

**PENGARUH JENIS TANAH DAN PUPUK KANDANG SAPI SEBAGAI
MEDIA PERBANYAKAN SPORA MIKORIZA ARBUSKULA (MA)
GENUS *Acaulospora* sp. dan *Glomus* sp.**

Oleh

ARIN AYUNINGSIH

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2016

**PENGARUH JENIS TANAH DAN PUPUK KANDANG SAPI SEBAGAI
MEDIA PERBANYAKAN SPORA MIKORIZA ARBUSKULA (MA)
GENUS *Acaulospora* sp. dan *Glomus* sp.**

Oleh

ARIN AYUNINGSIH

125040200111102

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah Satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

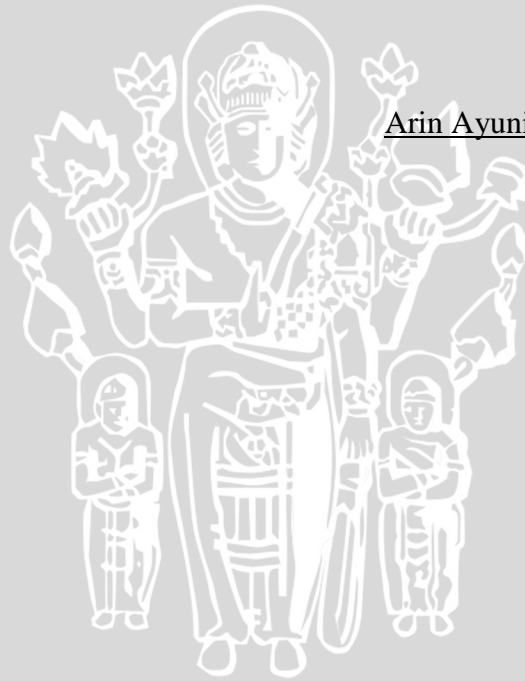
2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Desember 2016

Arin Ayuningsih



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL :

Pengaruh Jenis Tanah dan Pupuk Kandang Sapi sebagai Media Perbanyakan
Spora Mikoriza Arbuskula (MA) Genus *AC* sp. dan *Glomus* sp.

Oleh :

Nama Mahasiswa : Arin Ayuningsih
NIM : 125040200111102
Program Studi : Agroekoteknologi
Minat : Manajemen Sumber Daya Lahan

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Budi Prasetya,MP
NIP. 196107011987031002

Danny Dwi Saputra SP, M.Si
NIP. 2011068603171001

Mengetahui,
a.n Dekan

Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Jenis Tanah dan Pupuk Kandang Sapi sebagai
Media Perbanyakan Spora Mikoriza Arbuskula (MA) Genus
Acaulospora sp. dan *Glomus* sp.

Nama Mahasiswa : Arin Ayuningsih

NIM : 125040200111102

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Biologi Tanah

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 196107011987031002

Danny Dwi Saputra SP, M.Si
NIP. 2011068603171001

Diketahui,
a.n Dekan

Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP. 19540501 198103 1 006

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Penguji II,

Syahrul Kurniawan, SP.MP.Ph.D
NIP. 19791018 200501 1 002

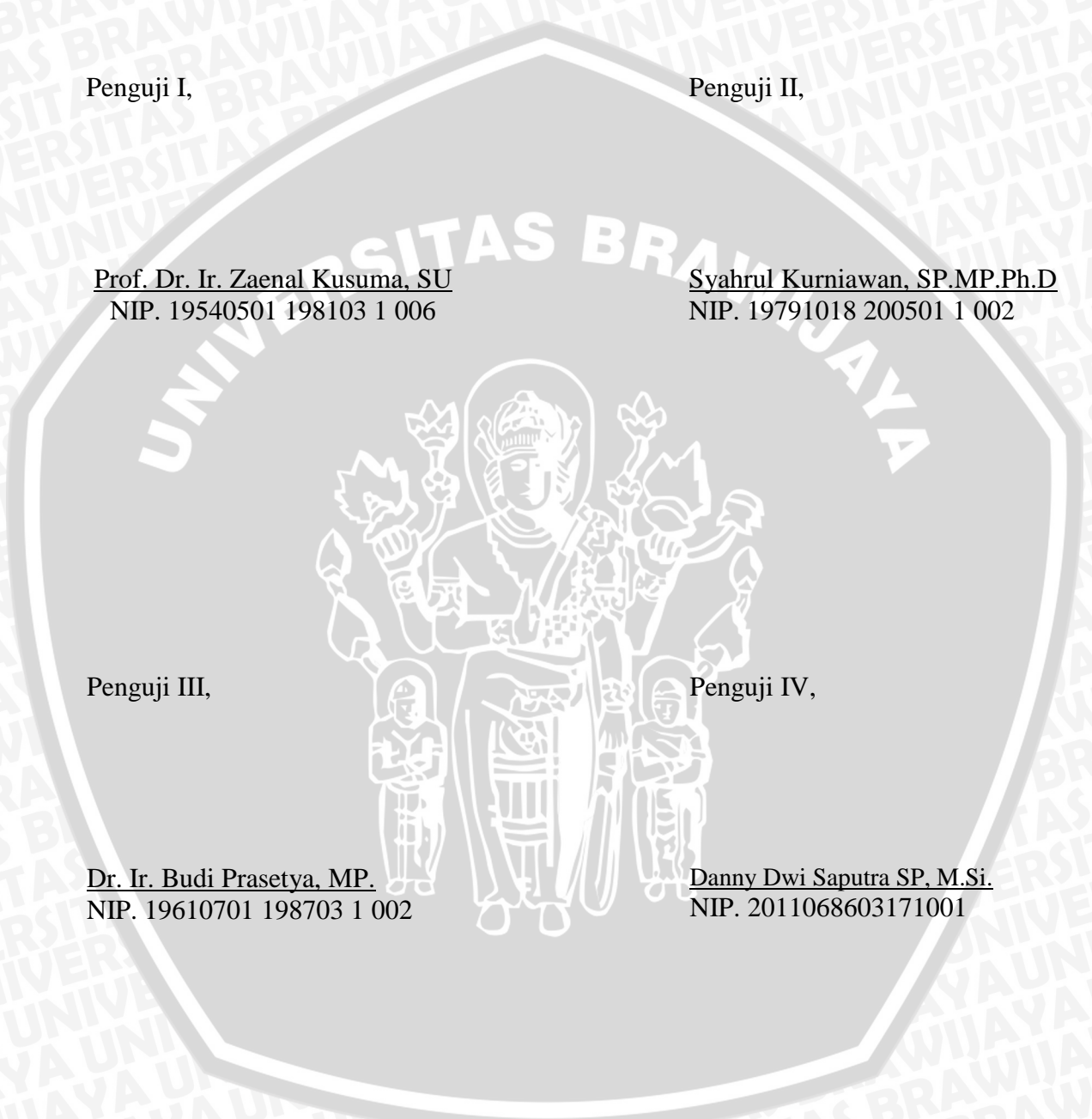
Penguji III,

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP.
NIP. 19610701 198703 1 002

Penguji IV,

Danny Dwi Saputra SP, M.Si.
NIP. 2011068603171001

Tanggal Lulus :



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini kupersembahkan untuk

Kedua orang tua, mak babe
beserta keluarga H. Juminah

(nenek) tercinta dan Alm.

Adikku sayang



RINGKASAN

ARIN AYUNINGSIH. 125040200111102. Pengaruh Jenis Tanah dan Pupuk Kandang Sapi sebagai Media Perbanyakkan Spora Mikoriza Arbuskula (MA) Genus *Acaulospora* sp. dan *Glomus* sp. Di bawah bimbingan Budi Prasetya sebagai Pembimbing Utama dan Danny Dwi Saputra sebagai Pembimbing Pendamping

Tanah Ultisol di Indonesia memiliki sebaran yang cukup luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas tanah di Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Salah satu daerah terluas sebaran Ultisol adalah di Kalimantan dengan luas sekitar 21.938.000 ha (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Tenggarong, Kalimantan Timur, merupakan salah satu wilayah yang terdapat tanah Ultisol dengan karakteristik pH rendah yaitu 4,1 (KCl 1N) dan 4,8 (H₂O). Di daerah ini didapatkan jumlah spora jenis *Acaulospora* sp. 2833 jumlah spora 100 g⁻¹ tanah. Potensi MA yang tinggi pada tanah di Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Tenggarong dapat digunakan sebagai bahan pupuk hayati mikoriza sehingga MA ini perlu dikembangkan dengan metode perbanyakkan. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan MA adalah kondisi media tanam. Penelitian ini bertujuan untuk 1) Memahami perlakuan media tanam (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis MA (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) terhadap P-total, infeksi MA, populasi MA dan P-tersedia, 2) Memahami hubungan antara karakteristik media tanam (pH tanah, P total, dan P-tersedia) dengan mikoriza arbuskula (infeksi MA dan jumlah spora) dan karakteristik tanah dan MA dengan pertumbuhan jagung manis. Penelitian dilakukan dari bulan Februari-Agustus 2016 di Tenggarong, Kalimantan Timur dan eksperimental dengan membuat plot percobaan di *glasshouse* Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Metode penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RALF) dengan faktor media perbanyakkan dan jenis MA. Faktor media menggunakan 4 taraf yaitu; 1) U (Ultisol), 2) UP (Ultisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha⁻¹), 3) E (Entisol), and 4) EP (Entisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha⁻¹) dan faktor jenis mikoriza dengan 2 taraf yaitu; 1) *Acaulospora* sp., 2) *Glomus* sp. Parameter yang dianalisis adalah jumlah spora, persentase infeksi akar, C-Organik, pH, P-total, P-tersedia, tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot kering oven tanaman. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan aplikasi *Genstat*. Apabila ANOVA berpengaruh nyata maka akan di uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range*) dengan taraf 5%. Selanjutnya, memahami pengaruh kedua variabel dilakukan uji korelasi dengan aplikasi *Genstat* dan regresi menggunakan program *Microsoft Excel*.

Hasil penelitian menunjukkan media perbanyakkan (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis MA (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) berpengaruh terhadap P-total, infeksi MA, populasi MA dan P-tersedia. Media Entisol dengan *Acaulospora* sp. memberikan pengaruh tertinggi dalam meningkatkan P-total dan P-tersedia menjadi sebesar 1274,09 mg.kg⁻¹ dan 27,92 ppm. Media terbaik perbanyakkan mikoriza adalah Ultisol tanpa penambahan pupuk dapat meningkatkan populasi spora menjadi 151 spora 100 g⁻¹ tanah pada

jenis *Acaulospora* sp. dan 15 spora 100 g⁻¹ tanah pada jenis *Glomus* sp. Pengaruh antara P-tersedia dengan jumlah spora dan infeksi lebih besar pada jenis *Acaulospora* sp., setiap peningkatan P-tersedia 1 ppm maka diikuti penurunan jumlah spora dan infeksi akar berturut-turut sebesar 32 spora 100 g⁻¹ tanah dan 5,8%. Selanjutnya, hubungan positif antara kadar P-tersedia dengan pertumbuhan tanaman jagung manis.



SUMMARY

ARIN AYUNINGSIH. 125040200111102. The Effect of Soil Types and Cow Manure on Arbuscula Mycorrhizal (AM) *Acaulospora* sp. and *Glomus* sp. Under the Guidance of Budi Prasetya as Main Supervisor and Danny Dwi Saputra as Main Supervisor.

Ultisol in Indonesia has a quite large distribution, covering 45.794 million ha or approximately 25% of the total land in Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004).. One area with the widest spread of Ultisol is Kalimantan having approximately 21.938 million ha of Ultisol (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). The results of laboratory analysis showed that Ultisol in the research site (District of Loa Kulu, Tenggarong Regency, East Kalimantan) has a low soil pH, 4.1 (KCl 1N) and 4.8 (H₂O). In this place, 2.833 spores 100 g⁻¹ soil of *Acaulospora* sp. Mycorrhiza were found the high of AM potential on soil in the District of Loa Kulu, Tenggarong Regency can be used as a material of mycorrhizal biological fertilizer so as this AM needs to be developed with propagation method. The crucial factor for AM development is the condition of planting medium. This present study aimed to: 1) understand the treatment of propagation medium (Ultisol And Entisol as well as the relation between the adding of cow manure) and the type of AM (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) on P-total, the percentage of mycorrhizal infection, population of AM and available P. 2) understand the relationship between propagation medium characteristics (soil pH, total P dan available P) and AM propagation (the percentage of mycorrhizal infection and population of AM), and the medium characteristics and MA propagation with the growth of sweet corn. The study was conducted from February-August 2016 in Tenggarong, East Kalimantan by conducting an experimental research in the glasshouse in the Soil Department, Brawijaya University, Malang

This research used completely randomized factorial design (CRFD) with two factors, including propagation medium and types of AM. The propagation medium consist of 4 level: 1) Ultisol, 2) Ultisol+Cow manure, 3) Entisol, and 4) Entisol+Cow manure, where as the types of mycorrhiza involve 1) *Acaulospora* sp., and 2) *Glomus* sp., totaling 8 combination treatments with 3 replicates of each. The parameter measurements were mycorrhizal spores, the percentage of mycorrhizal infection (*Glomus* sp. and *Acaulospora* sp.), organic C, pH, total P, available P, plant height, leaf number and plant dry weight. The data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) with GENSTAT application. If the ANOVA is significant, it will be further analysed using DMRT (Duncan Multiple Range) with a level of 5%. Furthermore, to understand the effects of these two variables, the correlation test was conducted using GENSTAT application, while the regression test was done by using the Microsoft Excel program.

The results showed that the propagation medium (Ultisol And Entisol well as disposals of cow manure) and the type of AM (*Glomus* sp. and *Acaulospora* sp.) gave significantly effect ($p < 0.05$) on P-total, AM infection, AM population and available P. Combination treatment of Entisol and *Acaulospora* sp. gaves the highest impact on the increases of total P and available P (1274.09 mg kg⁻¹ and 27.92 ppm, respectively). The optimum medium for AM propagation is Ultisol

without manure where the population of spores reached 151 spores 100 g⁻¹ soil for *Acaulospora* sp. and 15 spores 100 g⁻¹ soil for *Glomus* sp. The effect of available P and mycorrhizal population and infection was greater in *Acaulospora* genus; an increase of one ppm of available P will be followed by the decrease of mycorrhizal population and infection of mycorrhizal (32 spores 100 g⁻¹ soil and 5.8%, respectively). Furthermore, there was a positive relationship between available P and the growth of sweet corn.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Jenis Tanah dan Pupuk Kandang Sapi untuk Perbanyakkan Spora Mikoriza Arbuskula (MA) *Accaulospora* sp. dan *Glomus* sp.”

