-masing pengenceran diulang sebanyak 5 kali. Kemudian di atasnya ditumbuhkan tanaman jagung, setelah  $\pm$  1 bulan tanaman jagung diambil dari media tanam dan dibersihkan perakarannya dari tanah. Selanjutnya dilakukan pengamatan persentase infeksi akar dengan menggunakan mikroskop, dilakukan perhitungan infeksi akar pada tiap pengenceran, dan dihitung jumlah spora per gram tanah menggunakan tabel MPN Goldman, (2009) (Utobo, 2011).

### **3.2.6 Uji efektifitas mikoriza pada tanaman kacang kayu**

Media tanam berupa tanah yang telah disterilkan dengan autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit pada tekanan 1 atm. Tanah steril dan inokulum mikoriza diinokulasikan secara bersamaan pada media tanam dengan cara dimasukkan di dalam lubang dengan kedalaman 2-3 cm menggunakan sekop kecil. Lubang tersebut kemudian ditutup kembali dengan tanah. Selanjutnya, dimasukkan benih kacang kayu berumur 7-10 hari

sedalam 1 cm dari atas permukaan tanah pada lubang yang sama ketika mikoriza dimasukkan (Sastrahidayat, 2011). Dosis yang digunakan untuk inokulum mikoriza adalah 32 spora/g tanah, sehingga rancangan percobaan yang dilakukan sebanyak 6 macam yaitu kontrol negatif (tanpa pemberian mikoriza), kontrol positif dengan penambahan mikofer 20 g (4 spora/g tanah), pemberian propagul mikoriza 25 g, 50 g, 75 g dan 100 g (32 spora/g tanah), masing-masing perlakuan di ulang sebanyak 4 kali. Penanaman dilakukan selama  $\pm$  2 bulan.

### **3.2.7 Parameter pengamatan**

#### **3.2.7.1 Biomassa tanaman**

Pengamatan biomassa tanaman dilakukan setelah selesai pemanenan ( $\pm$  2 bulan setelah masa tanam). Tanaman kacang kayu ditimbang berat basahanya, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 65°C selama tiga hari untuk bagian daun, sedangkan bagian akar dan batang dikeringkan selama lima hari. Berat kering tanaman tersebut yang digunakan sebagai nilai biomassa (Hapsari, 2012).

#### **3.2.7.2 Perhitungan persen infeksi akar**

Akar tanaman dibersihkan dan dipotong sepanjang 1 cm menggunakan *scalpel*. Potongan akar kemudian dicuci dengan air dan dimasukkan ke dalam tabung film lalu ditambahkan KOH 10%. Potongan akar selanjutnya dipanaskan dalam oven pada suhu 95°C selama 60 menit, lalu sisa KOH dibuang dan diberi penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Potongan akar yang telah diberi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> selanjutnya dibilas dengan air, kemudian direndam dalam HCl 5% selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan *lactophenol tryphan blue* (LTB) dan dipanaskan dalam oven 85°C selama 30 menit. Setelah pemanasan tersebut, potongan akar dibilas dengan air, kemudian ditambahkan *lactogliserol* yang hanya dibilaskan saja (Sastrahidayat, 2011).

Potongan akar disusun pada kaca preparat kemudian ditetesi larutan *lactogliserol* dan ditutup dengan kaca penutup. Pemilihan potongan akar dilakukan secara acak sebanyak 10 potongan. Preparat ini kemudian diamati menggunakan

mikroskop. Persen infeksi mikoriza dihitung dari jumlah akar yang terinfeksi dari 10 potongan akar yang diamati. Akar yang terinfeksi mikoriza ditandai dengan adanya vesikel atau arbuskula dalam korteks akar tanaman. Mikoriza dikatakan *viabile* jika mempunyai persentase infeksi sebesar 50%. Persen infeksi mikoriza dihitung berdasarkan rumus :

$$\% \text{ infeksi} = \frac{\Sigma \text{ akar yang terinfeksi}}{\Sigma \text{ seluruh akar}} \times 100\%$$

(Alkareji, 2008)

### 3.3 Rancangan Percobaan

Data hasil identifikasi mikoriza dianalisa dengan menggunakan metode deskriptif, sedangkan data hasil uji efektifitas mikoriza terhadap tanaman kacang kayu (*Cajanus cajan*) dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan pengulangan sebanyak 4 kali, data yang diperoleh adalah biomassa tanaman.

### 3.4 Tabel Pengamatan

Tabel 3.3 Tabel Rancangan Percobaan Desa Cabbiya

Ulangan	Perlakuan						Total
	M0	MM	M1	M2	M3	M4	
1	M0 <sub>1</sub>	MM <sub>1</sub>	M1 <sub>1</sub>	M2 <sub>1</sub>	M3 <sub>1</sub>	M4 <sub>1</sub>	
2	M0 <sub>2</sub>	MM <sub>2</sub>	M1 <sub>2</sub>	M2 <sub>2</sub>	M3 <sub>2</sub>	M4 <sub>2</sub>	
3	M0 <sub>3</sub>	MM <sub>3</sub>	M1 <sub>3</sub>	M2 <sub>3</sub>	M3 <sub>3</sub>	M4 <sub>3</sub>	
4	M0 <sub>4</sub>	MM <sub>4</sub>	M1 <sub>4</sub>	M2 <sub>4</sub>	M3 <sub>4</sub>	M4 <sub>4</sub>	
Rerata							

Keterangan :

M0 : kontrol negatif (tanpa mikoriza)

MM : kontrol positif dengan penambahan mikrofer 20 g (4 spora/g tanah)

M1 : propagul mikoriza 25 g (32 spora/g tanah)

M2 : propagul mikoriza 50 g (32 spora/g tanah)

M3 : propagul mikoriza 75 g (32 spora/g tanah)

M4 : propagul mikoriza 100 g (32 spora/g tanah)

### 3.5 Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan hipotesis yang digunakan yaitu :

$H_0$  : Penambahan mikoriza dari lahan Desa Cabbiya tidak berpengaruh terhadap biomassa tanaman kacang kayu.

$H_1$  : Penambahan mikoriza dari lahan Desa Cabbiya berpengaruh terhadap biomassa tanaman kacang kayu.

Data yang diperoleh akan diuji menggunakan uji ANOVA, bila hasil yang didapatkan adalah tolak  $H_0$ , maka akan diteruskan menggunakan uji *Tukey*, masing-masing uji dilakukan dengan taraf kepercayaan 90%.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan isolasi dan identifikasi mikoriza dari lahan pertanian di Desa Cabbiya, Pulau Poteran, Sumenep Madura. Identifikasi mikoriza dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi meliputi bentuk spora, warna spora, serta ornamen yang terdapat pada spora. Kemudian dilakukan uji efektifitas mikoriza pada tanaman kacang kayu (*Cajanus cajan*) dengan mengaplikasikan inokulum mikoriza.

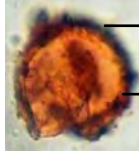

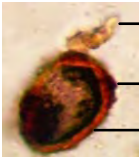

### 4.1 Identifikasi Spora Mikoriza

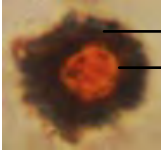



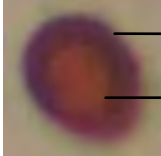

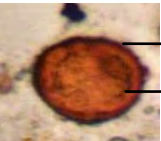



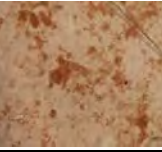

Spora mikoriza vesikula arbuskula yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari lahan pertanian di Desa Cabbiya, Pulau Poteran, Sumenep Madura, pada penelitian ini tergolong ke dalam empat genus yaitu *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, dan *Scutellospora*.

#### 4.1.1 Genus *Glomus*

Hasil identifikasi spora mikoriza genus *Glomus* disajikan pada Tabel 4.4 berikut ini.

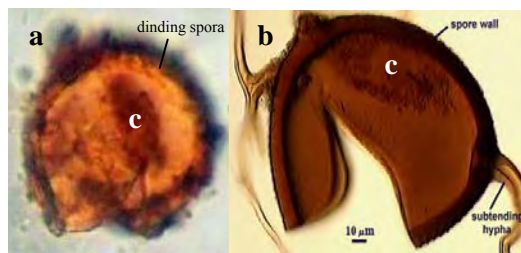
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Identifikasi Spora *Glomus*

Gambar*	Karakteristik			Jumlah/ 100 g	Genus
	Bentuk	Warna (CYM)**	Ornamen		
	Globose	 C : 0 Y : 100 M : 40	Smooth	1	<i>Glomus</i>
					
	Ovoid	 C : 20 Y : 100 M : 40	Smooth	1	<i>Glomus</i>

Gambar*	Karakteristik			Jumlah/ 100 g	Genus
	Bentuk	Warna (CYM)**	Ornamen		
	<i>Globose</i>	 C : 0 Y : 90 M : 60	<i>Smooth</i>	3	<i>Glomus</i>
	<i>Globose</i>	 C : 20 Y : 40 M : 20	<i>Smooth</i>	3	<i>Glomus</i>
	<i>Ellipsoid</i>	 C : 20 Y : 90 M : 60	<i>Smooth</i>	2	<i>Glomus</i>
	<i>Ovoid</i>	 C : 0 Y : 90 M : 60	<i>Smooth</i>	1	<i>Glomus</i>
	<i>Ovoid</i>	 C : 0 Y : 100 M : 60	<i>Smooth</i>	1	<i>Glomus</i>
	<i>Agregat Globose</i>	 C : 20 Y : 100 M : 60	<i>Smooth</i>	-	<i>Glomus</i>

Keterangan tabel : \* perbesaran 400 x, \*\* warna berdasar tingkat CYM (Cyan, Yellow, Magenta), (a) lapisan terluar dinding spora, (b) lapisan terdalam dinding spora, (c) subtending hifa.