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua dan nenek saya yang selalu memberikan doa, dukungan materiil dan semangat.
2. Bapak Dr. Ir. Budi Prasetya, MP. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi
3. Bapak Danny Dwi Saputra SP, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam pembuatan skripsi.
4. Bapak Prof.Dr.Ir. Zaenal Kusuma, MS., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
5. Seluruh Bapak Ibu petugas laboratorium MSDL yang telah membantu dan memberikan nasehat dalam pelaksanaan skripsi.
6. Tim penguji skripsi Bapak Prof.Dr.Ir. Zaenal Kusuma, MS., selaku penguji pertama, Bapak Syahrul Kurniawan, SP.MP.Ph.D selaku penguji kedua dan Bapak Dr. Ir. Budi Prasetya, MP. selaku penguji ketiga dan Bapak Danny Dwi Saputra SP, M.Si selaku penguji keempat.
7. Anggota “TIM MIKO” (Indra J dan Epifanias), Rini W, Kristina P, dan seluruh teman-teman seangkatan MSDL 2012 yang sudah memberikan masukan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini membutuhkan perbaikan dan jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran sangat dibutuhkan oleh penulis. Semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

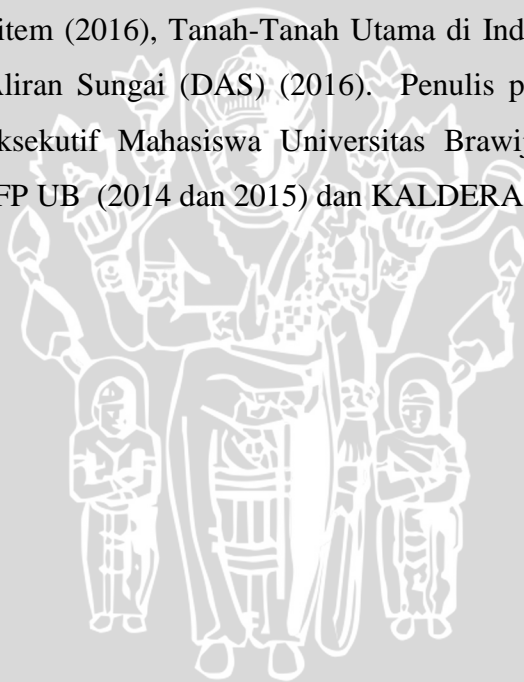
Malang, Desember 2016

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tulungagung pada tanggal 19 April 1994 sebagai putri tunggal dari Bapak Supandi dan Ibu Musyah. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Sukorejo Kulon (2000-2006), melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Kalidawir (2006-2009), selanjutnya menempuh sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Ngunut Tulungagung (2009-2012), dan menempuh pendidikan Strata-1 di Program Studi Agroekoteknologi, Minat Manajemen Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada tahun 2012.

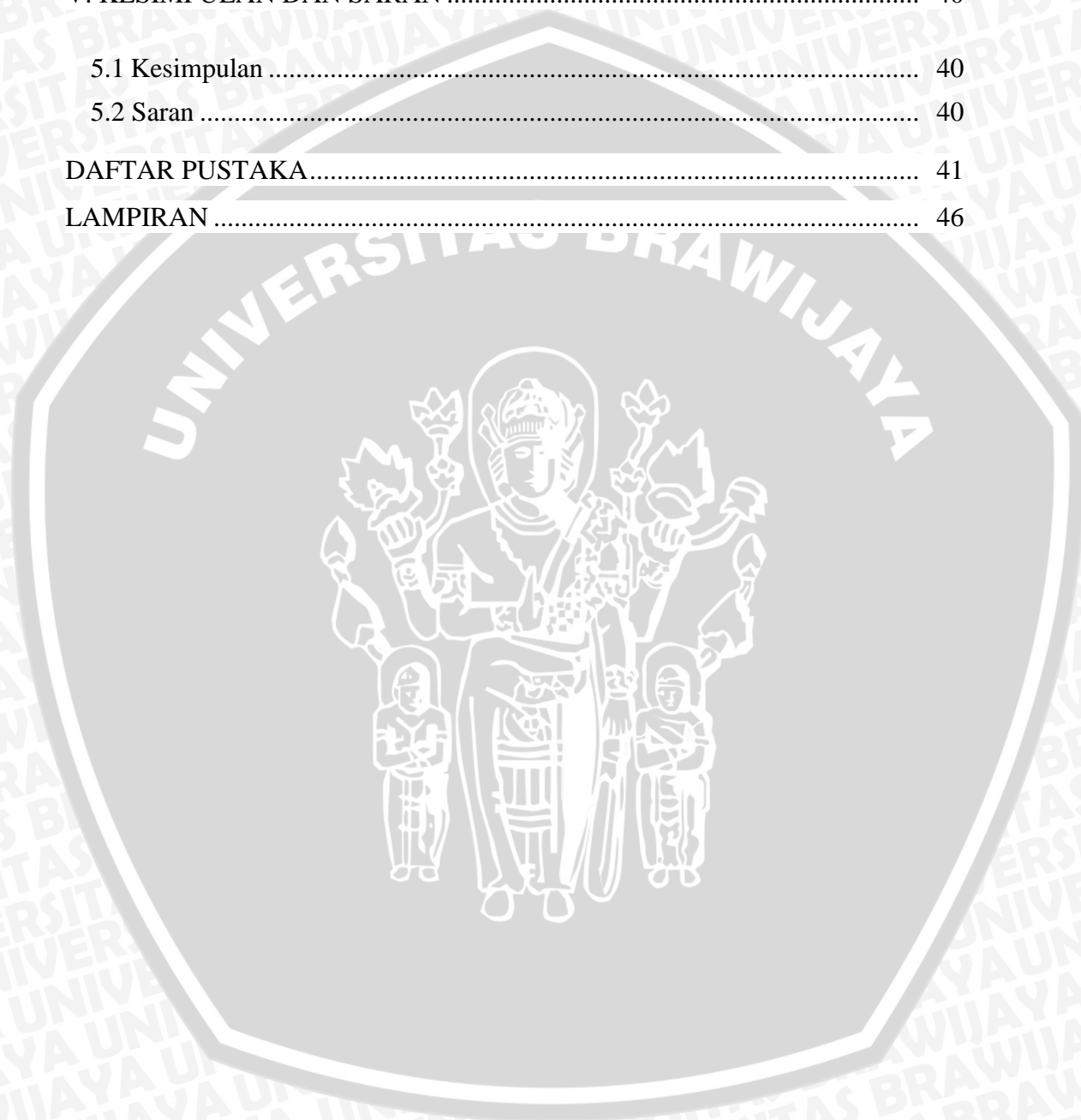
Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Ilmu Tanah (2014-2015), Survey Tanah dan Evaluasi Lahan (2015), Manajemen Agroekosistem (2016), Tanah-Tanah Utama di Indonesia (2016) dan Manajemen Daerah Aliran Sungai (DAS) (2016). Penulis pernah aktif dalam organisasi kampus Eksekutif Mahasiswa Universitas Brawijaya (2014/2015), kepanitiaan POSTER FP UB (2014 dan 2015) dan KALDERA (2014).



DAFTAR ISI

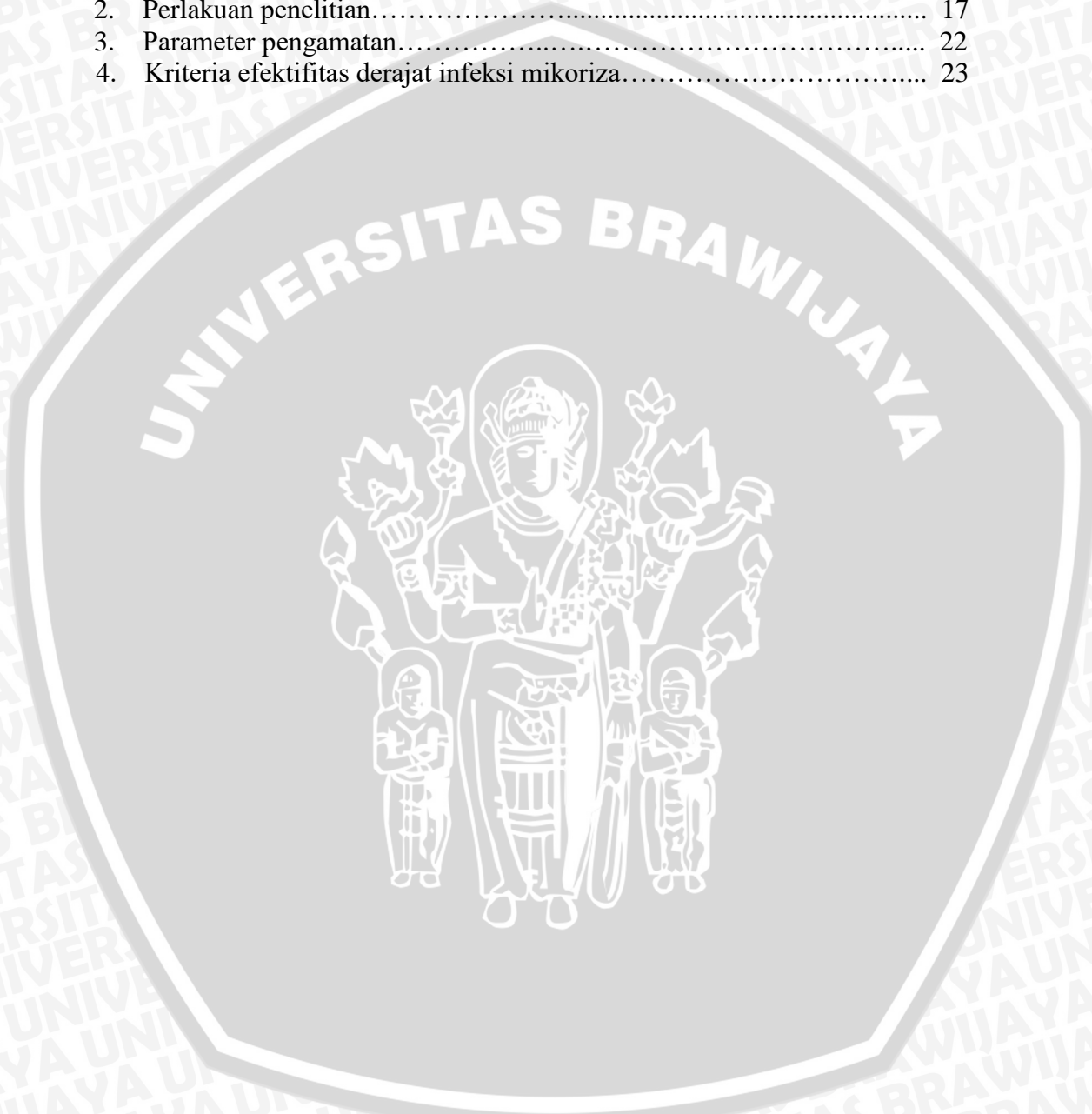
	Halaman
RINGKASAN.....	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Manfaat	4
1.5 Hipotesis	4
II.TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Mikoriza.....	6
2.2 Jenis Mikoriza.....	6
2.3 Perkembangan Mikoriza	9
2.4 Peran Mikoriza dalam Tanah.....	11
2.5 Peran Pupuk Kandang Sapi dalam Tanah.....	12
2.6 Tanah Ultisol.....	14
2.6 Tanah Entisol	15
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Rancangan Penelitian.....	16
3.4 Pelaksanaan.....	17
3.5 Pengamatan dan Pengumpulan Data.....	22
3.6 Analisis Data.....	23

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil	25
4.2 Pembahasan Umum	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN	46



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Klasifikasi Mikoriza Arbuskula (MA)	7
2.	Perlakuan penelitian.....	17
3.	Parameter pengamatan.....	22
4.	Kriteria efektifitas derajat infeksi mikoriza.....	23

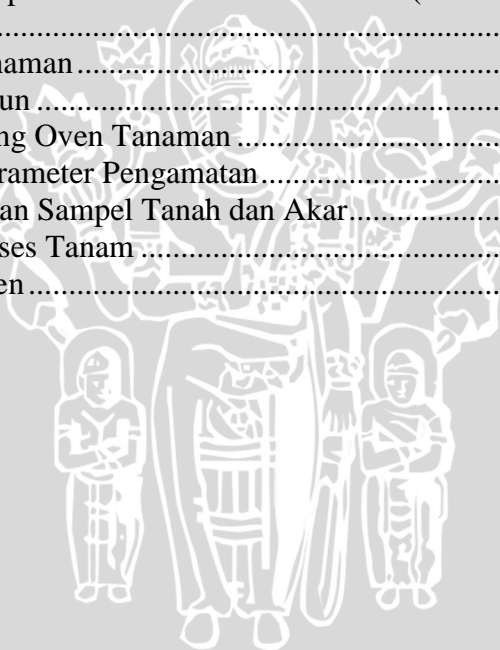


DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	<i>Glomus sporocarp</i>	8
2	<i>Acaulospora capsicula</i>	8
3	Pot Penanaman	21
4	Kadar C-organik media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST	25
5	Selisih kadar C-organik media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST	26
6	Hasil analisis pH media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST	27
7	Jumlah spora (per 100 g tanah) media perbanyakan pada 42 HST	28
8	Persentase infeksi akar dengan tanaman inang jagung pada 42 HST .	28
9	Kadar P-total media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST	29
10	Selisih kadar P-total media perbanyakan analisis awal (0 HST) dan 42 HST	30
11	Kadar P-tersedia media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST	31
12	Selisih kadar P-tersedia media perbanyakan analisis awal (0 HST) dan 42 HST	31
13	Hubungan infeksi akar dengan jumlah spora pada <i>Acaulospora</i> sp.(a) dan <i>Glomus</i> sp. (b)	32
14	Hubungan P-tersedia dengan jumlah spora dengan pada <i>Acaulospora</i> sp. (a) dan <i>Glomus</i> sp. (b).....	34
15	Hubungan P-tersedia dengan infeksi akar dengan jenis <i>Acaulospora</i> sp. (a) dan <i>Glomus</i> sp. (b)	35
16	Tinggi tanaman jagung pada media perbanyakan dari minggu ke-1 sampai minggu ke-6	36
17	Jumlah daun tanaman jagung pada media perbanyakan dari minggu ke-1 sampai minggu ke-6	37
18	Berat kering oven tanaman tanaman jagung pada 42 HST	38
19	Hubungan P-tersedia dengan tinggi tanaman pada <i>Acaulospora</i> sp.(a) dan <i>Glomus</i> sp (b)	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Analisis Dasar dan Akhir.....	46
2	Denah Percobaan	46
3	Hasil Identifikasi Spora Mikoriza	47
4	Perhitungan Pupuk Kandang Sapi 20 t ha ⁻¹	48
5	Perhitungan Kadar Air.....	48
6	Pengukuran Kapasitas Lapang dan Dokumentasi	49
7	Anova C-Organik pada 42 HST dan Selisih Awal (0 HST) dengan 42 HST	50
8	Anova pH.....	50
9	Anova Jumlah spora	51
10	Anova Infeksi Akar	51
11	Anova P-Total pada 42 HST dan Selisih Awal (0 HST) dengan 42 HST	51
12	Anova P-Tersedia pada 42 HST dan Selisih Awal (0 HST) dengan 42 HST	52
13	Anova Tinggi Tanaman.....	52
14	Anova Jumlah Daun	54
15	Anova Berat Kering Oven Tanaman	55
16	Korelasi Antar Parameter Pengamatan.....	56
17	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah dan Akar.....	57
18	Persiapan dan Proses Tanam	58
19	Dokumentasi Panen.....	59



I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Tanah Ultisol di Indonesia memiliki sebaran yang cukup luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas tanah di Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Salah satu daerah terluas sebaran tanah Ultisol adalah di Kalimantan dengan luas sekitar 21.938.000 ha (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tanah Ultisol memiliki tingkat perkembangan lanjut, dicirikan dengan penampang tanah yang dalam dengan kenaikan fraksi liat seiring kedalaman tanah, reaksi tanah masam dan kejenuhan basa rendah sehingga berpotensi keracunan Al dan miskin kandungan bahan organik. Jenis tanah ini juga rendah akan kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, K, kadar Al tinggi dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah (Subowo *et al.*, 1990).

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa tanah Ultisol di Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Tenggarong, Kalimantan Selatan memiliki pH cenderung rendah yaitu 4,1 (KCl 1N) dan 4,8 (H₂O). Tanah masam ini mendukung perkembangan mikoriza yang optimal. Pada kondisi tanah masam perkembangan mikoriza cenderung meningkat. Sesuai dengan pernyataan Saputra (2015), bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya jumlah spora Mikoriza Arbuskula (MA) adalah pH tanah. Semakin rendah nilai pH tanah maka jumlah spora akan meningkat.

Potensi MA pada tanah masam ini dapat digunakan sebagai bahan pupuk hayati mikoriza. Apabila, pupuk ini diaplikasikan kembali ke tanah masam maka dapat membantu meningkatkan serapan unsur hara terutama P. Selain itu, MA berperan dalam peningkatan ketersediaan P melalui jaringan hifa eksternal yang dapat menghasilkan enzim fosfatase, sehingga mampu melepaskan P yang terfiksasi oleh ion Al dan Fe (Nurmasyitah *et al.*, 2013). Pentingnya kemampuan MA tersebut, maka diperlukan suatu pengembangan MA.

Pengambilan sampel untuk MA dilakukan pada tiga jenis penggunaan lahan yaitu hutan, kebun campuran dan lahan semusim. Pengambilan sampel dilakukan pada tanaman yang dominan di lahan. Selanjutnya, pada tahap isolasi dan identifikasi yang didapatkan beberapa jenis MA antara lain: *Acaulospora* sp.,

Glomus sp. dan *Entrophospora* sp. Dari hasil tersebut didapatkan dua jenis MA yang dominan adalah *Acaulospora* sp. dan *Glomus* sp.

MA adalah salah satu dari kelompok mikoriza yang mampu bersimbiosis dengan sistem perakaran tumbuhan (Smith and Rith, 2008) dengan membentuk struktur spesifik berupa arbuskel (Peterson *et al.*, 2010). Namun, daya infeksi dan efektifitas mikoriza pada inang memiliki nilai yang berbeda-beda. Hanya inang dan kondisi tertentu yang disukai oleh mikoriza akan memberikan tanggapan simbiotik dan kolonisasi mikoriza yang maksimal (Bagyaraj, 1992).

Beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan mikoriza antara lain suhu, kadar air tanah, pH, bahan organik, cahaya, ketersediaan hara (Atmaja, 2001). Hasil penelitian perbanyakan mikoriza Chalimah *et al.* (2007), menyatakan bahwa media tanam, tempat tumbuh dan tanaman inang juga mempengaruhi variasi hasil mikoriza. Kombinasi media tanam dalam perbanyakan mikoriza terdapat efektifitas yang berbeda-beda. Perlakuan media tanam pasir dan zeolit menunjukkan hasil yang efektif untuk perbanyakan spora (Dapersal *et al.*, 2014).

Salah satu jenis tanah yang memiliki kandungan fraksi pasir yang cukup tinggi adalah tanah Entisol. Tanah yang didominasi oleh fraksi pasir mempunyai infiltrasi yang tinggi namun kemampuan mengikat air yang rendah. Fraksi pasir yang lebih tinggi juga menyebabkan kemampuan mengikat unsur hara dan kation basa lebih rendah sehingga lebih mudah hilang terbawa air perkolasi dan menyebabkan penurunan nilai pH tanah (Arifin, 2011). Sedangkan, tanah Ultisol memiliki tekstur lempung dengan fraksi liat yang cukup tinggi sekitar 27%. Dominasi fraksi liat akan meningkatkan jumlah pori mikro yang mempengaruhi aerasi tanah dan menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman dan mikroba dalam tanah (Hanafiah, 2012).

Sebagai upaya untuk mendukung peningkatan jumlah mikoriza yaitu dengan penambahan bahan organik. Pupuk kandang sapi salah satu bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki unsur hara dalam tanah. Penyediaan unsur hara N dan P oleh pupuk kandang mempengaruhi presentase kolonisasi akar oleh MA (Khaladin *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil penelitian Apriwulandari (2008), pupuk kandang sapi dapat meningkatkan N-mineral, C-organik, KTK

dalam tanah dan penurunan pH tanah melalui asam-asam organik hasil dekomposisi dan proses nitrifikasi.

Pemilihan tanaman inang juga berpengaruh terhadap sporulasi dan infeksi akar (Bakhtiar, 2002). Hasil penelitian Prasetya *et al.* (2012) jenis tanaman seperti sorgum, jagung, serai dapur, serai wangi dan bawang daun dapat digunakan dalam perbanyakan mikoriza. Dari beberapa tanaman tersebut, jagung merupakan inang lebih efektif dalam meningkatkan jumlah spora karena perakaran jagung cocok untuk berlangsungnya pertumbuhan mikoriza. Jagung merupakan tanaman semusim yang memiliki siklus hidup antara 80-150 hari. Akar jagung tergolong akar serabut yang sebagian besar dapat mencapai kedalaman 2 m (Bahtiar *et al.*, 2005). Pertumbuhan jagung yang relatif cepat, daya adaptasi tinggi terutama di lahan kering, serta sistem perakaran yang banyak menyediakan perkembangan hifa MA yang cukup baik (Sofyan *et al.*, 2005)

Berdasarkan hasil penelitian Cahyani (2016), pemberian isolat mikoriza pada tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata*) menyebabkan akar tanaman yang lebih panjang daripada tanpa pemberian isolat mikoriza. Kolonisasi MA dapat mengubah morfologi akar dengan menginduksi hipertrofi akar merangsang rambut akar tumbuh lebih cepat. Hal ini diduga rambut akar memiliki persentase infeksi akar yang tinggi akan lebih banyak mensekresikan hormon rizokalin dibanding dengan tanaman yang tidak terinfeksi MA, sehingga luas dan volume permukaan akar menjadi lebih besar (Prasetya *et al.*, 2012)

Untuk menentukan media tanam (tanah Ultisol dan Entisol) dengan penambahan bahan organik berupa pupuk kandang sapi yang tepat dan adaptif terhadap perkembangan MA pada tanaman inang jagung manis, maka penelitian ini perlu untuk dilakukan.

1.2.Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat pengaruh media tanam (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis MA (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) terhadap P-total, infeksi MA, populasi MA dan P-tersedia pada media perbanyakan MA ?

2. Bagaimana hubungan antara karakteristik media tanam (pH tanah, P-total, dan P tersedia) dengan perbanyakan mikoriza (infeksi akar, populasi MA) dan hubungan karakteristik media perbanyakan dan perbanyakan dengan pertumbuhan tanaman jagung manis ?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh media tanam (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis MA (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) terhadap P-total, infeksi MA, populasi MA dan P-tersedia pada media perbanyakan MA.
2. Untuk memahami hubungan antara karakteristik media tanam (pH tanah, P-total, dan P tersedia) dengan perbanyakan MA (infeksi akar dan populasi MA *Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) dan hubungan karakteristik media dan perbanyakan MA dengan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata*).

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh media tanam (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis MA (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) terhadap P-total, infeksi MA, populasi MA dan P-tersedia pada media perbanyakan MA.
2. Memberikan informasi mengenai hubungan antara karakteristik media tanam (pH tanah, P-total, dan P tersedia) dengan perbanyakan MA (infeksi akar dan populasi MA *Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) dan hubungan karakteristik media dan perbanyakan MA dengan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata*).

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh media tanam (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis MA (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) terhadap P-total, infeksi MA, populasi MA dan P-tersedia pada media perbanyakan MA.

2. Karakteristik media tanam (pH tanah, P-total, dan P tersedia) berkorelasi dengan perbanyakan MA (infeksi akar dan populasi MA *Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) dan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata*), perbanyakan MA (infeksi akar dan populasi MA) tidak berkorelasi langsung dengan pertumbuhan tanaman.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikoriza

Mikoriza pertama kali ditemukan oleh Frank, seorang botanist dari Eropa dan diartikan sebagai *root fungus* (jamur akar) karena kemampuannya mengambil unsur hara tanaman (Muhibuddin, 2007). Mikoriza adalah struktur yang terbentuk dari hasil simbiosis mutualisme antara cendawan tanah dengan akar tanaman. Dalam proses ini, tanaman inang dapat memperoleh hara dengan bantuan cendawan mikoriza sedangkan mikoriza mendapatkan fotosintat untuk pertumbuhannya dari tanaman inang (Brundett *et al.*, 1996).

Simbiosis antara mikoriza dan tanaman inang ini juga memberikan tempat hidup dan nutrisi (karbon) bagi mikoriza oleh tanaman (Ashari, 2012). Mikoriza melalui akar eksternalnya mampu menghasilkan glikoprotein glomalin dan asam-asam organik yang mampu mengikat butir-butir tanah sehingga menjadi agregat mikro dan memperbaiki sifat fisik tanah. Selanjutnya melalui proses mekanis oleh hifa eksternal yang mana agregat mikro menjadi agregat makro (Faiza *et al.*, 2013). Selain itu, mikoriza akan memperoleh karbohidrat dalam bentuk gula sederhana atau glukosa.

Beberapa jenis tanaman inang memiliki kompatibilitas dengan mikoriza. Kompatibilitas ini yaitu kedua simbion mampu menggunakan fungsi bersimbiosis secara maksimal. Pada beberapa jenis mikoriza terlihat adanya pembentukan dan perkembangan struktur didalam akar. Sementara, pada tanaman tersebut mengalami peningkatan pertumbuhan dan hasil (Smith and Rith, 2008). Namun, hubungan simbiosis ini tergantung pada jenis mikoriza, genotip dan kondisi tanah serta interaksinya (Brundett *et al.*, 1996)

2.2 Jenis Mikoriza

Berdasarkan asosiasinya terhadap tanaman inangnya, jamur mikoriza dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Ektomikoriza adalah jamur yang menginfeksi akar tanaman diantara sel korteks akar (intraseluler) serta dapat menghasilkan hifa dalam jumlah besar di sekitar

permukaan akar dan di dalam tanah. Endomikoriza adalah jamur yang masuk ke dalam sel korteks dari akar serabut (*feeder roots*). Jamur tersebut membentuk selubung padat, namun membentuk miselium yang tersusun longgar pada permukaan akar. Selain itu, jamur juga membentuk vesikula dan arbuskular yang besar di dalam sel korteks sehingga disebut dengan Mikoriza Arbuskular (Sylvia, 1998). Selain kedua jenis mikoriza tersebut, terdapat jenis yang membedakan dari kelompok tersebut yaitu ektendomikoriza. Jenis ini merupakan peralihan antara jenis endomikoriza dan ektomikoriza (Harley and Smith, 1983).