Dari tabel hasil pengamatan, spora *Glomus* yang ditemukan rata-rata memiliki bentuk globos sampai ovoid dengan warna dinding spora kuning kecoklatan, coklat kekuningan, coklat tua, hingga kuning muda. Dinding spora terdiri atas satu hingga dua lapis dengan permukaan spora yang relatif halus, serta spora yang ditemukan ada yang melekat dengan hifa dan ada pula yang tidak. Hal ini sesuai dengan Brundrett *et al.*, (1996) bahwa spora *Glomus* dapat berbentuk globos, subglobos, ovoid, maupun obovoid dengan dinding spora terdiri atas lebih dari satu lapis. Berdasar situs INVAM, (2014) warna spora genus *Glomus* bervariasi mulai dari kuning kecoklatan, coklat kekuningan, coklat muda, hingga coklat tua kehitaman. Selain itu, spora dapat diproduksi secara tunggal maupun bergerombol membentuk agregat dan sering terlihat jelas sisa dinding hifa pada permukaan spora. Sastrahidayat, (2011) juga menyatakan bahwa genus *Glomus* memiliki dinding spora tunggal atau ganda, dan dilengkapi dengan bercak cairan minyak pada spora masak yang ukurannya beragam. Pada Gambar 4.5 b terlihat adanya dinding spora, subtending hifa, dan bercak minyak, begitu juga dengan hasil pengamatan pada Gambar 4.5 a yang menunjukkan kesamaan morfologi yakni adanya dinding spora dan bercak minyak. Akan tetapi pada gambar hasil pengamatan tidak ditemukan adanya subtending hifa.



Gambar 4.5 *Glomus* sp.

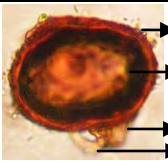

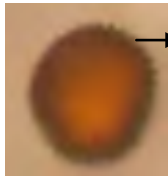
Keterangan gambar : (a) foto hasil pengamatan perbesaran 400x , (b) gambar literatur, (c) bercak cairan minyak.

(INVAM, 2014)

#### 4.1.2 Genus *Gigaspora*

Hasil identifikasi dan jumlah spora mikoriza genus *Gigaspora* disajikan pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Identifikasi Spora *Gigaspora*

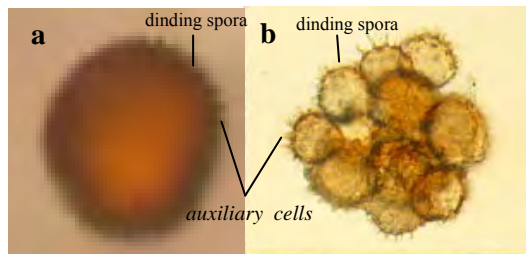
Gambar*	Karakteristik			Jumlah/ 100 g	Genus
	Bentuk	Warna (CYM)**	Ornamen		
	Ovoid	C : 0 Y : 100 M : 60	Smooth	2	<i>Gigaspora</i>
	Ovoid	C : 20 Y : 90 M : 60	Reticulate	2	<i>Gigaspora</i>
	Globose	C : 0 Y : 90 M : 40	Echinate	1	<i>Gigaspora</i>

Keterangan tabel : \*perbesaran 400 x, \*\*warna berdasar tingkat CYM (Cyan, Yellow, Magenta), (a) lapisan terluar dinding spora, (b) lapisan kedua dinding spora, (c) *bulbous suspensor*, (d) subtending hifa.

Dari tabel hasil pengamatan diatas, spora *Gigaspora* yang ditemukan pada penelitian ini memiliki karakteristik terdapat *bulbous suspensor* dan ada pula yang tidak dilengkapi dengan *bulbous suspensor*. Bentuk spora globos sampai ovoid dengan warna dinding spora coklat kekuningan, kuning kecoklatan, dan coklat tua. Dinding spora terdiri dari satu hingga dua lapis dengan permukaan dinding yang relatif halus hingga bergerigi. Hal ini sesuai dengan situs INVAM, (2014) bahwa spora pada genus

*Gigaspora* memiliki dua lapis dinding spora, serta *auxiliary cells* dengan permukaan bergerigi (*echinulate*). Karakteristik khas pada genus ini ialah memiliki *bulbous suspensor*. Spora *Gigaspora* dihasilkan secara tunggal di dalam tanah, dengan ukuran yang relatif besar dan memiliki bentuk globos atau subglobos. Warna spora pada genus ini bervariasi mulai dari kuning, kuning kehijauan, hijau kekuningan, kuning kecoklatan, hingga coklat kekuningan.

Gambar 4.6 a dibawah merupakan gambar yang didapat dari hasil pengamatan spora *Gigaspora*, terlihat adanya morfologi berupa dinding spora dengan warna spora kuning kecoklatan, serta *auxiliary cells* dengan permukaan bergerigi. Hal ini sesuai dengan Gambar 4.6 b yang menunjukkan adanya kesamaan morfologi, akan tetapi terdapat perbedaan warna spora (kuning transparan) pada gambar literatur.



Gambar 4.6 *Gigaspora* sp.

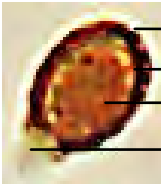



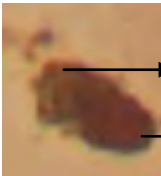

Keterangan gambar : (a) foto hasil pengamatan perbesaran 400x, (b) gambar literatur.

(INVAM, 2014)

#### 4.1.3 Genus *Acaulospora*

Spora *Acaulospora* dibentuk oleh *sporiferous saccule* yang berasal dari perluasan hifa terminal. Ketika spora telah terbentuk sempurna, isi dari *saccule* akan dipindahkan ke dalam spora, kemudian *saccule* menipis dan lama kelamaan terdegradasi. Hasil identifikasi dan jumlah spora mikoriza genus *Acaulospora* disajikan pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Identifikasi Spora *Acaulospora*

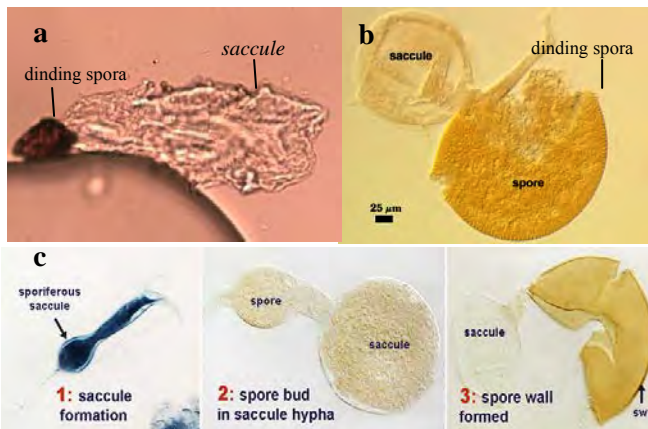
Gambar*	Karakteristik			Jumlah/ 100 g	Genus
	Bentuk	Warna (CYM)**	Ornamen		
	<i>Ellipsoid</i>	 C : 0 Y : 100 M : 40	<i>Verrucose</i>	1	<i>Acaulo- spora</i>
	<i>Amyg- daliform</i>	 C : 40 Y : 100 M : 80	<i>Smooth</i>	1	<i>Acaulo- spora</i>
	<i>Ovoid</i>	 C : 20 Y : 40 M : 80	<i>Smooth</i>	3	<i>Acaulo- spora</i>

Keterangan tabel : \* perbesaran 400 x, \*\* warna berdasar tingkat CYM (Cyan, Yellow, Magenta), (a) lapisan terluar dinding spora, (b) lapisan terdalam dinding spora, (c) *germination orb*, (d) *saccule neck*, (e) *sporiferous saccule*.

Dari tabel hasil pengamatan, spora *Acaulospora* yang ditemukan pada penelitian ini memiliki karakteristik terdapat *sporiferous saccule* berbentuk iregular dengan warna transparan, *germination orb*, serta dilengkapi dengan satu hingga dua lapis dinding spora. Bentuk spora ovoid, elipsoid, dan *amygdaliform* dengan warna dinding spora coklat kekuningan, coklat tua, hingga merah kecoklatan. Hal ini sesuai dengan situs INVAM (2014), bahwa spora *Acaulospora* memiliki bentuk globos, subglobos,

iregular, hingga elipsoid dengan dua lapis dinding spora, dinding spora terdalam dilengkapi dengan *germination orb*. Warna spora bervariasi mulai kuning, oranye kecoklatan, merah tua, hingga merah kecoklatan. Genus *Acaulospora* memiliki *saccule* yang berbentuk globos, subglobos, hingga iregular dengan warna bervariasi dari transparan, kuning, merah muda transparan, hingga putih. Menurut Sastrahidayat, (2011), seringkali *saccule* ditemukan pada spora *Acaulospora*.

Gambar 4.7 a merupakan gambar hasil pengamatan, terlihat adanya morfologi berupa dinding spora berwarna coklat tua dan *saccule* dengan warna transparan, hal ini sesuai dengan Gambar 4.7 b yang menunjukkan kesamaan morfologi. Gambar 4.7 c menggambarkan proses terbentuknya spora oleh *sporiferous saccule*.



Gambar 4.7 *Acaulospora* sp.

Keterangan gambar : (a) foto hasil pengamatan perbesaran 400x, (b) gambar literatur, (c) perkembangan spora

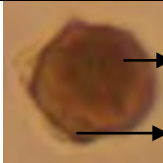

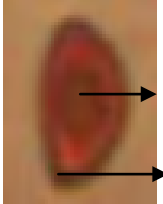

(INVAM, 2014)

#### 4.1.4 Genus *Scutellospora*

Spora *Scutellospora* umumnya ditemukan dengan atau tanpa ornamen. Memiliki dua lapis dinding spora dan dua lapis

dinding dalam yang fleksibel. Hasil identifikasi dan jumlah spora mikoriza genus *Scutellospora* disajikan pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Identifikasi Spora *Scutellospora*

Gambar *	Karakteristik			Jumlah/ 100 g	Genus
	Bentuk	Warna (CYM)**	Ornamen		
	<i>Globose</i>	 C : 40 Y : 100 M : 60	<i>Smooth</i>	2	<i>Scutello- spora</i>
	<i>Fusoid</i>	 C : 0 Y : 60 M : 60	<i>Smooth</i>	2	<i>Scutello- spora</i>

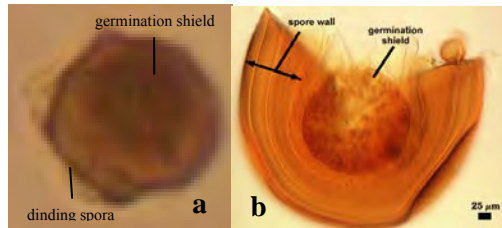
Keterangan tabel : \* perbesaran 400 x, \*\* warna berdasar tingkat CYM (Cyan, Yellow, Magenta), (a) lapisan terluar dinding spora, (b) *germination shield*.