2.2.1 Endomikoriza

Endomikoriza ini memiliki persebaran lebih luas dan dapat berasosiasi dengan hampir 90% spesies tanaman tingkat tinggi, salah satunya adalah MA (Cruz *et al.*, 2000). Mikoriza Arbuskular merupakan tipe endomikoriza yang masuk kedalam kelas *Zygomycetes*, ordo *Glomeromycota* yang dibagi dalam beberapa famili dan genus (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi Mikoriza Arbuskular (MA)

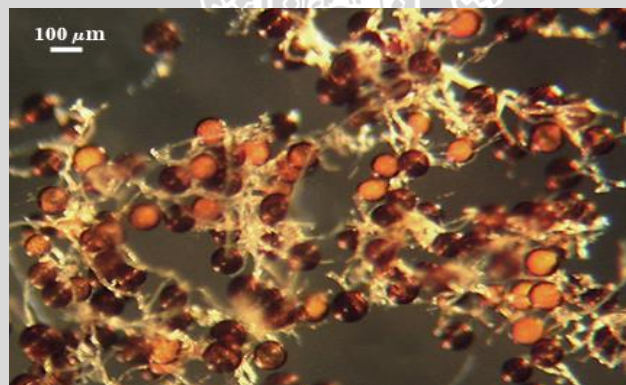
Ordo	Famili	Genus
<i>Glomeromycota</i>	<i>Glomeraceae</i>	<i>Funneliformis, Septoglomus, Glomus, Rhizopagus,</i>
	<i>Pacisporaceae</i>	<i>Pacispora</i>
	<i>Acaulosporaceae</i>	<i>Acaulospora</i>
		<i>Entrophospora</i>
	<i>Diversisporaceae</i>	<i>Diversispora, Redeckera</i>
	<i>Gigasporaceae</i>	<i>Gigaspora, Cetraspora, Dentiscutata, Racocetra, Scutellospora</i>
	<i>Claroideoglomeraceae</i>	<i>Claroideogloimus</i>
	<i>Paraglomaceae</i>	<i>Paragloimus</i>
	<i>Archaeosporaceae</i>	<i>Archaeospora</i>
	<i>Ambisporaceae</i>	<i>Ambispora</i>
<i>Geosiphonaceae</i>	<i>Geosiphon</i>	

Sumber : *International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM)*

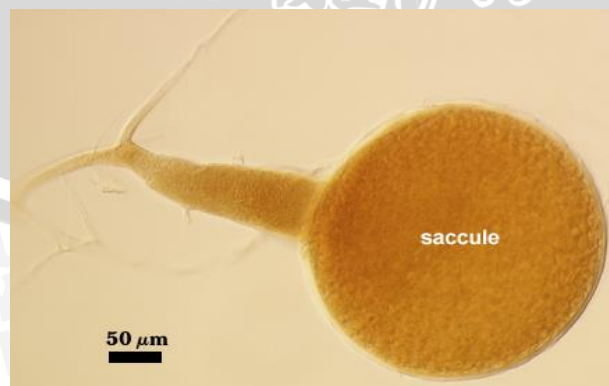
Endomikoriza memiliki hifa yang mampu menembus kedalam sel korteks akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut dengan *vehicle* dan sistem percabangan hifa yang disebut dengan *arbuscule*. MA ini masuk ke dalam sistem perakaran untuk melakukan simbiosis mutualistik antara mikoriza dengan akar. MA masuk ke dalam sel korteks dari sel akar serabut menggunakan

hifa intraseluler, namun tidak membentuk miselium yang tersusun longgar pada permukaan akar (Thorn, 1997).

Melalui hifa intraseluler maka spora akan berkembang dan membesar seperti spora yang disebut *hyphal terminus*. Selanjutnya, *hyphal terminus* akan rusak dan isinya akan masuk ke spora. Rusaknya *hyphal terminus* akan meninggalkan bekas lubang kecil yang disebut *Cicatric*. Perkembangan mikoriza ini disebut dengan disebut dengan *Acaulospora* sp. (Hartoyo, 2011) (Gambar 1). Sedangkan, pada jenis *Glomus* sp., perkembangan spora dimulai dari ujung hifa yang membesar sampai ukuran maksimal dan membentuk spora. Dinding spora berwarna merah sampai coklat sampai lebih pekat. Jenis ini tidak membentuk dinding perkecambahan namun, membentuk pori pada daerah melekatnya hifa pembawa. Sehingga, dinding spora berjumlah satu dan seluruh lapisan yang ada pada dinding spora berasal dari dinding hifa pembawa (Yovita, 2008) (Gambar 2).



Gambar 1. *Glomus sporocap*, (Sumber: <http://invam.wvu.edu/thefungi/classification/glomaceae/glomus>)



Gambar 2. *Acaulospora capsicula*, (Sumber: <http://invam.wvu.edu/thefungi/classification/glomaceae/acaulospora>)

2.2.2 Ektomikoriza

Ektomikoriza terdiri dari kelompok fungi Basidiomycetes, Ascomycetes atau Zygomycetes. Ektomikoriza tumbuh pada sekitar akar tanaman, terutama pada ujung akar selanjutnya terjadi penetrasi fungi ke bagian korteks. Jenis jamur ini menyelubungi masing-masing cabang akar dalam selubung atau mantel hifa. Hifa-hifa tersebut menembus antar sel korteks akar (interaseluler). Asosiasi ektomikoriza dengan akar ini sering dijumpai pada daerah dingin (beriklim sedang) dengan tanaman khusus dan semak-semak (Rao, 1994).

2.2.3 Ektendomikoriza

Mikoriza yang memiliki bentuk yang mirip dengan ektomikoriza dan endomikoriza adalah ektendomikoriza. Ciri-ciri dari mikoriza ini ditandai dengan adanya selubung akar yang tipis berupa jaringan hartiq, hifa yang dapat menginfeksi dinding sel korteks dan juga sel korteksnya (Musfal, 2010).

2.3 Perkembangan Mikoriza

Perkembangan MA dan derajat infeksi dari sel korteks inang dipengaruhi oleh lingkungan dan faktor abiotik. Interaksi antar faktor biotik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan yang terdapat mikoriza (Richard, 1987). Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pembentukan MA adalah cahaya, suhu, kandungan air tanah, pH tanah, ketersediaan hara, bahan organik, tanaman inang dan mikroorganisme (Setiadi, 2001).

2.3.1 Cahaya

Rendahnya jumlah produksi spora dan akar tanaman yang terinfeksi MA dapat disebabkan oleh tingginya naungan pada tanaman inang. Naungan yang rendah dapat meningkatkan respon tanaman terhadap mikoriza. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan dan perkembangan hifa internal dalam akar yang baik sehingga memacu perkembangan hifa eksternal pada rhizosfer (Setiadi, 2001).

2.3.2 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 MA. Semakin tinggi suhu semakin banyak jumlah spora, hal ini menunjukkan suhu dan mikoriza berkorelasi positif. Suhu berpengaruh

dalam pertumbuhan dan pembentukan koloni spora mikoriza. Hal ini pada suhu tinggi, aktifitas mikoriza akan semakin meningkat sehingga jumlah mikoriza akan lebih banyak. Suhu terbaik untuk untuk perkembangan mikoriza yakni 28-35°C.

2.3.3 Kandungan Air Tanah

Kandungan air tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan serta infeksi mikoriza terhadap akar tanaman. Kadar air tanah yang sangat tinggi atau sangat rendah juga kurang baik bagi perkembangan mikoriza. Apabila kadar air sangat tinggi menyebabkan kondisi anaerob sehingga menghambat perkembangan mikoriza karena semua jamur pembentuk mikoriza adalah obligat aerob. Sedangkan kandungan air tanah yang rendah menyebabkan kondisi lahan kering. Lahan kering sangat mendukung bagi perkembangan mikoriza, dimana ketersediaan unsur hara yang rendah pada kondisi lahan kering tersebut akan mengoptimalkan perkembangan hifa mikoriza (Nurhalimah *et al.*, 2013).

2.3.4 Derajat Kemasaman (pH)

Derajat kemasaman berpengaruh terhadap aktifitas enzim fosfatase dalam perkecambahan spora. Derajat kemasaman berpengaruh pada perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan. Kondisi pH optimum untuk perkembangan fungi mikoriza berbeda-beda tergantung pada adaptasi fungi mikoriza terhadap lingkungan. Beberapa spesies MA beradaptasi pada pH dengan lingkungan yang berbeda antara lain, *Glomus mosseae* dapat berkecambah dengan baik pada pH 6–9. Spora *Gigaspora coralloidea* dan *Gigaspora heterogama* dapat berkecambah dengan baik pada pH 4–6. *Glomus epigaeum* perkecambahannya lebih baik pada pH 6–8.

2.3.5 Bahan Organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen yang menunjang dalam meningkatkan kesuburan tanah serta memperbaiki sifat-sifat tanah. Jumlah spora mikoriza berhubungan erat dengan kadar bahan organik dalam tanah. Pada tanah yang memiliki kadar bahan organik 1–2% spora maksimum sedangkan pada tanah berbahan organik kurang dari 0,5% spora sangat rendah (Sundari *et al.*, 2011).

2.3.6 Tanaman Inang

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 mikoriza. Kondisi fisik tanaman akan mempengaruhi perkembangan mikoriza dan terputusnya asosiasi antara fungi dengan tanaman, selanjutnya dapat memicu sporulasi mikoriza. Kondisi tanaman inang tertekan atau terganggu maka cenderung membentuk spora lebih banyak (Shi *et al.*, 2007).

2.3.7 Mikroorganisme

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 mikoriza (Paulitz dan Linderman, 1991). Namun mikroorganisme yang bersifat non-antagonis tidak menimbulkan gangguan fisik justru terkadang mikroorganisme tertentu dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman inang dan mempengaruhi perkembangan (Mukherji *et al.*, 1997).

2.4 Peran Mikoriza dalam Tanah

Secara umum mikoriza berperan dalam ekosistem, tanaman dan manusia. Di dalam ekosistem, mikoriza berperan dalam siklus hara dengan memperbaiki struktur tanah dan memberikan karbohidrat dari tanaman ke organisme tanah yang lain. Manfaat untuk tumbuhan, mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur hara terutama unsur P.

Keberadaan MA dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti kondisi fisik dan kimia tanah. Sifat tanah tekstur, pH, C-Organik, N, P dan K mempengaruhi sebaran MA dalam tanah (Cahyani *et al.*, 2014). Ketersediaan hara yang rendah akan mengoptimalkan kerja mikoriza dengan memperluas daerah penyerapan dan menembus daerah penipisan nutrisi (*zone of nutrient depletion*). Populasi MA yang tinggi diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan yang lebih

sesuai dan tidak terdapat jamur antagonis yang menghambat sporulasi MA sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan spora (Puspitasari, 2012).

Unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman yang terinfeksi mikoriza terutama P, karena unsur P diperlukan tanaman dalam jumlah banyak. Selain mampu meningkatkan unsur P, mikoriza juga meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara mikro seperti Cu, Zn dan B (Setiadi, 2003). Berdasarkan penelitian Arief (2016) menjelaskan bahwa peningkatan nilai P-tersedia dalam tanah dikarenakan kemampuan mikoriza dalam menyediakan unsur P dalam tanah. Fosfat yang diserap oleh tanaman tanpa mikoriza sangat terbatas oleh kelambatan gerak dari anion dalam tanah. MA melepaskan P tanah dari sukar larut menjadi bentuk yang larut sehingga mampu diserap oleh tanah. Melalui asosiasi MA dengan hifa eksternal mampu meningkatkan luas daerah penyerapan hara terutama fosfor. Peningkatan fosfor dalam tanah akan meningkatkan proses fotosintesis dan juga meningkatkan bahan kering tanaman kudzu tropika (Indriani *et al.*, 2006).

Penyerapan unsur hara oleh mikoriza juga dapat melalui kemampuan mikoriza dalam memperbaiki sifat fisik tanah. Peningkatan jumlah spora memberikan pengaruh pada pori drainase lambat. Meningkatnya kepadatan tanah akibat pemberian isolat mikoriza dan menurunnya porositas tanah sehingga menurunkan pori drainase. Seiring peningkatan kepadatan tanah menurunkan pori tanah, sehingga membantu tanah untuk mengikat air dengan lebih baik (Cahyani, 2016).

2.5 Peran Pupuk Kandang Sapi dalam Tanah

Pupuk kandang adalah pupuk organik yang berasal dari kandang ternak, baik berupa kotoran padat (feses) yang bercampur sisa makanan maupun urine. Oleh karena itu, pupuk kandang terdiri dari dua jenis yaitu berupa padatan dan cair (Lingga dan Marsono, 2013). Pupuk kandang juga terdapat dua golongan yaitu pupuk dingin dan pupuk dingin. Pupuk dingin merupakan pupuk yang terbentuk karena proses mikroorganisme berlangsung secara perlahan-lahan sehingga tidak membentuk panas. Sebaliknya, pupuk panas yaitu pupuk yang terbentuk karena proses penguraian oleh mikroorganisme secara cepat sehingga membentuk panas (Hayati *et al.*, 2012). Pupuk kandang dapat diperoleh dari beberapa jenis ternak seperti kuda, sapi, kerbau, kambing, domba, babi dan ayam.

Pupuk kandang sapi merupakan salah satu sumber bahan organik yang mudah didapatkan dibandingkan pupuk kandang lainnya. Penambahan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kandungan C-Organik (Apriwulandari, 2008). Pupuk kandang sapi mengandung kadar lengas 26,28%, C Organik 6,62%, N total 0,65%, nisbah C/N 10,18, kadar bahan organik 11,41%, asam humat 3,42% dan asam fluvat 2,92% (Trianasari, 2009). Pupuk kandang sapi sebagai salah satu pupuk dingin memiliki kadar Nitrogen 0,40%, fosfor 0,20%, kalium 0,10%, dan kadar air 85% (Lingga dan Marsono, 2013).

Pengaplikasian pupuk kandang sapi memberikan manfaat bagi pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air. Melalui daya simpan air yang tinggi maka mineralisasi bahan organik menjadi hara dapat dimanfaatkan oleh tanaman selama masa pertumbuhannya. Air yang tersimpan oleh bahan organik tersebut juga membantu pergerakan unsur hara dalam tanah dan mendistribusikan ke seluruh organ tanaman (Sudarto *et al.*, 2003). Penambahan pupuk kandang sapi memberikan nilai pH yang lebih tinggi dan KTK. Pelepasan kation-kation basa sehingga kation tersebut dapat menggantikan H^+ yang terjerap. Pelapukan bahan organik akan menghasilkan humus (koloid organik) yang mempunyai permukaan dapat memecah unsur hara. Melalui peningkatan KTK menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur-unsur hara sehingga terhindar dari pencucian (Apriwulandari, 2008).

Selain pupuk kandang mampu menambah unsur hara dalam tanah, juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah (Sarief, 1989). Beberapa sifat fisik yang dipengaruhi oleh pupuk kandang adalah kemantapan agregat, bobot volume, total ruang pori, plastisitas dan daya pegang air (Soepardi, 1983). Melalui pemberian bahan organik pada tanah berpasir cenderung meningkatkan porositas dan berpengaruh terhadap ketersediaan air pada tanah (Arief, 2016).

Pada umumnya, keadaan tanah Indonesia diberi pupuk kandang sebanyak 20 ton/ha (Lingga dan Marsono, 2013) Menurut hasil penelitian Mayadewi (2007), pemberian pupuk kandang sapi 20 ton/ha memberikan berat tongkol tertinggi pada jagung. Peningkatan berat tongkol diduga berhubungan erat dengan besarnya fotosintat yang ditranslokasikan ke bagian tongkol. Semakin besar fotosintat yang ditranslokasikan ke tongkol maka semakin meningkat pula berat segar tongkol.

2.6 Tanah Ultisol

Ultisol merupakan salah satu tanah mineral yang memiliki warna podsolik merah dan kuning. Jenis tanah ini juga cukup mendominasi di daratan Indonesia. Berdasarkan data Puslitbang tanah menunjukkan bahwa sebaran tanah Ultisol di mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari sebaran tanah di daratan Indonesia. Sebaran di daerah Kalimantan paling tinggi seluas 21.938.000 ha. Tanah ini dijumpai pada berbagai relief, mulai datar hingga bergunung (Prasetyo dan Suriadakarta, 2006).

Tanah Ultisol mempunyai tingkat perkembangan lanjut yang di cirikan dengan penampang tanah yang dalam, kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah, reaksi tanah masam dan kejenuhan basa rendah (Subowo *et al.*, 1990). Berdasarkan penelitian Prasetyo dan Suriadakarta (2006), reaksi tanah Ultisol pada umumnya memiliki tingkat kemasaman tinggi dengan pH antara 5 sampai 3,1 kecuali tanah Ultisol dari batu gamping yang mempunyai reaksi netral hingga agak masam pH 6,8 sampai 6,5. Kapasitas tukar kation pada tanah Ultisol dari granit, sedimen dan tufa tergolong rendah masing-masing berkisar antara 2,9 sampai 7,5 cmol/kg, 6,11 sampai 13,68 cmol/kg dan 6,10 sampai 6,80 cmol/kg. Sedangkankan dari bahan volkan andesit dan batu gamping tergolong tinggi (> 17 cmol/kg). Kejenuhan Al pada tanah Ultisol dari bahan sedimen dan granit juga cukup tinggi lebih dari 60%. Namun, kejenuhan Al pada Ultisol dari bahan volkan rendah dan gamping.

Kandungan hara dan kimia pada tanah Ultisol tersebut dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Kandungan bahan organik juga sangat rendah sampai sedang dengan C/N termasuk rendah. Kandungan P potensial dan tersediapun sangat rendah. Kandungan K potensial dalam tanah juga tergolong sangat rendah sampai rendah dan KTK juga termasuk rendah (Hidayat dan Mulyani, 2002). Dalam penelitian Yulnafatmawita *et al.* (2012) bahwa Ultisol di Limau Manis mempunyai kandungan BO yang rendah sekitar 2,9% pada top soil. Kondisi iklim dengan suhu dan curah hujan yang tinggi mengakibatkan laju pelapukan BO semakin cepat.

2.6 Tanah Entisol

Tanah marginal adalah tanah yang memiliki daya dukung rendah dan banyak permasalahan pada pengelolaan pertanian. Salah satu tanah marginal yang terdapat di Indonesia adalah tanah Entisol (Suryani, 2011). Tanah entisol merupakan tanah muda yang dan baru berkembang. Tanah ini memiliki penciri lain okrik, albik atau histik. Tanah ini dulu disebut dengan Regosol (Hardjowigeno, 1995). Tanah Entisol memiliki bahan mineral belum membentuk horizon pedogenik yang nyata, karena pelapukan baru terjadi atau hasil bahan induk yang sukar seperti pasir kuarsa, atau batuan keras yang lambat larut seperti batu gamping, atau pencampuran horison oleh pengolahan tanah atau hewan (Darmawidjaja, 1990).

Tanah Entisol adalah tanah yang belum berkembang dan banyak dijumpai pada tanah dengan bahan induk yang sangat beragam, baik dari jenis dan sifat asalnya. Beberapa contoh Entisol antara lain berupa tanah yang berkembang pada kondisi yang sangat basah atau sangat kering. Nilai reaksi tanah sangat beragam mulai dari pH 2,5 sampai 8,5 dengan kadar bahan organik tergolong rendah dan biasanya kurang dari 1%, kejenuhan basa sedang hingga tinggi dengan KTK sangat beragam karena tergantung bahan induk, permeabilitas dan peka terhadap erosi. Meskipun pada tanah ini tidak terjadi pencucian hara, untuk mendapatkan hasil tanaman yang tinggi biasanya membutuhkan pupuk N, P dan K (Munir, 1996).

Entisol mempunyai kadar liat yang rendah sehingga mudah melewatkan air dan air mudah hilang karena perkolasi (Suryani, 2011). Tanah yang didominasi tekstur pasir maka daya pegang terhadap air sangat lemah. Kondisi ini menyebabkan air dan udara mudah masuk-keluar dalam tanah dan hanya sedikit air yang tertahan. Semakin poreus tanah maka semakin mudah air untuk hilang dari tanah (Hanafiah, 2012).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Agustus 2016. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada tanggal 5 Februari 2016 di Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Tenggarong, Provinsi Kalimantan Timur. Sedangkan untuk tahap analisis mikoriza dilaksanakan tanggal 15 Februari sampai 22 Agustus 2016 di Laboratorium Biologi Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Perbanyakan mikoriza dilakukan di *glasshouse* Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain sekop, kertas label dan kantong plastik, pena dan buku catatan. Pengamatan mikoriza dilakukan dengan metode *wet sieving* dengan mikroskop, penyemprot, tabung silinder, saringan bersusun (diameter 250 μ m, 105 μ m dan 45 μ m), cawan petri. Pengamatan pengukuran pertumbuhan tanaman dibutuhkan penggaris, meteran.

Bahan yang digunakan antara lain sampel tanah, akar dari beberapa titik lokasi penelitian di lapangan, bibit jagung hibrida varietas Bonanza F1. Tahap isolasi, perhitungan spora digunakan sukrosa dengan kadar 60%, aquadest, air. Sedangkan untuk pengawetan akar tanaman menggunakan alkohol 60%, formalin dan aseton. Identifikasi kolonisasi spora terhadap akar dengan metode pewarnaan akar digunakan larutan KOH 10%, HCl 2%, gliserol, asam laktat dan *trypan blue* (Nusantara *et al.*, 2012). Tahap perbanyakan diperlukan tanah Ultisol dan Entisol sebagai media tanam, pupuk kandang sapi sebagai tambahan bahan, mikoriza *acaulospora* sp. dan *glomus* sp dan jagung manis.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor. Faktor pertama yang mempengaruhi dalam penelitian ini adalah media tanam yang terdiri dari empat taraf. Faktor kedua adalah jenis mikoriza yang terdiri dari dua taraf. Setiap perlakuan diinokulasikan spora MA sebanyak 20 spora/cup dengan masing-masing jenis spora. Berdasarkan 2 faktor tersebut maka

didapatkan 8 kombinasi perlakuan (Tabel 2). Perlakuan yang diberikan 2 faktor sebagai berikut :

1. Media Tanam

U : Ultisol

UP : Ultisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha⁻¹

E : Entisol

EP : Entisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha⁻¹

2. Jenis Mikoriza :

A : *Acaulospora* sp.

G : *Glomus* sp.

Tabel 2. Perlakuan penelitian

Kode	Perlakuan
UA	Ultisol + <i>Acaulospora</i> sp.
UG	Ultisol + <i>Glomus</i> sp.
UPA	Ultisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha ⁻¹ + <i>Acaulospora</i> sp.
UPG	Ultisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha ⁻¹ + <i>Glomus</i> sp.
EA	Entisol + <i>Acaulospora</i> sp.
EG	Entisol + <i>Glomus</i> sp.
EPA	Entisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha ⁻¹ + <i>Acaulospora</i> sp.
EPG	Entisol + Pupuk Kandang Sapi 20 ton ha ⁻¹ + <i>Glomus</i> sp.

3.4 Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan dengan tiga tahap yaitu pengambilan sampel tanah dan akar, analisis mikoriza di laboratorium meliputi isolasi dan identifikasi spora serta persentase infeksi akar, perbanyakan spora dilakukan pada berbagai media dan tanaman inang jagung.

3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah dan Akar

Pengambilan sampel tanah dan akar dilakukan untuk menghitung populasi dan mengidentifikasi jenis mikoriza. Contoh tanah diambil dari tiga lokasi yang teridentifikasi sebagai tanah Ultisol. Pengambilan contoh tanah dan akar dilakukan secara *random sampling* berdasarkan jenis tanaman yang dominan pada lahan.

Lahan pertama yang diamati yaitu lahan hutan dengan tiga tanaman dominan yang diambil contoh tanah antara lain dari; tanaman karet, durian dan cempedak. Lokasi kedua dengan penggunaan lahan tegalan diambil tiga tanaman yang dominan pula yaitu durian, pisang dan sawit. Sedangkan pada lokasi ketiga merupakan pertanian dengan dominan tanaman semusim yaitu singkong dan terong (Lampiran 17).

Setiap tanaman yang dipilih dan diambil sampel tanah pada tiga titik dengan 50 cm dari pangkal batang ke arah yang berbeda-beda. Pada masing-masing sudut diambil sampel tanah sebanyak 2 kg dari kedalaman 0 sampai 30 cm. Selanjutnya, contoh tanah dari ketiga sudut yang berbeda tersebut dikompositkan menjadi satu sampel sebanyak 6 kg dan diambil sebagai sampel tanah contoh sebanyak 2 kg. Dari berat sampel tanah tersebut maka 100 gram digunakan untuk pengamatan tanah, 100 gram untuk analisis kimia tanah, 100 gram untuk analisis fisika sebagai analisis dasar tanah dan sisa tanah dari sampel tanah untuk keperluan bahan media tanam. Kemudian sampel tanah disimpan dalam plastik dan diberi label.

Bersamaan dengan pengambilan sampel tanah maka disertakan pula akar tanaman inang. Pengambilan dipilih akar serabut yang terletak pada ujung tanaman, dari masing-masing sampel akar diberikan label sesuai dengan jenis dan segera disimpan dalam larutan FAA di laboratorium.

3.4.2 Pengamatan Jumlah dan Identifikasi Spora Mikoriza

Metode *Wet sieving* digunakan untuk menentukan jumlah spora mikoriza dalam tanah yang telah diambil sebelumnya (Wijayanti *et al.*, 2015). Beberapa tahap yang dilakukan yaitu: (1) membuat suspensi tanah sebesar 100 g sampel tanah yang telah dilarutkan dengan aquadest 500 ml, (2) hancurkan tanah apabila terdapat agregat dengan mixer \pm 2 menit, (3) lakukan penyaringan dengan ayakan bertingkat, (4) tanah yang mengendap pada ayakan ukuran 45 μ m dilakukan pengenceran dengan air 200 ml, (5) hasil tersebut dibagi secara merata pada 12 tabung reaksi kemudian dihomogenkan, (6) penambahan larutan gula 60% dan sentrifuge ulang dengan 2700 rpm selama 2000 menit, (7) pada bagian teratas yang paling bening diambil dengan pipet hisap dan diletakkan pada cawan petri, (8) selanjutnya, dilakukan pengamatan dengan mikroskop (Nusantara *et al.*, 2012).

3.4.3 Pengamatan Infeksi Akar oleh Mikoriza

Perhitungan persentase infeksi akar dilakukan dengan metode yang dikembangkan oleh Nemeč (1982), yaitu dengan pengamatan di bawah mikroskop tentang adanya infeksi secara eksternal maupun internal yang dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut; (1) sampel akar dicuci 3 kali sampai bersih dengan air dan potong akar sepanjang ± 1 cm, (2) akar direndam dalam KOH 10% pada suhu 90°C selama 2 jam, (3) selanjutnya dibilas 4x untuk menghilangkan sisa KOH yang menempel pada akar, (4) setelah dicuci bersih kemudian diberikan HCl 2% selama 2 menit, (5) tuangkan asam dari akar dan ditambahkan zat pewarna 0,05% *trypan blue* dan didiamkan selama 24 jam, (6) kemudian letakkan berjajar pada gelas objek dengan setiap 10 potong akar ditutup dengan sebuah *cover slip*, (7) catat data hasil pengamatan, selanjutnya (8) dilakukan perhitungan infeksi mikoriza (Prasetya *et al.*, 2002).

3.4.4 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian adalah tanah Ultisol, tanah Entisol dan pupuk kandang. Tanah Ultisol diambil dari Loa Kulu, Tenggarong Kalimantan Timur secara komposit pada tiga lahan yang berbeda dengan kedalaman 0 – 50 cm. Sedangkan tanah Entisol diambil dari lokasi Desa Taji Kecamatan Jabung Kabupaten Malang dengan melakukan deskripsi tanah dan diambil sampel tanah secukupnya.

Tanah yang akan digunakan media tanam dilakukan sterilisasi dengan teknik uap. Tanah dipindahkan ke dalam nampan dan dikukus selama 2 jam/hari, selama 3 hari berturut-turut (Cahyani, 2009). Tanah yang telah disterilkan, dikompositkan agar tercampur secara merata. Selanjutnya tanah dikering udarakan selama 2 hari kemudian diayak dengan ayakan lolos 2 mm.

Tanah yang telah diayak sebagian ditimbang 500 gram dan dilebihkan 100 gram untuk analisis awal kimia tanah (P-tersedia, P-total dan C-Organik) Masing-masing tanah Ultisol dan Entisol dicampur dengan pupuk kandang (lampiran 4) dikompositkan dan disusun sesuai dengan kombinasi pada rancangan penelitian. Sebelum tanah dimasukkan kedalam pot terlebih dahulu pot dilubangi untuk sirkulasi udara dan menghindari air tergenang didalam pot tersebut (Lampiran 18).

Setelah komposisi media dan pot sudah disiapkan, kemudian media dimasukkan dalam pot dan disusun pada rak sesuai dengan letak perlakuan yang telah diacak.

3.4.5 Persiapan Tanaman Inang

Benih yang akan digunakan sebagai tanaman inang adalah jagung manis (*Zea Mays Saccharata*) dengan varietas Bonanza F1 yang sudah diberi fungisida. Benih-benih dicuci dan direndam aquades steril selama 5 jam. Sebelum dilakukan penanaman benih disemaikan terlebih dahulu ditata dalam wadah yang sudah dialasi dengan kapas dan ditutup dengan tisu, kemudian diberikan air untuk menciptakan kondisi lembab. Benih dijaga dalam kondisi lembab selama 3 hari. Selanjutnya, benih yang seragam siap dipindahkan kedalam media tanam (Proborini, 2013).