Spora *Scutellospora* yang ditemukan pada penelitian ini memiliki karakteristik terdapat *germination shield*. Bentuk spora globos dan *fusoid*, dengan warna dinding spora coklat tua. Hal ini sesuai dengan situs INVAM (2014) bahwa spora *Scutellospora* memiliki bentuk spora globos, subglobos, elipsoid, dan terkadang iregular dengan warna dinding spora kuning hingga kecoklatan. *Scutellospora* memiliki *germination shield* yang terletak pada lapisan dinding fleksibel bagian dalam. Sastrahidayat, (2011) juga menyatakan bahwa *Scutellospora* memiliki spora tunggal, besar, dengan bentuk bulat atau agak bulat, ovoid, obovoid, *pyriform* atau iregular.

Jika dilihat pada Gambar 4.8 b, terlihat adanya dinding spora dan *germination shield*, begitu halnya dengan Gambar 4.8 a



hasil pengamatan yang menunjukkan adanya kesamaan morfologi berupa dinding spora dan *germination shield*.



Gambar 4.8 *Scutellospora* sp.

Keterangan gambar : (a) foto hasil pengamatan perbesaran 400x, (b) gambar literatur

(INVAM, 2014)

Dari hasil identifikasi diketahui bahwa spora *Glomus* lebih banyak ditemukan pada lahan pertanian Desa Cabbiya, hal ini berkaitan dengan tekstur tanah Desa Cabbiya yakni cenderung tanah lumpur berliat. Menurut Widiastuti, (1992) dalam Cahyani *et al.*, (2014), tanah dengan fraksi liat sesuai untuk perkembangan dan pertumbuhan spora *Glomus*, sedangkan genus *Gigaspora* dan *Scutellospora* lebih mendominasi pada tanah berpasir. Hal ini berkaitan dengan ukuran spora, spora *Glomus* memiliki ukuran antara 20-200 µm, relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran spora *Gigaspora* dan *Scutellospora* yang berukuran 120-130 µm.

Sastrahidayat, (2011) menyatakan bahwa keberadaan mikoriza dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, kandungan air tanah, pH tanah, bahan organik, serta logam berat dan unsur lain. Berdasarkan kriteria hasil analisis tanah (Lamp.6), desa Cabbiya memiliki kandungan pH tanah H<sub>2</sub>O (1 : 1,5) 5,96 – 7,5 (masam lemah sampai netral), P bray-1 2,14 ppm (sangat rendah), C-organik 1,39% (rendah), N total 0,20% (rendah), C/N 7 (rendah), bahan organik 2,41% (sangat rendah), dan K 0,28 me/100 g (rendah). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi, (2008) bahwa lahan pertanian di

wilayah Madura merupakan lahan kering dengan kandungan bahan organik sangat rendah. Berdasarkan hasil identifikasi, jumlah spora mikoriza per 100 g t anah di lahan pertanian Desa Cabbiya relatif sedikit pada genus *Scutellospora*, *Gigaspora*, dan *Acaulospora* jika dibandingkan dengan jumlah spora pada genus *Glomus*, hal ini menunjukkan bahwa genus *Glomus* memiliki tingkat adaptasi yang lebih tinggi.

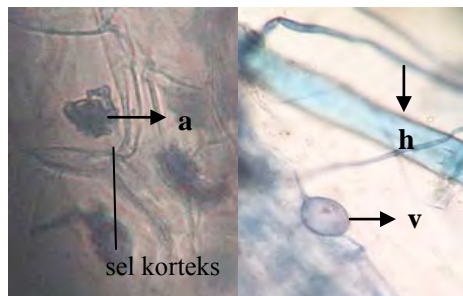
Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Muzakkir, (2011), jumlah spora dan jenis mikoriza sangat berkaitan dengan kondisi kimia tanah. Pada kisaran pH 4,4 – 5,5 maka jumlah dan jenis MVA semakin bertambah. Sastrahidayat, (2011) menyatakan bahwa umumnya mikoriza lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Akan tetapi perubahan pH pada rizosfer tanah memiliki dampak langsung terhadap kelarutan Al dalam tanah. Semakin masam pH tanah, kadar Al semakin meningkat, dan hal ini berdampak pada penurunan jumlah dan jenis MVA. Hal ini dikarenakan Al mampu menghambat perkembangan akar. Akibatnya perkembangan hifa mikoriza yang berasosiasi dengan akar tanaman ikut terhambat, sehingga menurunkan jumlah spora MVA dalam tanah.

Ketika pH tanah (4,5-8,0), P, dan C-organik meningkat, maka jumlah dan jenis MVA akan mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan pH menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap tanaman termasuk unsur P, dimana P berfungsi untuk pembelahan sel, membantu transfer energi dalam kegiatan metabolisme, sehingga pertumbuhan tanaman baik, dan akhirnya membantu perkembangan MVA. C-organik juga dapat menjamin terjadinya mineralisasi yang hasilnya dapat menyediakan unsur hara bagi simbiosis MVA dengan tanaman, selain itu bahan organik dapat menginduksi pertumbuhan hifa MVA (Muzakkir, 2011).

#### 4.2 Aplikasi Mikoriza Desa Cabbiya Pada Tanaman Kacang Kayu (*Cajanus cajan*)

Untuk mendapatkan inokulum mikoriza (propagul) yang siap dijadikan sebagai pupuk hayati (biofertilizer), terlebih dahulu perlu dilakukan perbanyakan spora mikoriza melalui teknik pemerangkapan (*trapping*) dan perhitungan jumlah spora hidup (*viable*) per gram tanah dengan cara melihat tingkat infeksi akar mikoriza yang dikorelasikan dengan metode MPN seri 5.

Adanya infeksi mikoriza pada akar dapat dilihat dengan jelas melalui pewarnaan dengan bahan kimia. Sel akar yang terinfeksi menjadi lebih besar dan mengembang tetapi tidak sampai merusak sel akar. Tanaman yang terinfeksi mikoriza umumnya membentuk struktur arbuskula maupun vesikula pada akar (Sastrahidayat, 2011). Dalam publikasinya, Panggabean (2004) menjelaskan bahwa arbuskula adalah hifa yang membentuk cabang-cabang dalam jaringan korteks, melalui arbuskula inilah terjadi pertukaran hara antara tanaman inang dengan cendawan mikoriza. Sedangkan vesikula adalah hifa yang mengalami pembengkakan pada ujungnya, vesikula mengandung banyak lemak yang kemudian akan ditransfer ke dalam sel, oleh sebab itu vesikula dipandang sebagai organ penyimpanan. Akar yang terinfeksi mikoriza dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4.9 Infeksi Mikoriza Pada Akar.

Keterangan gambar : (a) arbuskula, (h) hifa, (v) vesikula (foto hasil pengamatan perbesaran 400x)

Perhitungan persentase infeksi akar pada uji viabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Perhitungan Persentase Infeksi Akar

Ulangan ke-	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	Total % Infeksi
1	+++++	+++++	+++++	100%
	+++++	+++++	+++++	
2	+++++	+++++	+++++	100%
	+++++	+++++	+++++	
3	+++++	+++++	+++++	100%
	+++++	+++++	+++++	
4	+++++	+++++	+++++	100%
	+++++	+++++	+++++	
5	+++++	+++++	+++++	100%
	+++++	+++++	+++++	

Dari Tabel 4.8 di atas, diketahui bahwa total keseluruhan persentase infeksi akar sebesar 100%, hal ini menandakan tingkat infeksi akar tergolong kelas 5 a tau sangat tinggi. Berdasarkan tingkat infeksi akar menurut Setiadi, (1992) dalam Handani (2013), yakni :

1. Kelas 1 bila infeksi akar 0% - 5% (sangat rendah)
2. Kelas 2 bila infeksi akar 6% - 25% (rendah)
3. Kelas 3 bila infeksi akar 26% - 50% (sedang)
4. Kelas 4 bila infeksi akar 51% - 75% (tinggi)
5. Kelas 5 bila infeksi akar 76% - 100% (sangat tinggi)

Spora mikoriza yang mampu menginfeksi  $\geq 50\%$  maka dikatakan *viable* dan diberi tanda 1 (Utobo, 2011). Dilihat dari total infeksi keseluruhan yang mencapai 100% (sangat tinggi), hal ini berarti pada perlakuan  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ , dan  $10^{-3}$ , ketiganya menunjukkan hasil positif (5-5-5) sehingga jika dikorelasikan dengan nilai yang terdapat pada tabel MPN seri 5 (Goldman,

2009), didapatkan jumlah spora >1600 dalam 50 g tanah, atau setara dengan  $\pm 32$  spora/g tanah.

Setelah diketahui jumlah mikoriza *viable*, selanjutnya inokulum mikoriza diaplikasikan pada tanaman kacang kayu sesuai dosis yang telah ditentukan. Parameter utama yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif tanaman kacang kayu adalah biomassa, sedangkan parameter pendukung ialah persentase infeksi akar. Berikut ini merupakan data biomassa tanaman kacang kayu setelah dilakukan penanaman  $\pm 2$  bulan.

Tabel 4.9 Biomassa Tanaman Kacang Kayu (g)

Ulangan	M0	MM	M1	M2	M3	M4
1	0,3014	0,2488	0,2204	0,3274	0,2444	0,6642
2	0,0613	0,0412	0,2956	0,187	0,4353	0,4064
3	0,2124	0,2393	0,4177	0,249	0,6289	0,3645
4	0,1488	0,3185	0,0787	0,3504	0,2034	0,3819
Rerata	0,1809	0,2119	0,2531	0,2784	0,3159	0,4542

Keterangan :

M0 : kontrol negatif (tanpa mikoriza)

MM : kontrol positif dengan penambahan mikofer 20 g (4 spora/g tanah)

M1 : propagul mikoriza 25 g (32 spora/g tanah)

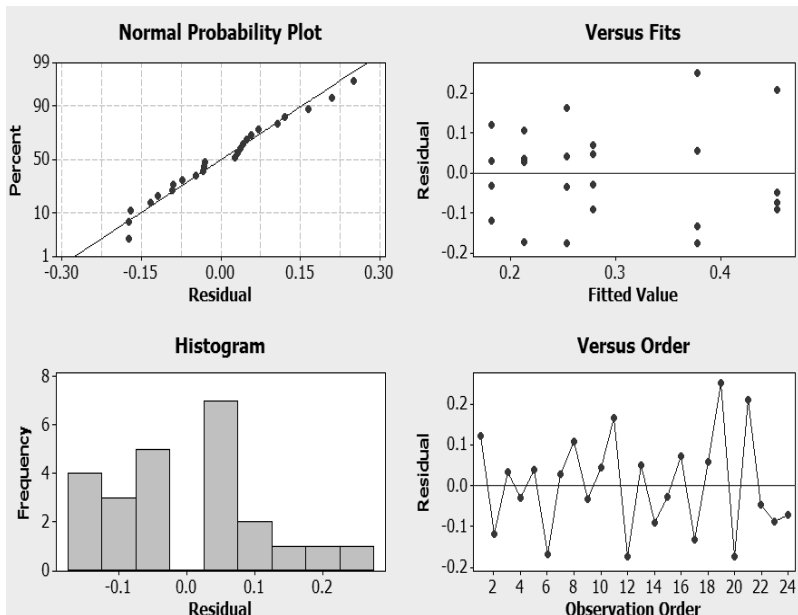
M2 : propagul mikoriza 50 g (32 spora/g tanah)

M3 : propagul mikoriza 75 g (32 spora/g tanah)

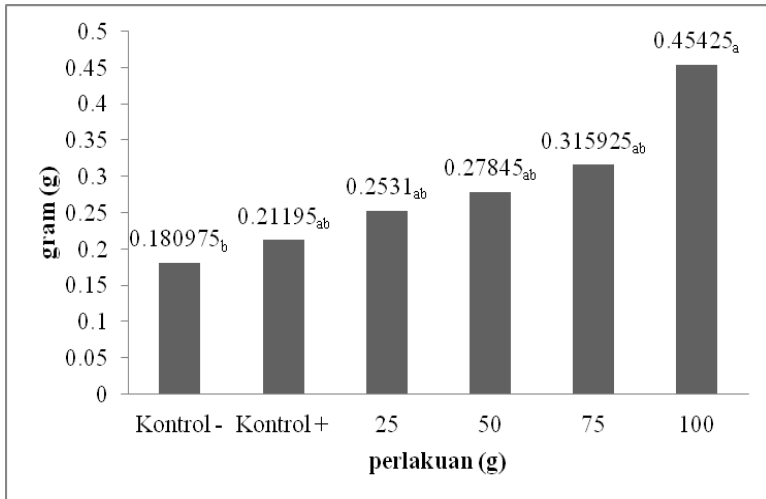
M4 : propagul mikoriza 100 g (32 spora/g tanah)

Berdasarkan hasil uji Anova yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap biomassa tanaman kacang kayu. Hal ini dapat dilihat dari nilai *P-value* yang menunjukkan nilai kurang dari  $\alpha$  (0,1) (Lamp.7), sedangkan dari grafik residual plot Anova (Gambar 4.10) diketahui bahwa nilai biomassa pada tanaman kacang kayu memenuhi standar IIDN, yakni data identik,

independen, serta terdistribusi normal. Jika dilihat dari grafik biomassa (Gambar 4.11) dapat diketahui bahwa perlakuan kontrol negatif (tanpa mikoriza) memiliki nilai biomassa terendah, sedangkan nilai biomassa tertinggi terletak pada perlakuan pemberian inokulum mikoriza 100 g. Pemberian inokulum mikoriza 100 g memiliki perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol negatif (tanpa mikoriza), sedangkan jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif (penambahan mikofer), pemberian mikoriza 25 g, 50 g, dan 75 g, menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan. Hal ini dapat dilihat dari angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menurut uji *Tukey* pada taraf kepercayaan 0,1%.



Gambar 4.10 Grafik Residual Plot Anova.



Gambar 4.11 Grafik Biomassa Tanaman Kacang Kayu.

Huruf yang sama yang ditulis di belakang angka menunjukkan tidak terdapat beda nyata pengaruh perlakuan mikoriza terhadap biomassa kacang kayu berdasarkan uji *Tukey* dengan taraf kepercayaan 90%

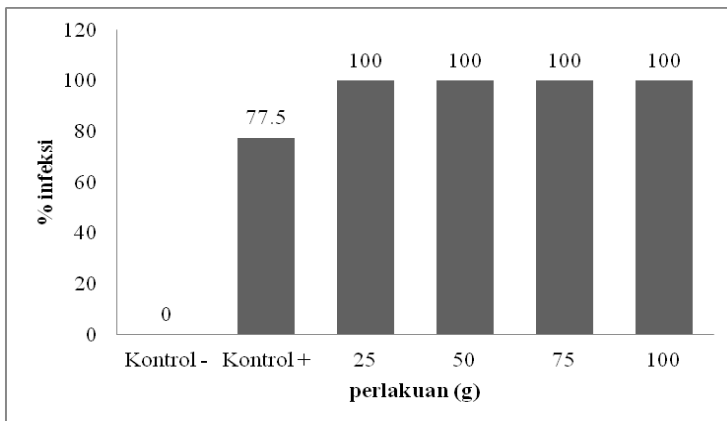
Biomassa tanaman meliputi semua bahan tanaman yang secara kasar berasal dari akumulasi penyerapan bahan organik dan unsur hara yang dihasilkan saat fotosintesis. Oleh karena kandungan air yang berbeda pada setiap tumbuhan, maka biomassa diukur berdasarkan berat kering. Secara umum ada tiga kelompok besar penyusun biomassa pada tanaman, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Glazer dan Nikaido, 2007 dalam Ambriyanto, 2010).

Nilai biomassa berkorelasi positif dengan persentase infeksi akar. Semakin besar persen infeksi akar, maka semakin besar pula nilai biomassa yang didapatkan. Menurut Idwar dan Ali, (2000), inokulasi mikoriza sangat mempengaruhi berat kering dan berat basah tanaman karena mikoriza memiliki hifa yang mampu meningkatkan penyerapan unsur hara dan air yang akan didistribusikan ke bagian batang dan daun. Muin *et al.*, (2002) dalam Leskona *et al.*, (2013) juga menyatakan bahwa simbiosis

tanaman dengan mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur hara dan air sehingga meningkatkan laju proses fotosintesis.

Pertumbuhan vegetatif sangat mempengaruhi produksi tanaman dan memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan generatif (Bahar dan Widiastoety, 1994). Fotosintesis menghasilkan karbohidrat dari  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , namun proses tersebut tidak dapat berlangsung untuk menghasilkan protein, asam nukleat dan sebagainya bila unsur N tidak tersedia (Soharno *et al.*, 2013). Dengan adanya interaksi antara mikoriza dan akar tanaman penyerapan unsur hara seperti P, Mg, K, Fe dan Mn semakin meningkat (Lakitan, 2001). Selain itu, fungi mikoriza juga membantu penyerapan air dan unsur N dalam bentuk asam amino arginin yang kemudian dirubah dalam bentuk nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan ditransfer ke tanaman inang (Hairu dan Xiangyan, 2012). Unsur hara dan air itulah yang akan digunakan oleh tanaman untuk proses metabolisme.

Dapat dilihat dari Gambar 4.12 bahwa persen infeksi akar tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan pemberian inokulum mikoriza 25 g, 50 g, 75 g, dan 100 g dan persen infeksi akar terendah (0%) terletak pada perlakuan kontrol negatif (tanpa penambahan mikoriza).



Gambar 4.12 Grafik Persentase Infeksi Akar

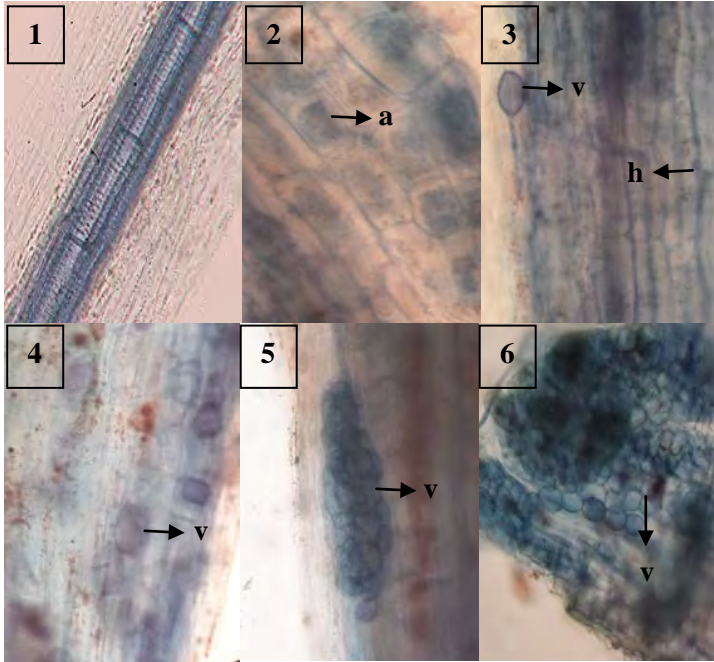


Efektifitas mikoriza dalam menginfeksi perakaran bergantung dari jenis mikoriza, jenis tanaman, dan jenis tanah serta interaksi antara ketiganya (Brundrett *et al.*, 1996). Jenis tanaman mempengaruhi perbedaan tingkat ketergantungan pada mikoriza karena terdapat tanaman tertentu yang sangat membutuhkan keberadaan mikoriza dan beberapa tanaman yang tidak membutuhkan mikoriza. Jenis mikoriza yang diberikan juga mempengaruhi kompatibilitas dari akar tanaman (Ralniyati *et al.*, 2009).