3.4.6 Perhitungan Kadar Air

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada masing-masing bahan media. Kegiatan ini dilakukan dengan menimbang cawan, dilanjutkan dengan menimbang bahan media tanah Ultisol dan Entisol sebesar 50 g. Selanjutnya, tanah dimasukkan dalam oven 110° C selama 24 jam. Tanah dikeluarkan dari oven dan ditunggu 15 menit supaya suhu sesuai dengan suhu ruangan kemudian timbang dan dihitung kadar airnya (lampiran 5). Perhitungan kadar air sampel bisa menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar air sampel} = \frac{(\text{Bobot Basah} + \text{Cawan}) - (\text{Bobot Kering Oven} + \text{Cawan})}{\text{Bobot Kering Oven}}$$

3.4.7 Penanaman dan Inokulasi MA

Perbanyak mikoriza dilakukan dengan menginokulasikan spora mikoriza pada tanaman inang. Tanaman inang yang digunakan adalah jagung manis. Sebelum spora digunakan, diseleksi terlebih dahulu berdasarkan bentuk, ukuran dan warna spora yang seragam. Spora diinokulasikan dengan meletakkan spora tepat dibagian perakaran tanaman inang (Lampiran 18).

Sebelum kecambah ditanam terlebih dahulu diseleksi benih yang pertumbuhannya bagus. Benih ditanam pada kedalaman ± 2 cm dengan 1 benih perlubang selanjutnya ditutup dengan tanah. Setiap lubang tanam diberikan tisu di dalam yang dibentuk kerucut untuk memasukkan benih jagung dan mikoriza. Hal

ini dilakukan agar mikoriza dapat menginfeksi langsung pada akar tanaman. Didalam kerucut tisu yang telah terisi benih dimasukkan satu jenis spora sebanyak 20 spora. Masing-masing jenis spora di berikan sesuai perlakuan. Selanjutnya tutup lubang yang sudah diberikan spora dan benih ditutup dengan tanah (Gambar 3).



Gambar 3. Pot penanaman

3.4.8 Pemeliharaan Tanaman

Perawatan tanaman dilakukan dengan penyiraman setiap hari pada pagi dan sore hari untuk mempertahankan kadar air kapasitas lapang dan berdasarkan bobot tanah dalam kondisi kapasitas lapang sebagai dasar penyiraman. Pengukuran kapasitas lapang dilakukan saat awal tanam hal ini untuk mengetahui kebutuhan air oleh tanah dan tanaman. Pengukuran ini dilakukan dengan cara sampel dimasukkan kedalam bak yang berisi air sampai jenuh dan dibiarkan selama 12 jam. Apabila air sudah meresap kedalam sampel tanah maka ditimbang. Selanjutnya sampel tersebut dibiarkan ditempat terbuka selama 12 jam pula, kemudian ditimbang untuk mengetahui kehilangan air yang terjadi. Hasil timbangan akhir akan dikurangi dengan hasil timbangan pada saat penjenuhan sehingga dapat diketahui kehilangan air (Lampiran 6). Selanjutnya, apabila terdapat tanaman yang kerdil dan tidak tumbuh akan dilakukan penyulaman. Sebelum dilakukan penyulaman, benih dikecambahkan terlebih dahulu seperti diawal tanam.

3.4.9 Panen

Panen dilakukan saat masa vegetatif telah selesai sekitar umur 42 HST. Hal ini disesuaikan dengan umur tanaman jagung pada varietas Bonanza F1. Panen dilakukan setelah daun telah terbuka sempurna yang menandai dari berakhirnya

masa vegetatif tanaman jagung tersebut. Pada saat panen ini dilakukan dokumentasi tinggi tanaman, jumlah daun dan akar berdasarkan masing-masing perlakuan (Lampiran 19).

3.5 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Setelah dilakukan perbanyakan mikoriza di rumah kaca, kemudian dilakukan pengamatan dan pengumpulan data pada masing-masing parameter pengamatan meliputi jumlah spora dan persentase infeksi akar, pada tanah diamati pH, P-tersedia dan P-total, C-organik serta pada tanaman inang diamati tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot kering tanaman (Tabel 3).

Tabel 3. Parameter Pengamatan

No.	Parameter Pengamatan	Metode Analisis	Waktu Pengamatan
1.	Jumlah Spora	<i>Wet sieving</i>	
2.	Infeksi akar	Pewarnaan Akar	
3.	pH	pH H ₂ O	Sebelum tanam dan
4.	P-tersedia	Bray-I	42 HST
5.	P-total	Spektrofotometri (Pengekstrak HCl 25%)	
6.	C-Organik	Walkley and Black	
7.	Tinggi tanaman	Kuantitatif	7, 14, 21, 28,35 dan
8.	Jumlah daun	Kuantitatif	42 HST
9.	Bobot kering tanaman	Gravimetri	42 HST

3.5.1 Pengamatan Jumlah Spora MA dan Infeksi Akar

Pengamatan dilakukan adalah deskripsi dan identifikasi mikoriza dari sampel tanah Ultisol pada beberapa jenis tanaman dan setelah dilakukan perbanyakan MA dengan tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata*) maka dilakukan perhitungan jumlah spora setelah panen (42 HST). Pengamatan jumlah spora menggunakan metode *Wet Sieving*.

Derajat infeksi MA dilihat ada atau tidaknya struktur vesikula, arbuskula dan hifa internal menggunakan metode pewarnaan akar. Persentase derajat infeksi mikoriza dihitung berdasarkan rumus berikut (Setiadi *et al.*, 1991):

$$\% \text{ derajat infeksi akar} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{Jumlah akar yang diamati}} \times 100\%$$

Untuk mengetahui nilai derajat infeksi digunakan kriteria berikut (tabel 4).

Tabel 4. Kriteria efektifitas derajat infeksi mikoriza (Brundett *et al*, 1996)

Derajat Infeksi	Kriteria
0 – 5	Sangat rendah
>5 – 25	Rendah
> 25 – 50	Sedang
> 50 – 75	Tinggi
> 75 – 100	Sangat Tinggi

3.5.3 Pengamatan Sifat Kimia Tanah (P-total dan P-tersedia)

Pengamatan P-total dan P-tersedia dilakukan dengan pengambilan sampel media tanam yang akan digunakan sesuai dengan komposisi masing-masing perlakuan. Pengamatan P-total dilakukan pada awal sebelum tanam dan akhir (42 HST) dengan metode HCl 25%. Sedangkan untuk pengamatan P-tersedia dilakukan di akhir tanam yaitu pada 42 HST dengan metode Bray-I (jika pH media < 6.5) dan Olsen (jika pH media \geq 6.5) (Eviati, 2009). Pengamatan P-total dan P-tersedia dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.5.4 Pengamatan Bobot Kering Tanaman

Pengamatan bobot kering tanaman dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman jagung pada masing-masing perlakuan. Pada pengamatan bobot kering tanaman, tanaman jagung manis dipanen pada umur 42 HST, kemudian dilakukan penimbangan bobot awal (bobot basah) masing-masing perlakuan. Kemudian masing-masing tanaman dimasukkan kedalam kertas untuk dioven pada suhu 80⁰C selama 48 jam. Lalu ditimbang bobot kering (berat kering) tanaman, kemudian dilakukan penghitungan menggunakan rumus :

$$\text{Bobot kering} = \frac{\text{Bobot kering subcontoh (g)}}{\text{Bobot basah subcontoh (g)}} \times \text{Total bobot basah}$$

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh selama penelitian dilakukan tabulasi menggunakan program *Microsoft Excel*. Analisis data menggunakan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan aplikasi *Genstat*. Apabila ANOVA

menunjukkan perbedaan nyata maka di uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range*) taraf 5%. Selanjutnya, untuk mengetahui hubungan dan pengaruh kedua variabel dilakukan uji korelasi dan regresi menggunakan aplikasi *Genstat* dan program *Microsoft Excel* (Minardi *et al.*, 2011).



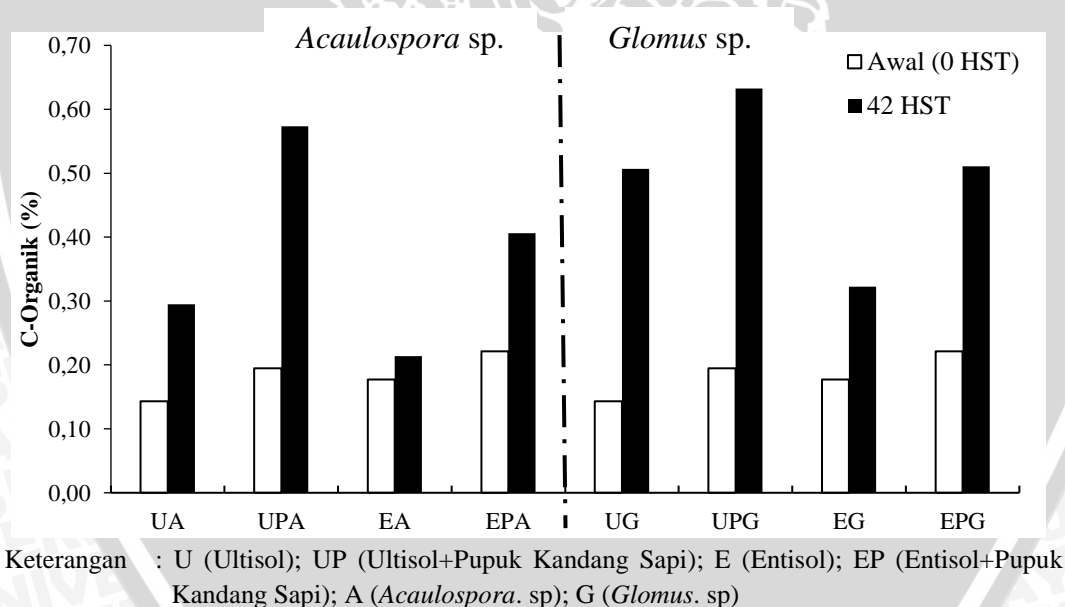
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Perlakuan kombinasi media tanam (Ultisol, Entisol dan penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis mikoriza mempengaruhi variabel jumlah spora, infeksi akar, P-total, dan P-tersedia. Adanya pengaruh tersebut, memberikan nilai yang berbeda-beda. Berikut hasil pengamatan pada beberapa parameter :

4.1.1 Kadar C-organik

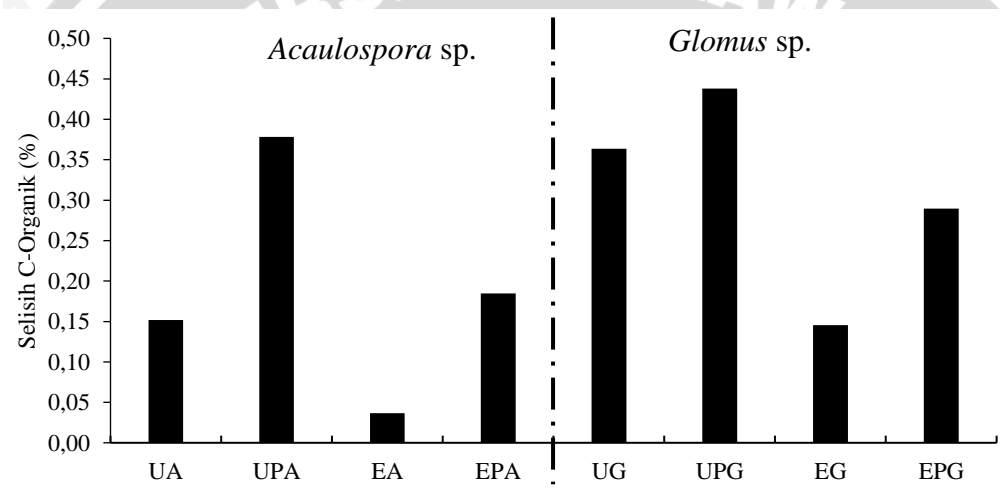
Hasil sidik ragam pada seluruh perlakuan menunjukkan pengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) pada perlakuan dengan faktor media tanam dan jenis MA sedangkan interaksi antara kedua faktor tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik (Lampiran 7). Perlakuan media tanam (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi memberikan peningkatan terhadap kadar C-organik tanah dalam media perbanyakan MA (Gambar 4).



Gambar 4. Kadar C-organik media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST

Berdasarkan keseluruhan media tanam yang digunakan, Ultisol dengan penambahan pupuk kandang sapi menunjukkan rata-rata kadar C-organik tertinggi (0,6%) dan terendah pada media Entisol (0,27%). Berdasarkan hasil C-organik tersebut, dapat diketahui bahwa Ultisol dengan pupuk kandang sapi memiliki pengaruh lebih besar terhadap kadar C-organik dibandingkan media lainnya.

Hasil selisih antara analisis awal (0 HST) dan analisis akhir (42 HST) menunjukkan peningkatan kadar C-organik yang berbeda. Hasil sidik ragam pada perlakuan dengan faktor media tanam menunjukkan pengaruh nyata ($p=0,02$), sedangkan faktor jenis mikoriza maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap selisih kadar C-organik. Peningkatan tertinggi pada kombinasi media tanam ditunjukkan oleh Ultisol dengan penambahan pupuk kandang sapi (0,36%) dan terendah pada Entisol tanpa penambahan pupuk kandang sapi (0,13). Hal ini menunjukkan penambahan pupuk kandang sapi pada Ultisol memberikan pengaruh lebih besar terhadap peningkatan kadar C-organik dibandingkan pada Entisol ($0,36 \pm 0,06$) (Gambar 5).



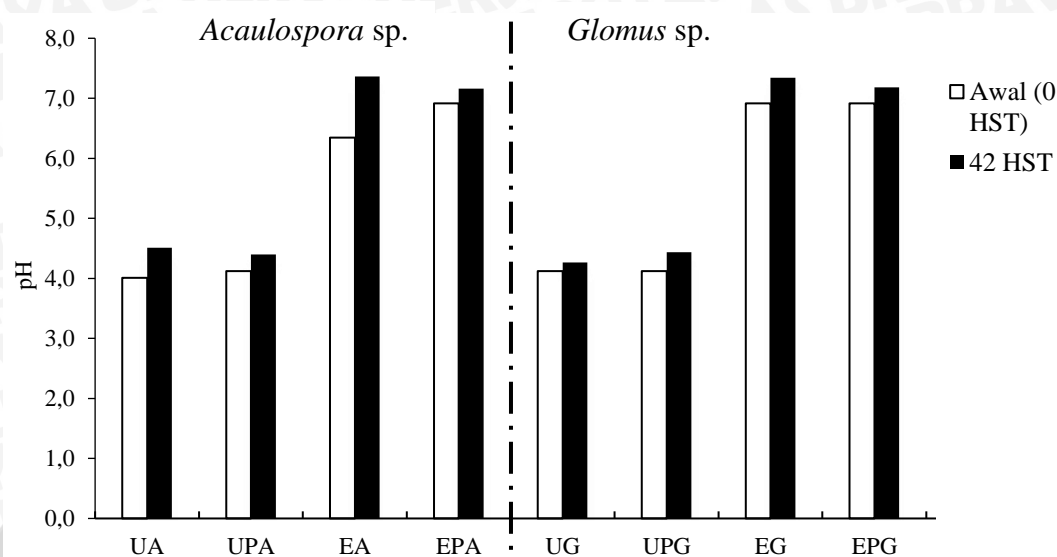
Keterangan : U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EPG (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora sp.*); G (*Glomus sp.*)

Gambar 5. Selisih kadar C-organik media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST

4.1.2 Derajat kemasaman (pH)

Perlakuan dengan faktor media tanam dan jenis mikoriza memberikan nilai pH yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis tanah pada akhir pengamatan, menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan dari kondisi awal (0 HST). Hasil sidik ragam pada perlakuan dengan faktor media tanam menunjukkan pengaruh sangat nyata ($p<0,001$) terhadap pH tanah, sedangkan faktor jenis mikoriza dan interaksi antara kedua faktor tersebut tidak berpengaruh terhadap nilai pH (Lampiran 8). Pada kedua jenis mikoriza, media Ultisol yang digunakan lebih rendah dibandingkan Entisol (Gambar 6). Berdasarkan media tanam tersebut, nilai pH

tertinggi pada kombinasi Entisol dengan tanpa penambahan pupuk ($7,3 \pm 0,08$) dan terendah pada Ultisol tanpa pemberian pupuk kandang sapi ($4,4 \pm 0,08$).



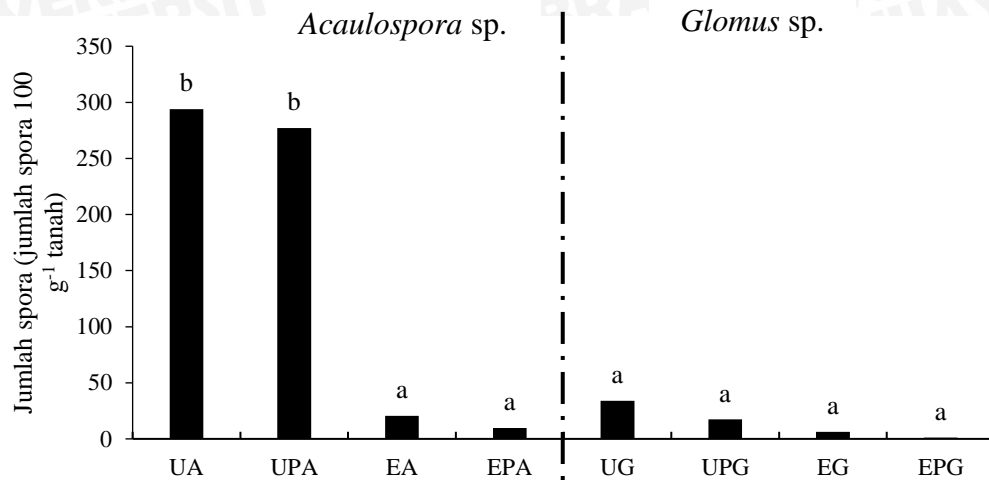
Keterangan : U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora sp.*); G (*Glomus sp.*)

Gambar 6. Hasil analisis pH media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST

4.1.3 Jumlah spora

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi sangat nyata ($p < 0,001$) antara kombinasi media tanam dengan jenis mikoriza terhadap jumlah spora (Lampiran 9). Perlakuan jenis tanah, jenis MA dan pupuk kandang sapi menghasilkan jumlah spora yang berbeda-beda pada 42 HST. Secara keseluruhan, populasi MA tertinggi terdapat pada Ultisol dengan jenis *Acaulospora sp.* sebanyak 294 spora 100 g^{-1} tanah dan terendah pada Entisol dengan jenis *Glomus sp.* sebanyak 1 spora 100 g^{-1} tanah (Gambar 7).

Apabila dilihat dari jenis mikoriza, spora tertinggi ditunjukkan oleh *Acaulospora sp.* (151 spora 100 g^{-1} tanah) dan terendah pada jenis *Glomus sp.* (15 spora 100 g^{-1} tanah) pada masing-masing media tanam yang digunakan. Pada jenis *Acaulospora sp.* baik pada Ultisol maupun Entisol memiliki jumlah yang lebih tinggi dibandingkan *Glomus sp.* Selain itu, media tanam terbaik pada Ultisol tanpa penambahan pupuk kandang sapi dengan jumlah spora 164 spora 100 g^{-1} tanah (Gambar 7).

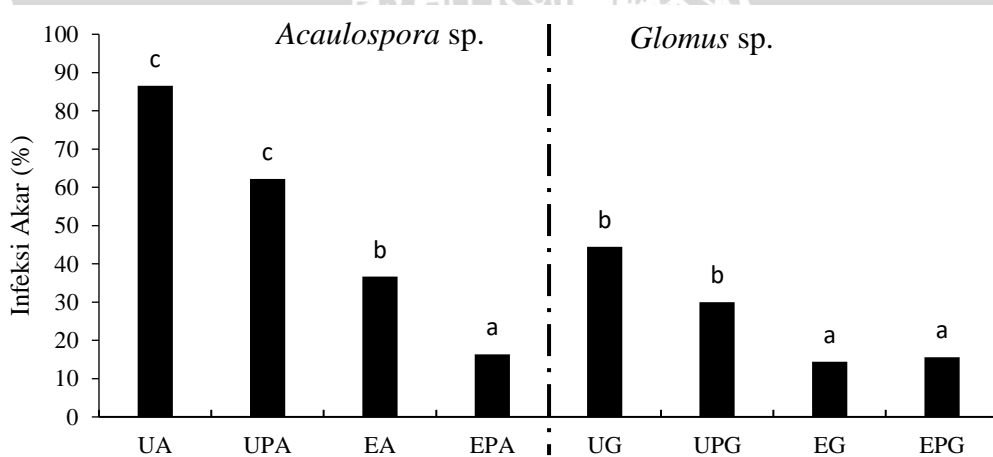


Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora*. sp); G (*Glomus*. sp)

Gambar 7. Jumlah MA (100 g⁻¹ tanah) media perbanyakan pada 42 HST

4.1.4 Infeksi Akar oleh Mikoriza

Perlakuan kombinasi antara faktor media dan jenis mikoriza menunjukkan interaksi yang sangat nyata ($p < 0,001$) terhadap infeksi akar (Lampiran 10). Pada semua perlakuan, persentase infeksi mikoriza tertinggi terdapat pada perlakuan Ultisol dengan *Acaulospora* sp. tanpa diberikan pupuk (UA) sebesar 86,56%. Perlakuan terendah pada perlakuan Entisol dan *Glomus* sp. dengan penambahan pupuk kandang 15,56% (Gambar 8).



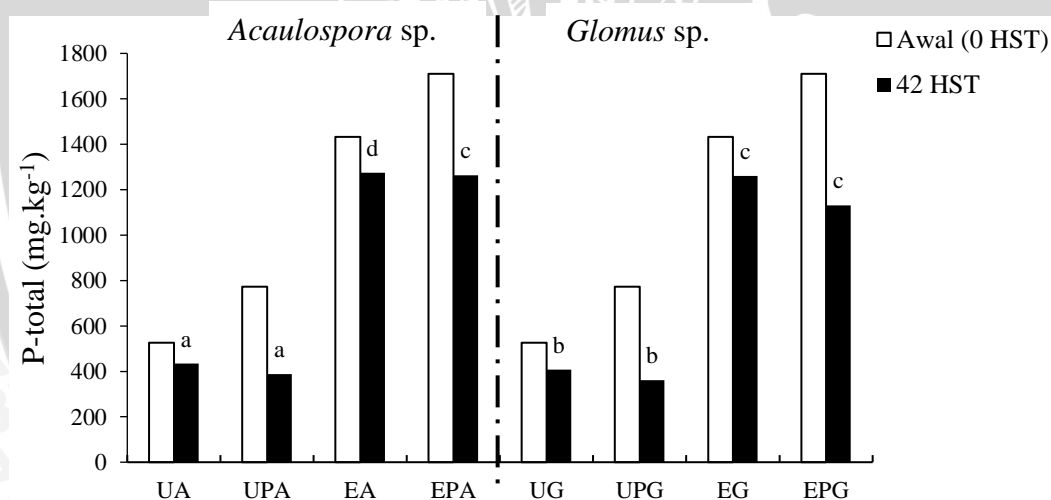
Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora*. sp); G (*Glomus*. sp)

Gambar 8. Persentase infeksi akar dengan tanaman inang jagung pada 42 HST

Apabila dilihat dari media tanam, Ultisol tanpa penambahan pupuk kandang sapi memiliki nilai rata-rata presentase tertinggi ($65,5\% \pm 4,88$) dan terendah pada media Entisol dengan penambahan pupuk kandang sapi ($16\% \pm 4,88$). Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza lebih banyak menginfeksi akar pada media tanam yang berasal dari tanah Ultisol. Sedangkan, dilihat dari jenis mikoriza, spora *Acaulospora* sp. lebih banyak menginfeksi akar ($50,5\%$) dibandingkan *Glomus* sp. ($26,7\% \pm 3,45$) pada media tanam yang berbeda.

4.1.5 P-Total

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kadar P total pada 42 HST berbeda sangat nyata ($p < 0,001$) pada media tanam yang berbeda (Lampiran 11). Selain itu, terjadi interaksi yang sangat nyata ($p < 0,001$) antara media tanam dengan jenis mikoriza pada parameter P total (Lampiran 11). Namun demikian, secara umum nilai P-total semua perlakuan pada 42 HST menunjukkan *trend* menurun dibandingkan dengan analisis awal sebelum perlakuan (Gambar 9).



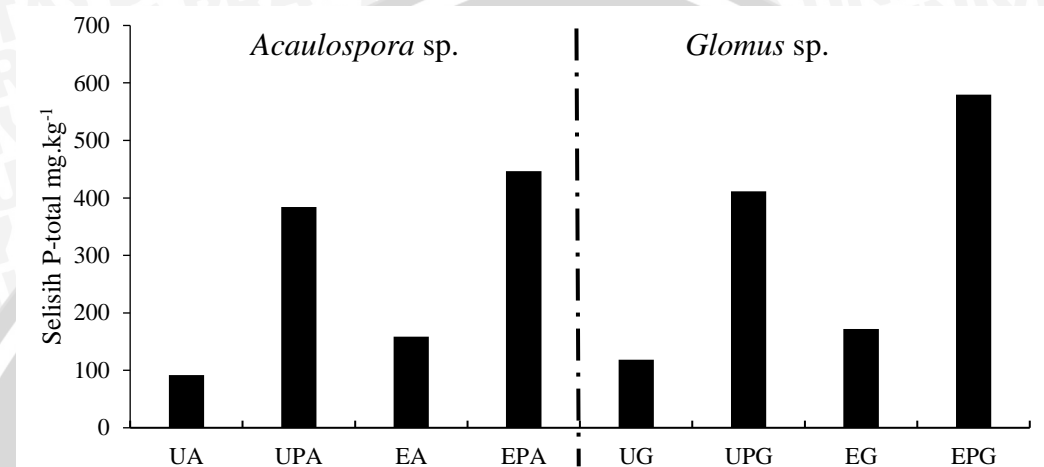
Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora*. sp); G (*Glomus*. sp)

Gambar 9. Kadar P-total media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST

Berdasarkan hasil analisis kadar P-total, menunjukkan bahwa kadar tertinggi pada perlakuan Entisol dengan *Acaulospora* sp. ($1274,09 \text{ mg.kg}^{-1}$) dan terendah pada Ultisol dengan *Acaulospora* sp. ($434,3 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Berdasarkan hasil sidik ragam selisih P-total antara analisis dasar (0 HST) dan 42 HST menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) pada perlakuan

dengan faktor media tanam (Lampiran 11). Berdasarkan media tanam, penurunan tertinggi terdapat pada Ultisol dengan penambahan pupuk kandang sapi ($477 \text{ mg.kg}^{-1} \pm 80,6$) dan terendah pada Entisol tanpa penambahan pupuk kandang sapi ($91,91 \text{ mg.kg}^{-1} \pm 80,6$). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan mikoriza yang membantu melarutkan P tidak tersedia menjadi bentuk tersedia, sangat banyak berkembang di media tanam Ultisol dibandingkan dengan Entisol (Gambar 10).