Adanya perbedaan media pembawa juga mempengaruhi tingkat infeksi mikoriza terhadap perakaran tanaman yang secara tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Media pembawa yang digunakan pada perlakuan kontrol positif (penambahan mikrofer) berupa campuran arang sekam dan jerami. Sedangkan media pembawa yang digunakan pada hasil perbanyakan (*trapping*) ialah zeolit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurbayti *et al.*, (2009) kualitas media pembawa inokulum mempengaruhi jumlah spora, persentase akar terinfeksi serta panjang akar terinfeksi. Inokulum dengan media pembawa zeolit maupun arang sekam lebih baik jika dibandingkan dengan media pembawa jerami atau campuran arang sekam dan jerami.

Dilihat dari grafik persentase infeksi akar, dapat diartikan bahwa telah terjadi kolonisasi perakaran kacang kayu oleh mikoriza. Pada pemberian inokulum mikoriza 25 g, 50 g, 75 g, dan 100 g yang mencapai tingkat infeksi 100%, terdapat perbedaan infeksi perakaran jika dilihat secara mikroskopis. Semakin besar pemberian inokulum mikoriza maka vesikula dan arbuskula yang terbentuk semakin banyak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Clark, (1997) bahwa peningkatan persentase akar terinfeksi mikoriza berhubungan dengan dosis mikoriza yang diberikan. Peningkatan jumlah inokulum mikoriza dapat meningkatkan jumlah akar terinfeksi mikoriza. Pemanfaatan mikoriza dengan dosis yang lebih besar menyebabkan akar tanaman terinfeksi lebih awal dan lebih banyak sehingga pertumbuhan tanaman bisa maksimum. Gambar 4.13 merupakan

kolonisasi perakaran kacang kayu oleh mikoriza pada masing-masing perlakuan.

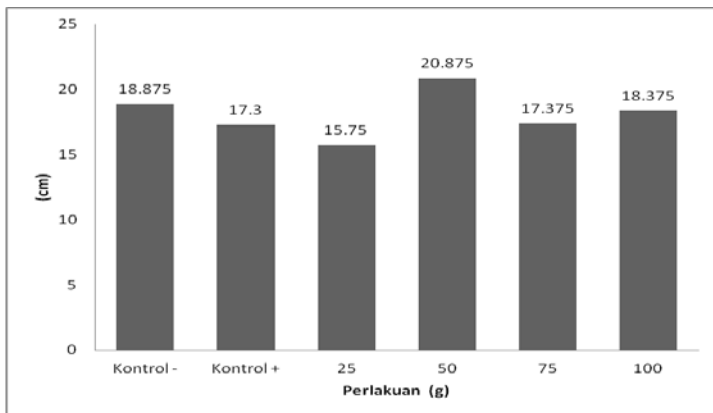


Gambar 4.13 Kolonisasi Perakaran Kacang Kayu.

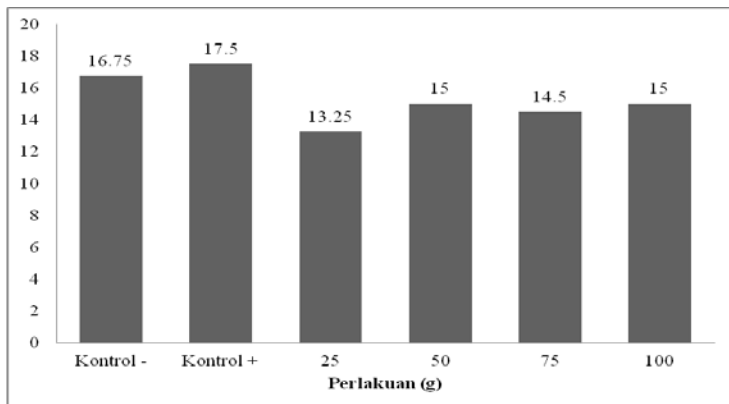
Keterangan gambar : (1) kontrol negatif, (2) kontrol positif, (3, 4, 5, 6) inokulum mikoriza 25 g, 50 g, 75 g, 100 g, (a) arbuskula, (h) hifa, (v) vesikula (foto hasil pengamatan perbesaran 400 x)

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan pemberian dosis mikoriza terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman (tinggi dan jumlah daun) dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15. Pada Gambar 4.14 pemberian inokulum mikoriza sebanyak 50 g memiliki tinggi tanaman terbesar, dan tinggi berturut-turut setelahnya ialah kontrol negatif (tanpa mikoriza), pemberian inokulum 100 g, 75 g, kontrol positif (penambahan mikrofer), dan terendah terletak pada perlakuan pemberian inokulum mikoriza

sebanyak 25 g. Sedangkan pada Gambar 4.15 diketahui jumlah daun terbanyak terletak pada perlakuan kontrol positif (dengan penambahan mikrofer), dan berturut-turut setelahnya adalah perlakuan kontrol negatif (tanpa mikoriza), pemberian inokulum 50 g dan 100 g, pemberian inokulum 75 g, dan jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan pemberian mikoriza sebesar 25 g.



Gambar 4.14 Grafik Tinggi Tanaman



Gambar 4.15 Grafik Jumlah Daun

Perbedaan tinggi tanaman dan jumlah daun pada perlakuan kontrol positif (penambahan mikofer), pemberian inokulum 25 g, 50 g, 75 g, dan 100 g di duga karena adanya perbedaan komposisi genus dan spesies mikoriza sehingga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yang berbeda pula. Pada perlakuan kontrol positif (penambahan mikofer), tidak diketahui komposisi masing-masing genus, sedangkan pada inokulum mikoriza hasil perbanyakan (*trapping*), komposisi genus yang digunakan berupa *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, dan *Scutellospora* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Perbedaan komposisi genus dan spesies menyebabkan adanya persaingan dalam pengambilan nutrisi/hara sehingga menimbulkan interaksi antagonis yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Mathur dan Vias, (2000) dalam Indriyani *et al.*, (2011) menyatakan bahwa *Glomus fasciculatum* sangat efisien dalam meningkatkan bobot kering dan efektif menyerap N, P, K jika dibandingkan dengan *Gigaspora margarita*.

Infeksi mikoriza mampu meningkatkan kemampuan akar tanaman dalam menyerap fosfor lebih banyak bila dibandingkan dengan akar tanaman yang tidak diinfeksi mikoriza. Hal ini dikarenakan mikoriza menghasilkan enzim fosfatase dan asam organik yang dapat meningkatkan jumlah fosfat yang tidak terlarut menjadi fosfat terlarut, sehingga memudahkan penyerapan fosfat oleh miselia mikoriza yang kemudian dipindahkan ke dalam jaringan tanaman. Peningkatan penyerapan fosfat ini akan diikuti oleh peningkatan penyerapan unsur-unsur lain. Hal ini bisa terjadi karena fosfat akan membentuk ATP yang sangat berguna untuk penyerapan hara mineral. Infeksi mikoriza juga mampu meningkatkan penyerapan Mg yang merupakan unsur pembentuk klorofil. Sebagai akibat lebih lanjut, akan terjadi peningkatan dari tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan produksi. Bowen, (1975) pernah menyatakan bahwa infeksi mikoriza selain dapat meningkatkan ion  $\text{NH}_4$ , K, Zn, Cu, dan S,

juga mempengaruhi hormon serta dapat mempercepat laju fotosintesis (Sastrahidayat, 2011).

Menurut Hayman, (1983) *dalam* Panggabean, (2004), ada tiga mekanisme yang terlibat sehingga mikoriza dapat meningkatkan ketersediaan dan pengambilan P, yaitu secara fisik, kimia, dan fisiologi. Secara fisik dengan cara miselium mikoriza yang berada diluar akar berfungsi untuk mengambil bahan makanan dan air. Miselium mikoriza dapat tumbuh menyebar keluar akar sehingga dapat berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan zona kekosongan (depleksi) bahan makanan terutama P disekitar akar dengan tanah. Zona ini muncul karena akar tanaman menyerap P lebih cepat dari gerakan P yang berdifusi lambat kepermukaan akar. Hal ini disebabkan kurangnya mobilitas ion-ion fosfat dalam tanah dan juga mudahnya ion-ion fosfat tersebut teradsorpsi oleh kompleks lempung. Secara kimia yakni mikoriza membantu ketersediaan sumber P tak larut seperti batuan apatit,  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{AlPO}_4$  dan kalium serta besi fitat. Diduga mikoriza dapat mendorong perubahan pH tanah melalui produk eksudat akar mikoriza berupa anion poligalakturonat, sitrat dan oksalat yang menggantikan posisi ion fosfat pada situs adsorpsi. Kemungkinan lainnya, jamur ini dapat memacu dan memproduksi enzim fitase. Sedangkan secara fisiologi, akar bermikoriza dapat menyerap P dari larutan tanah pada konsentrasi dimana akar tidak bermikoriza tidak dapat menjangkaunya. Diameter hifa jamur yang relatif kecil, yaitu 2-5 um akan mudah menembus pori-pori tanah yang tidak bisa dimasuki rambut akar yang berdiameter relatif lebih besar (10-20um). Akar bermikoriza juga mempunyai metabolisme energi lebih besar, sehingga lebih relatif dalam mengambil P pada konsentrasi  $10^{-7}$ - $10^{-6}$  didalam larutan tanah hingga menjadi  $10^{-3}$ - $10^{-2}$  didalam akar tanaman.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil identifikasi dari Desa Cabbiya, Pulau Poteran, Sumenep Madura, ditemukan empat genus mikoriza diantaranya *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, dan *Scutellospora*. Dari uji efektifitas, didapatkan nilai biomassa 0,1809 g pada perlakuan kontrol negatif (tanpa mikoriza), 0,2119 g pada perlakuan kontrol positif (penambahan mikrofer), serta berturut-turut 0,2531 g, 0,2784 g, 0,3159 g, dan 0,4542 g pada pemberian inokulum mikoriza 25 g, 50 g, 75 g, dan 100 g. Jumlah inokulum mikoriza per gram tanah yang efektif digunakan sebagai biofertilizer pada tanaman kacang kayu mencapai  $\pm 3200$  spora/100 g tanah.

#### **5.2 Saran**

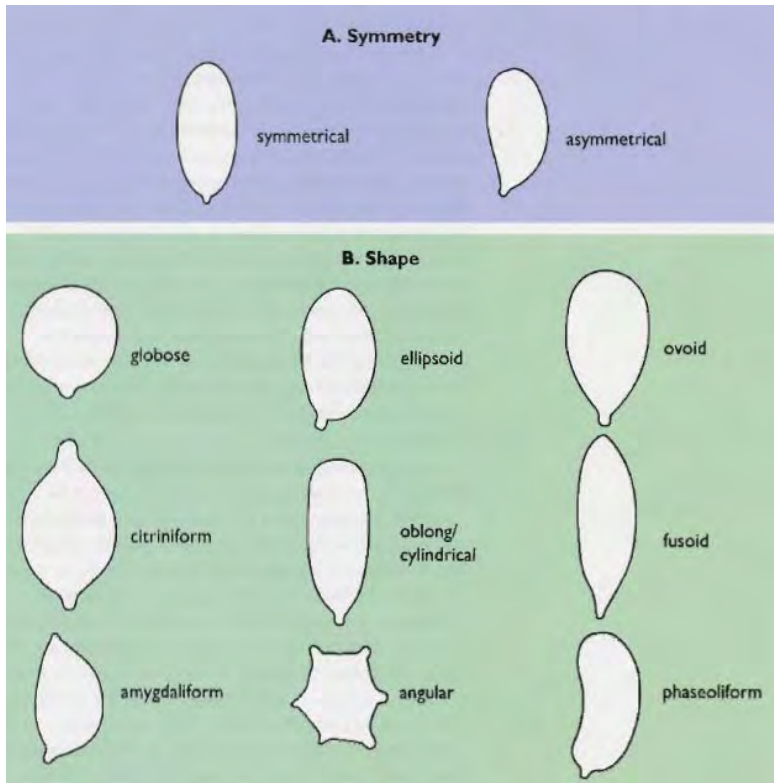
Untuk penelitian lebih lanjut, perlu dilakukan uji potensi peran masing-masing genus mikoriza yang telah ditemukan sehingga dihasilkan konsorsium biofertilizer yang efektif dalam meningkatkan produktifitas tanaman.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 : Bentuk Spora (*Spore Shape*)

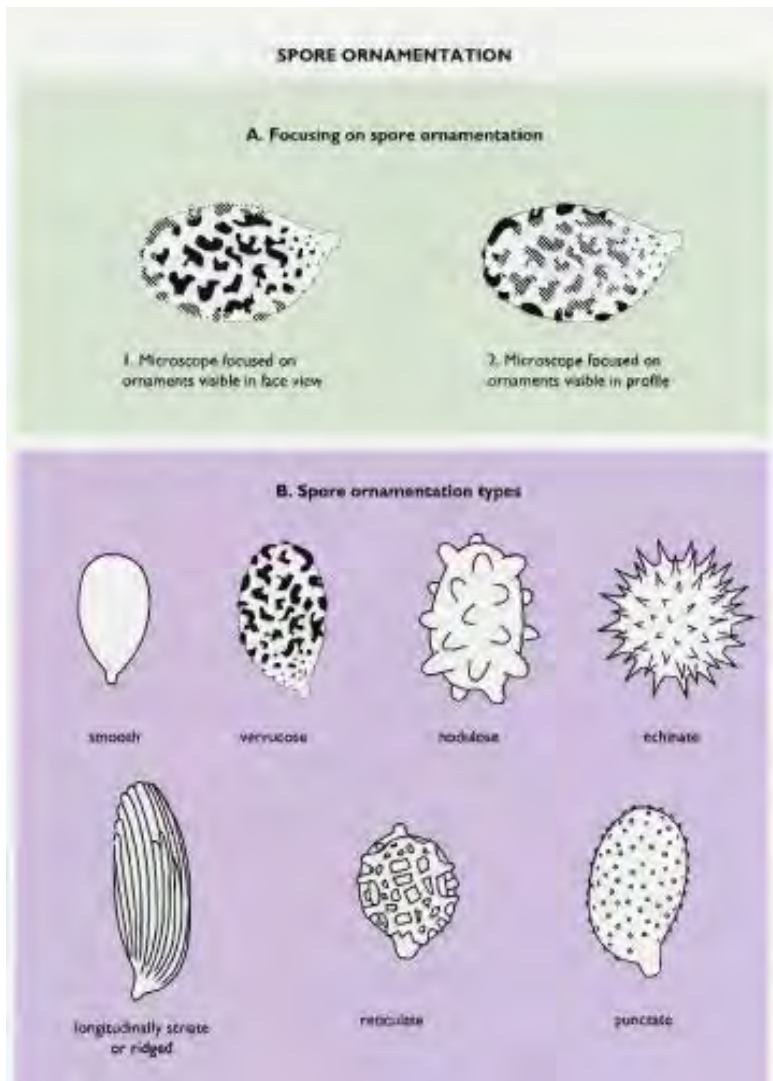


(Brundrett et al., 1996)

Lampiran 2 : Warna Spora (*Colour Chart*)

(Brundrett et al., 1996)

Lampiran 3 : Ornamen Spora (*Spore Ornamentation*)



(Brundrett et al., 1996)

## Lampiran 4 : Tabel MPN seri 5

**TABLE 2.2**  
**Five (5) Tubes Each at 0.1, 0.01, and 0.001 g Inocula and the MPNs per Gram with 95% Confidence Intervals\***

Positive Tubes			MPN/g		Conf. limit		Positive Tubes			MPN/g		Conf. limit			
0.10	0.01	0.001	Low	High	0.10	0.01	0.001	Low	High	0.10	0.01	0.001	Low	High	
0	0	0	<1.8	6.8	4	0	2	21	6.8	40	0	2	6.8	40	
0	0	1	1.8	6.8	4	0	3	25	9.8	70	0	3	9.8	70	
0	1	0	1.8	6.8	4	1	0	17	6	40	0	1	6	40	
0	1	1	3.6	30	4	1	1	21	6.8	42	0	1	6.8	42	
0	2	0	3.7	30	4	1	2	26	9.8	70	0	2	9.8	70	
0	2	1	5.5	15	4	1	3	31	10	70	0	3	10	70	
0	3	0	5.6	15	4	2	0	22	6.8	50	0	2	6.8	50	
1	0	0	2	0.1	10	4	2	1	26	9.8	70	1	2	9.8	70
1	0	1	4	0.7	10	4	2	2	32	10	70	1	2	10	70
1	0	2	6	1.8	15	4	2	3	38	14	100	1	3	14	100
1	1	0	4	0.7	12	4	3	0	27	9.9	70	1	0	9.9	70
1	1	1	6.1	1.8	15	4	3	1	33	10	70	1	1	10	70
1	1	2	8.1	3.4	22	4	3	2	39	14	100	1	2	14	100
1	2	0	6.1	1.8	15	4	4	0	34	14	100	1	0	14	100
1	2	1	8.2	3.4	22	4	4	1	40	14	100	1	1	14	100
1	3	0	8.3	3.4	22	4	4	2	47	15	120	1	2	15	120
1	3	1	10	3.5	22	4	5	0	41	14	100	1	3	14	100
1	4	0	11	3.5	22	4	5	1	48	15	120	1	4	15	120
2	0	0	4.5	0.79	15	5	0	0	23	6.8	70	2	0	6.8	70
2	0	1	6.8	1.8	15	5	0	1	31	10	70	2	1	10	70
2	0	2	9.1	3.4	22	5	0	2	48	14	100	2	2	14	100
2	1	0	6.8	1.8	17	5	0	3	58	22	150	2	3	22	150
2	1	1	9.2	3.4	22	5	1	0	33	10	100	2	1	10	100
2	1	2	12	4.1	26	5	1	1	46	14	120	2	1	14	120
2	2	0	9.3	3.4	22	5	1	2	63	22	150	2	2	22	150

1	12	4.1	36	5	1	3	84	34	220
2	14	5.9	36	5	2	0	49	15	150
0	12	4.1	36	5	2	1	70	22	170
1	14	5.9	36	5	2	2	94	34	290
0	15	5.9	36	5	2	3	120	36	280
0	7.8	2.1	11	5	2	4	150	58	400
1	11	3.5	23	5	3	0	79	22	220
2	13	5.6	35	5	3	1	130	34	280
0	11	3.5	26	5	3	2	140	52	400
1	14	5.6	36	5	3	3	180	70	400
2	17	6	36	5	3	4	210	70	400
0	14	5.7	36	5	4	0	130	36	400
1	17	6.8	40	5	4	1	170	58	400
2	20	6.8	40	5	4	2	220	70	440
0	17	6.8	40	5	4	3	280	100	710
1	21	6.8	40	5	4	4	350	100	710
2	24	9.8	70	5	4	5	430	150	1100
0	21	6.8	40	5	5	0	240	70	710
1	24	9.8	70	5	5	1	350	100	1100
0	25	9.8	70	5	5	2	540	150	1700
0	13	4.1	35	5	5	3	920	220	2600
1	17	5.9	36	5	5	4	1600	400	4600
				5	5	5	>1600	700	—

(Goldman, 2009)

## Lampiran 5 : Hasil Analisa Fisika Kimia Tanah

Plot	Kandungan	Nilai
Desa Cabbiya	C-organik	1,39 %
	N total	0,20 %
	C/N	7
	Organic matter	2,41 %
	P.Bray I	2,14 mg/kg
	K	0,28 me/100 g
	KTK	25,26 me/100 g
	pH (KCl – H <sub>2</sub> O)	5,96 – 7,5
	Jenis tanah	<i>Silty Clay Loam</i>

## Lampiran 6 : Kriteria Hasil Analisis Tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	
C -Organik (%)	< 1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	> 5,00	
Nitrogen (%)	< 0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	> 0,75	
C/N	< 5	5 - 10	11 - 15	16 - 25	> 25	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100g)	< 15	15 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray-1 (ppm)	< 4	5 - 7	8 - 10	11 - 15	>15	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm)	<5	5 - 10	11 - 15	16 - 20	>20	
K <sub>2</sub> O HCl 25% (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60	
KTK (me/100g)	< 5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40	
Susunan Kation :						
K (me/100g)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1,0	
Na (me/100g)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1,0	
Mg (me/100g)	< 0,3	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	> 8,0	
Ca (me/100g)	<2	2 - 5	6 - 10	11 - 20	> 20	
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20 - 40	41 - 60	61 - 80	>80	
Aluminium (%)	<5	5 - 10	11 - 20	21 - 40	>40	
Salinitas/DHL (ds m <sup>-1</sup> )	< 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	> 4	
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Alkalis
pH H <sub>2</sub> O	< 4,5	4,5 - 5,5	5,6- 6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	> 8,5

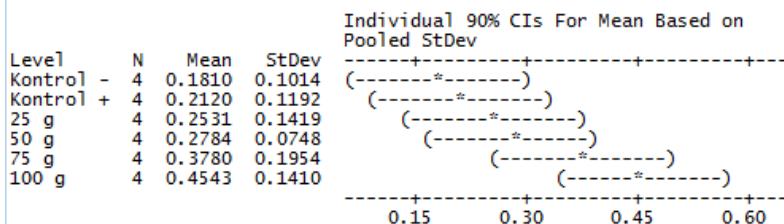
(BPT, 2005)

## Lampiran 7 : Hasil Uji Anova Biomassa

One-way ANOVA: Kontrol -, Kontrol +, 25 g, 50 g, 75 g, 100 g

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	5	0.2166	0.0433	2.40	0.078
Error	18	0.3249	0.0180		
Total	23	0.5415			

S = 0.1343 R-Sq = 40.00% R-Sq(adj) = 23.33%



Pooled StDev = 0.1343

Grouping Information Using Tukey Method

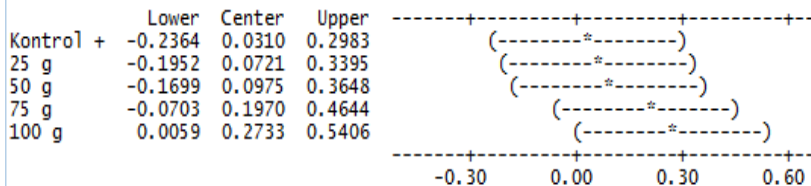
	N	Mean	Grouping
100 g	4	0.4543	A
75 g	4	0.3780	A B
50 g	4	0.2784	A B
25 g	4	0.2531	A B
Kontrol +	4	0.2120	A B
Kontrol -	4	0.1810	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 90% Simultaneous Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons

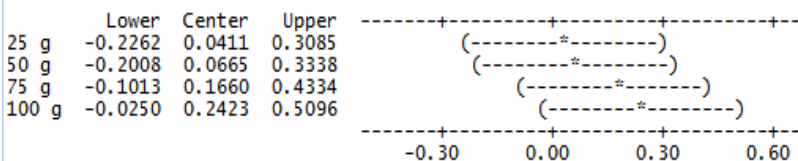
Individual confidence level = 98.85%

Kontrol - subtracted from:

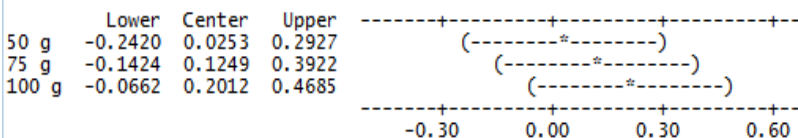




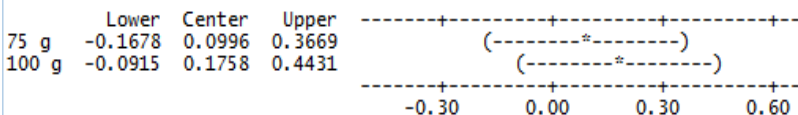
Kontrol + subtracted from:



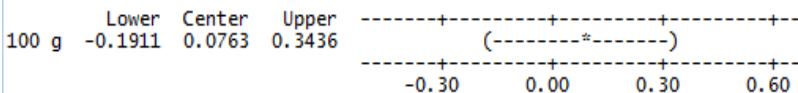
25 g subtracted from:



50 g subtracted from:

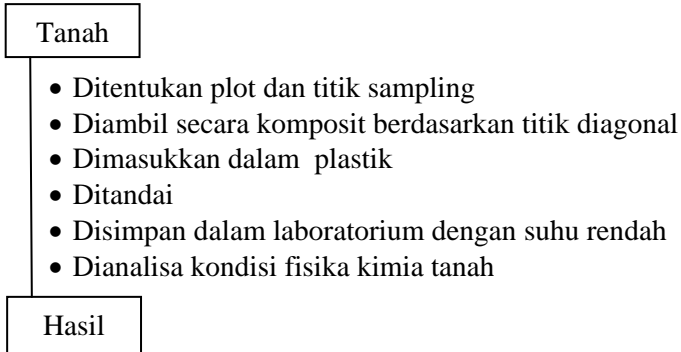


75 g subtracted from:

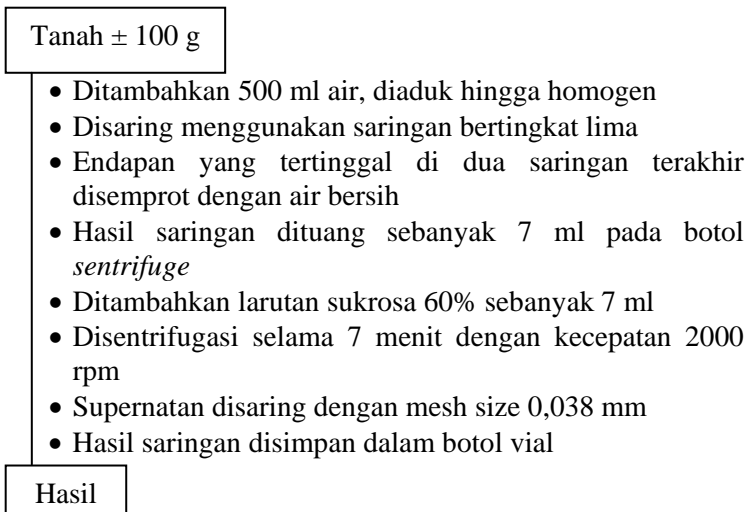


## Lampiran 8 : Skema Langkah Kerja

## A. Pengambilan Sampel Tanah



## B. Isolasi Mikoriza



### C. Identifikasi Mikoriza

#### Filtrat Hasil Saringan

- Dituang sebanyak satu tetes pada kaca objek
- Diamati dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 x
- Difoto spora yang teramati
- Dikelompokkan berdasar karakter morfologi (bentuk, warna, ornamen)
- Diidentifikasi dengan buku panduan *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture* (Brundrett *et al.*, 1996) serta dipertegas dengan *website* INVAM (<http://www.invam.caf.wvu.edu>)

Hasil

### D. Trapping (Pemerangkapan Mikoriza)

#### Benih Jagung berumur $\pm$ 7 hari

- Ditanam pada polybag dengan media tanam (25 g zeolit – 150 g tanah – 25 g zeolit)
- Disiram
- Diberi larutan hara NPK (18-18-18) dengan konsentrasi 2 g/l air sebanyak 20 ml setiap satu minggu sekali
- Setelah dua bulan penanaman, dilakukan *stressing* (tidak disiram air) dan *topping* (dipotong bagian atas tanaman) selama satu bulan
- Dilakukan pemanenan, akar dipotong kecil dan dicampur dengan media tanam

Hasil

## E. Uji Viabilitas Mikoriza

500 g Inokulum Mikoriza

- Diambil 50 g inokulum dan dicampur dengan 450 g tanah steril ( $10^{-1}$ ), dilakukan pengenceran hingga  $10^{-3}$  dengan 5 x ulangan
- Ditumbuhkan tanaman jagung selama  $\pm$  1 bulan
- Diambil tanaman dan dibersihkan perakarannya dari tanah
- Dilakukan pengamatan persentase infeksi akar
- Dihitung besar infeksi akar dan dicocokkan dengan tabel MPN seri 5 Goldman, 2009

Hasil

## F. Uji Efektifitas Mikoriza

Benih Kacang Kayu berumur  $\pm$  7 hari

- Ditanam pada polybag dengan media tanam tanah steril, tanah steril dan pupuk mikoriza, tanah steril serta inokulum mikoriza 25 g, 50 g, 75 g, dan 100 g, dengan 4 x ulangan
- Disiram dengan 50 ml air setiap hari
- Dicatat tinggi tanaman dan jumlah daun setiap satu minggu sekali
- Setelah dua bulan, diamati biomassa dan persen infeksi akar

Hasil

### G. Pengamatan Biomassa

Kacang Kayu berumur  $\pm$  2 bulan

- Ditimbang berat basah kacang kayu
- Dikeringkan dengan oven bersuhu  $65^{\circ}\text{C}$  selama tiga hari (bagian daun) dan selama 5 hari (bagian batang dan akar)
- Ditimbang berat kering kacang kayu

Hasil

### H. Pengamatan Persen Infeksi Akar

Akar

- Dibersihkan dengan air
- Dipotong sepanjang 1 cm, dimasukkan dalam tabung film
- Ditambahkan KOH 10%
- Dioven dengan suhu  $95^{\circ}\text{C}$  selama 60 menit
- Dibilas dengan air
- Direndam dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$  selama 5 menit
- Dibilas dengan air
- Ditambahkan HCl 5% selama 5 menit
- Ditambahkan *lactophenol tryphan blue* (LTB)
- Dioven dengan suhu  $85^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit
- Dibilas dengan air
- Ditetesi *lactoglycerol*
- Diamati dibawah mikroskop cahaya, dihitung persen infeksi akarnya

Hasil

## Lampiran 9 : Data Pertumbuhan Vegetatif Kacang Kayu

## A. Tinggi Tanaman\*

Tinggi Tanaman							
Minggu ke-	Ulangan ke-	Perlakuan					
		Kontrol -	Kontrol +	25 g	50 g	75 g	100 g
1	1	17	18.5	10	13	13.5	15
	2	6	8	15	9.5	16.5	13
	3	15	14.5	17	15	15	15.5
	4	13.5	20	18.5	13	12.5	13
2	1	20	20.5	15	16	15	17.5
	2	10	11	17	13	19	15
	3	17.5	17	19.5	18.5	18.5	17.5
	4	15	23.5	20	15	15	15
3	1	24	25	18.5	19.5	18	19
	2	13	13	19.5	15	21.5	18.5
	3	20	19.5	22.4	21	19	19
	4	19.5	25	22.5	18.5	18	16
4	1	26.5	27	19.5	20.5	18	20
	2	15	14	20	17	22.5	18.5
	3	22.5	21	25	20.5	20	20.5
	4	23	28	24	19	19	19
5	1	29	29	27	26.5	21.5	30
	2	18	15	20	21.5	25	20
	3	23	23	27.5	21	30.5	21
	4	25	30	25.5	23.5	22	28.5
6	1	33	30	30.5	28	26	34.5
	2	19	17	22.5	26.5	26	20.5
	3	27	28	30	22	33	23
	4	29	35	27.5	25.5	25	33
7	1	38	34	32.5	31	26.5	42
	2	20	17	27.5	35	27	25.5
	3	31	30	34	27.5	43	23.5
	4	30.5	38	27.5	31	28.5	34
8	1	41.5	38.2	32.5	35	26.5	42.5
	2	22.5	18	29	37	28.5	27
	3	32	32.5	34	28	43.5	25.5
	4	31	41.5	28	34	28.5	35

Keterangan tabel : \*data tinggi tanaman dalam satuan sentimeter (cm).

## B. Jumlah Daun

Jumlah Daun							
Minggu ke	Ulangan ke	Perlakuan					
		Kontrol -	Kontrol +	25 g	50 g	75 g	100 g
1	1	2	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	2
	3	2	2	2	2	2	2
	4	2	2	2	2	2	2
2	1	2	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	2
	3	2	2	2	2	2	2
	4	2	2	2	2	2	2
3	1	5	5	4	4	2	5
	2	3	3	3	2	5	5
	3	3	5	3	5	3	5
	4	3	5	2	5	5	5
4	1	8	8	5	8	5	8
	2	5	5	6	5	5	5
	3	5	8	5	5	5	8
	4	5	8	5	5	5	5
5	1	15	17	13	14	11	14
	2	8	8	8	11	8	8
	3	11	14	11	5	11	8
	4	11	14	8	11	8	11
6	1	17	17	13	14	13	17
	2	11	8	11	14	11	8
	3	14	17	11	8	14	11
	4	14	17	8	11	11	14
7	1	21	20	16	17	13	23
	2	11	8	14	20	14	14
	3	17	20	17	14	20	11
	4	17	20	8	14	11	14
8	1	24	26	19	17	13	23
	2	12	6	17	20	14	14
	3	22	26	17	14	20	15
	4	17	20	8	17	19	16

## C. Berat Basah (g)

Berat Basah							
Ulangan	Kontrol -	Kontrol +	25 g	50 g	75 g	100 g	Total
1	1.48	1.51	1.05	1.3	1.37	2.82	9.53
2	0.32	0.1	1.54	0.87	2.31	1.65	6.79
3	1.15	1.35	2.24	0.93	3.39	1.56	10.62
4	1.06	1.91	0.48	1.3	0.85	1.72	7.32
Rerata	1.0025	1.2175	1.3275	1.46	1.815	1.9375	8.565

## D. Biomassa (g)

Biomassa							
Ulangan	Kontrol -	Kontrol +	25 g	50 g	75 g	100 g	Total
1	0.3014	0.2488	0.2204	0.3274	0.2444	0.6642	2.0066
2	0.0613	0.0412	0.2956	0.187	0.4353	0.4064	1.4268
3	0.2124	0.2393	0.4177	0.249	0.6289	0.3645	2.1118
4	0.1488	0.3185	0.0787	0.3504	0.2034	0.3819	1.4817
Rerata	0.18098	0.21195	0.2531	0.27845	0.31593	0.45425	1.75673

## E. Persen Infeksi Akar (%)

Persen Infeksi Akar							
Ulangan	Kontrol -	Kontrol +	25 g	50 g	75 g	100 g	Total
U1	0	70	100	100	100	100	470
U2	0	80	100	100	100	100	480
U3	0	80	100	100	100	100	480
U4	0	80	100	100	100	100	480
Rerata	0	77.5	100	100	100	100	477.5







## Lampiran 10 : Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah

Gambar	Perlakuan
	Penentuan lokasi sampel tanah yang akan digunakan
	Penggalian tanah dari kedalaman 0 cm hingga perakaran tanaman
	Pengambilan sampel tanah

## Lampiran 11 : Dokumentasi Isolasi Mikoriza

Gambar	Perlakuan	Gambar	Perlakuan
	Penyaringan sampel tanah		Penambahan 7 ml larutan sukrosa 60%
	Penyemprotan endapan yang tertinggal di saringan terakhir		Sentrifugasi selama 7 menit dengan kecepatan 2000 rpm
	Penyimpanan filtrat dalam botol vial		Penyaringan supernatant
	Pengambilan 7 ml filtrat hasil saringan		

## Lampiran 12 : Dokumentasi Trapping

Gambar	Perlakuan
	Perendaman biji jagung
	Penanaman jagung pada polybag dengan media zeolit-tanah-zeolit
	Perlakuan topping (pemotongan bagian ujung tanaman hingga menyisakan seperempat bagian bawah)
	Inokulum mikoriza yang siap digunakan sebagai perlakuan

## Lampiran 13 : Dokumentasi Uji Viabilitas

Gambar	Perlakuan
	Perendaman biji jagung
	Penimbangan tanah steril dan inokulum mikoriza
	Pencampuran tanah steril dan inokulum mikoriza
	Penanaman jagung

## Lampiran 14 : Dokumentasi Uji Efektifitas

Gambar	Perlakuan	Gambar	Perlakuan
	Penanaman biji kacang kayu		Tanaman kacang kayu
	Benih kacang kayu berumur $\pm$ 7 hari		Pengukuran tinggi tanaman kacang kayu dan perhitungan jumlah daun
	Penanaman benih kacang kayu		Pemanenan tanaman kacang kayu


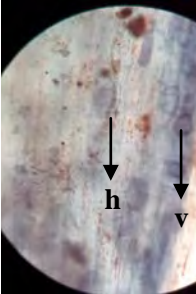
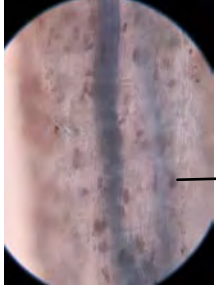
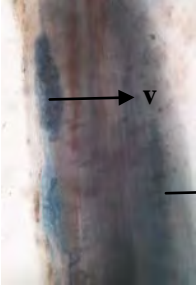
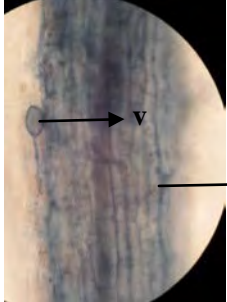
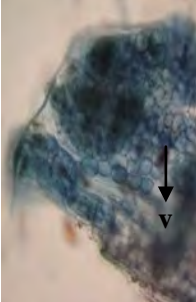
## Lampiran 15 : Dokumentasi Perhitungan Biomassa

Gambar	Perlakuan
	Tanaman kacang kayu yang telah di panen
	Perhitungan berat basah
	Tanaman kacang kayu yang di oven dengan suhu 65°C
	Perhitungan berat kering

## Lampiran 16 : Dokumentasi Persentase Infeksi Akar

Gambar	Perlakuan	Gambar	Perlakuan
	Akar yang ditetesi KOH 10%		Akar yang diberi penambahan HCl
	Akar yang dioven		Akar yang diwarnai dengan LTB
	Akar yang dibilas dengan air		Akar yang dioven
	Akar yang diberi penambahan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		Potongan akar yang siap diamati setelah diberi penambahan <i>lactoglycerol</i>

## Lampiran 17 : Dokumentasi Akar Terinfeksi Mikoriza

Gambar*	Perlakuan	Gambar	Perlakuan
	Kontrol – (tanpa mikoriza)		Penambahan inokulum mikoriza 50 g
	Kontrol + (penambahan mikofer)		Penambahan inokulum mikoriza 75 g
	Penambahan inokulum mikoriza 25 g		Penambahan inokulum mikoriza 100 g

Keterangan tabel : \* gambar dengan perbesaran 400 x, (a) arbuskula, (h) hifa, (v) vesikula.



## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, 29 Desember 1992. Memulai pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri Trosobo III, Sidoarjo. Sejak SD kemampuannya di bidang pelajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam memang lebih menonjol dibandingkan pelajaran lain. Setelah lulus, penulis melanjutkan ke jenjang menengah pertama di SMPN 1 Taman, Sidoarjo.

Meskipun kemampuan akademik di bidang biologi tidak begitu menonjol, namun gadis yang akrab di sapa Sari ini sangat senang membaca buku yang berkaitan dengan biologi dan aktif dalam kegiatan yang berkaitan dengan alam dan kegiatan sosial lainnya. Setelah lulus SMP, ia melanjutkan sekolah ke jenjang menengah atas di SMAN 1 Taman, Sidoarjo. Disini ketertarikannya mengenai dunia sains semakin terlihat. Setelah lulus SMA, dia memutuskan untuk mengikuti jejak kakak pertamanya, yakni melanjutkan kuliah dan mengambil jurusan Biologi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Berada di jurusan biologi memberikan banyak pengalaman baru bagi penulis. Ketertarikannya pada dunia biologi terutama botani mendorongnya untuk berpartisipasi menjadi salah satu anggota redaktur majalah BIOGONAL. Salah satu artikelnya yang pernah dipublikasikan pada majalah BIOGONAL, yakni Rince Muryunika “Gadis Jambi, Peduli Anak Negeri”. Untuk lebih mengasah dan mengaplikasikan ilmu botani secara langsung, penulis mengikuti program kreativitas mahasiswa (PKM) yang di danai oleh DIKTI dengan judul “FRESHSOUL (Fresh Soursop Leaves) Sebagai Minuman Pelepas Dahaga Anti Kanker Dengan Pemanfaatan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata*)”.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**