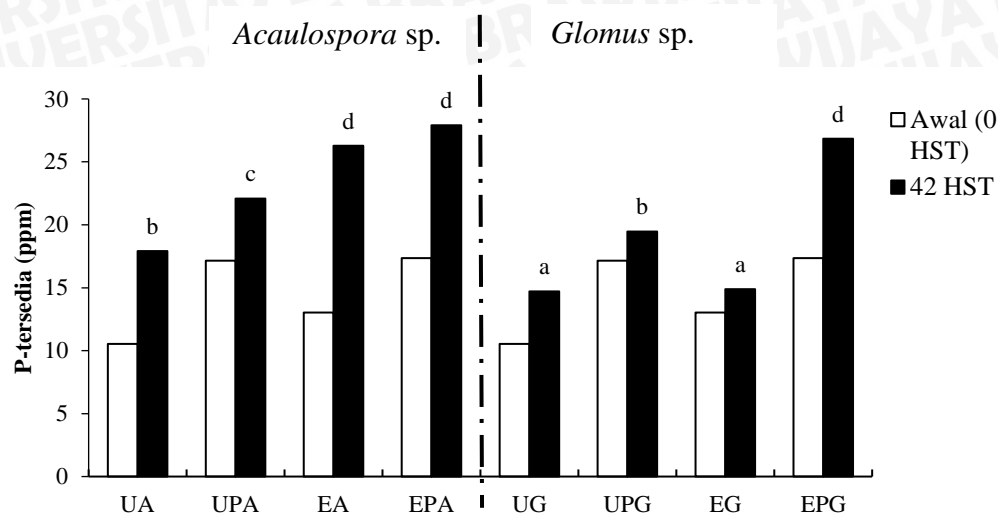


Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora. sp.*); G (*Glomus. sp.*)

Gambar 10. Selisih kadar P-total media perbanyakan analisis awal (0 HST) dan 42 HST

4.1.6 P-Tersedia

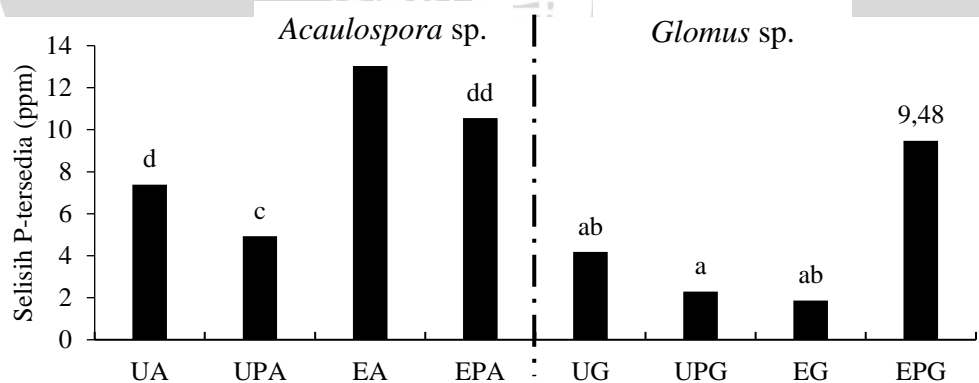
Perbedaan media tanam dan jenis mikoriza berpengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) terhadap P tersedia tanah pada 42 HST (Lampiran 12). Selain itu, kombinasi antara media tanam dengan jenis mikoriza menunjukkan interaksi yang sangat nyata ($p < 0,001$) terhadap P tersedia tanah pada 42 HST (Lampiran 12). Nilai P-tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan Entisol dengan *Acaulospora sp.* tanpa pemberian pupuk (27,92 ppm), Entisol + pupuk kandang dengan jenis *Acaulospora sp.* dan *Glomus sp.*, sedangkan nilai P tersedia terendah terdapat pada perlakuan Ultisol dan Entisol (tanpa pupuk kandang) dengan *Glomus sp.* (14,71 ppm) (Gambar 11).



Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora sp.*); G (*Glomus sp.*)

Gambar 11. Kadar P-tersebut media perbanyakan pada awal (0 HST) dan 42 HST

Berdasarkan data selisih dari P-tersebut awal (0 HST) dan akhir 42 HST menunjukkan terjadinya peningkatan pada ketersediaan P dalam tanah. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan mikoriza mampu meningkatkan P tersedia tanah melalui pelarutan P yang tidak tersedia. Hasil sidik ragam selisih P-tersebut menunjukkan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) pada semua perlakuan dengan faktor media tanam, jenis mikoriza dan interaksi antar keduanya (Lampiran 12). Peningkatan tertinggi ditunjukkan oleh kombinasi Entisol dengan *Acaulospora sp.* (7,38 ppm) dan terendah pada Entisol dengan *Glomus sp.* (1,87 ppm) (Gambar 12).



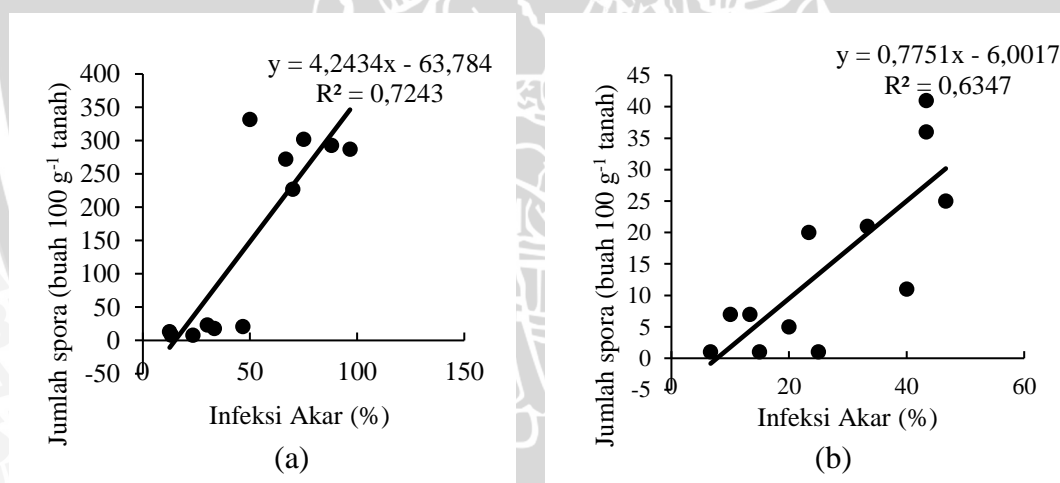
Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora sp.*); G (*Glomus sp.*)

Gambar 12. Selisih kadar P-tersebut media perbanyakan analisis awal (0 HST) dan 42 HST

4.2 Pembahasan Umum

Beberapa parameter sifat kimia tanah yang berbeda nyata meliputi P-total dan P-tersedia berhubungan dengan infeksi akar dan jumlah spora. Hal ini dibuktikan dengan hasil korelasi antar parameter. Berdasarkan hasil korelasi menunjukkan bahwa tingkat hubungan antar parameter beragam.

Sesuai dengan hasil penelitian ini, peningkatan populasi MA berkorelasi dengan infeksi akar, dibuktikan dengan nilai korelasi $r = 0,85$ (*Acaulospora* sp.) dan $r = 0,79$ (*Glomus* sp.) (Lampiran 16). Hal ini mengartikan bahwa pada kedua parameter memiliki hubungan sangat kuat dengan variabel positif. Hasil regresi menunjukkan tingkat kebenaran dari persamaan untuk jumlah spora dan infeksi akar sebesar 72,43% (*Acaulospora* sp.) dan 63,47% (*Glomus* sp.) dengan nilai regresi $R^2 = 0,72$ (*Acaulospora* sp.) dan $R^2 = 0,63$ (*Glomus* sp.) (Gambar 13). Peningkatan 1 % infeksi akar maka diikuti dengan peningkatan jumlah spora sebesar 4 spora 100 g⁻¹ tanah (*Acaulospora* sp.) dan 1 spora 100 g⁻¹ tanah (*Glomus* sp.).



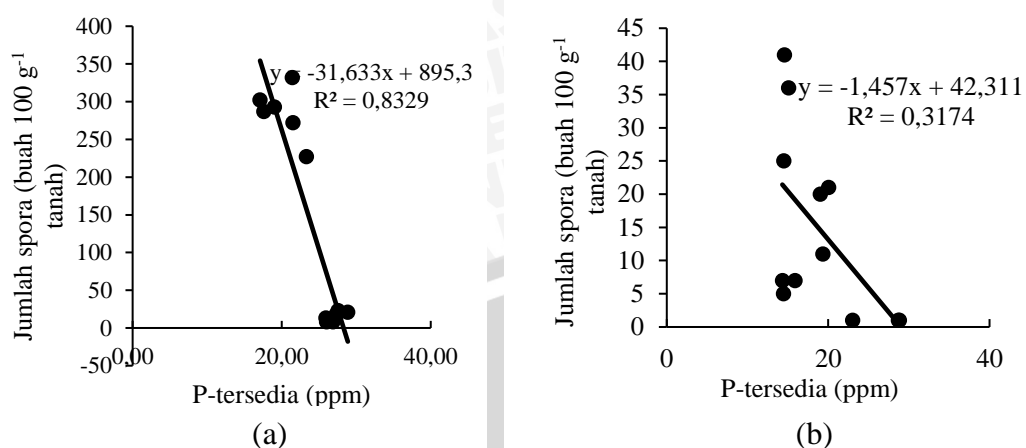
Gambar 13. Hubungan infeksi akar dengan jumlah spora MA pada *Acaulospora* sp. (a) dan *Glomus* sp. (b)

Mikoriza yang diberikan awal tanam akan menginfeksi akar tanaman, membantu mengambil unsur hara dan mikoriza akan menerima energi untuk berkecambah. Didalam akar MA akan membentuk hifa dan akan berkembang membentuk vesikula dan bereproduktif membentuk spora baru. Sesuai dengan pendapat Chalimah *et al.* (2007)., hidup MA ada tiga tahap yaitu; tahap pertama dengan simbiosis melibatkan propagul inang tanaman, apresorium dan arbuskula,

tahap kedua pertumbuhan dan perkembangan melibatkan hifa eksternal, internal dan ekstraradikal secara keseluruhan meningkatkan biomasa MA, pembentukan struktur hifa dan perluasan MA diluar maupun antar tanaman, tahap ketiga adalah tahap perbanyakan yang melibatkan struktur reproduktif yaitu pembentukan spora merupakan inokulum utama untuk MA.

Mikoriza dapat beraktifitas dengan maksimal dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan kompatibilitas MA. Setidaknya ada empat faktor yang berhubungan dengan kompatibilitas dari spesies MA yaitu; (a) kemampuan MA membentuk ekstensif dan penyebaran hifa dalam tanah, (b) kemampuan MA untuk membentuk infeksi yang ekstensif pada seluruh sistem perakaran yaang berkembang dari suatu tanaman, (c) kemampuan hifa MA untuk menyerap fosfor dari larutan tanah dan, (d) umur dari mekanisme transpor sepanjang hifa ke dalam akar tanaman (Delvian, 2005). Selain itu, faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pembentukan MA adalah cahaya, suhu, kandungan air tanah, pH tanah, ketersediaan hara terutama fosfor, bahan organik, tanaman inang dan mikroorganisme (Setiadi, 2001).

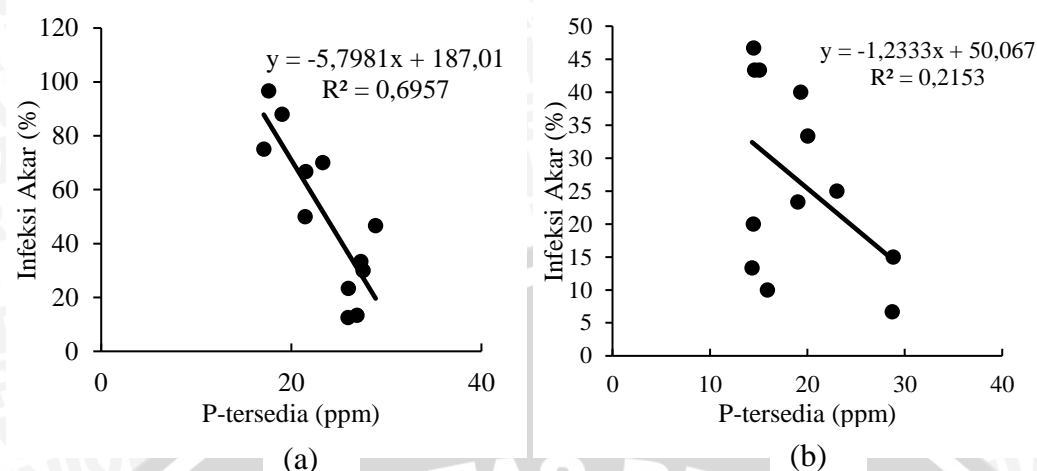
Jumlah spora berhubungan dengan ketersediaan fosfor dalam media tanam yang ditunjukkan hasil korelasi $r = -0,91$ (*Acaulospora* sp.) dan $r = -0,56$ (*Glomus* sp.) (Lampiran 16). Hal ini mengartikan bahwa pada kedua parameter berhubungan dengan variabel negatif. Hasil regresi menunjukkan tingkat kebenaran dari persamaan untuk P-tersedia dan jumlah spora sebesar 83,29% (*Acaulospora* sp.) dan 31,74% (*Glomus* sp.) dengan nilai regresi $R^2 = 0,83$ (*Acaulospora* sp.) dan $R^2 = 0,32$ (*Glomus* sp.) (Gambar 14). Semakin tinggi 1 ppm P-tersedia maka diikuti dengan penurunan jumlah spora sebesar 32 spora 100 g^{-1} tanah (*Acaulospora* sp.) dan 1 spora 100 g^{-1} tanah (*Glomus* sp.).



Gambar 14. Hubungan P-tersedia dengan jumlah spora MA pada *Acaulospora* sp. (a) dan *Glomus* sp. (b)

Pada penelitian ini terbentuknya spora mikoriza dipengaruhi oleh kadar P-tersedia dalam media tanam. Semakin tinggi ketersediaan P dalam media tanam mengakibatkan penurunan jumlah spora baik pada jenis *Acaulospora* sp. dan *Glomus* sp. Sesuai pendapat Zulaikha dan Gunawan (2006), media yang subur dan meningkatnya P dalam tanah dapat menurunkan aktifitas mikoriza, bahkan populasinya akan berkurang karena mati. Selain itu, meningkatnya ketersediaan P akan meningkatkan konsentrasi fosfor lipid serta menurunkan permeabilitas sel membran yang mengakibatkan sporulasi mikoriza terhambat (Indriani *et al.*, 2006)

Selain P-tersedia mempengaruhi jumlah spora, P-tersedia dalam media tanam juga mempengaruhi infeksi akar. Hal ini dibuktikan dengan hasil korelasi sebesar $r = -0,83$ (*Acaulospora* sp.) dan $r = -0,46$ (*Glomus* sp.) (Lampiran 16). Hal ini mengartikan bahwa pada kedua parameter memiliki hubungan sangat kuat dengan variabel negatif. Hasil regresi menunjukkan tingkat kebenaran dari persamaan P-total dengan infeksi akar sebesar 69,57% (*Acaulospora* sp.) dan 21,53% (*Glomus* sp.) dengan nilai regresi $R^2 = 0,69$ (*Acaulospora* sp.) dan $R^2 = 0,21$ (*Glomus* sp.) (Gambar 15). Berdasarkan hasil uji regresi, dapat diketahui bahwa peningkatan 1 mg.kg⁻¹ kadar P-tersedia dalam media tanam maka diikuti dengan penurunan infeksi akar sebesar 5,8% (*Acaulospora* sp.) dan 1,23% (*Glomus* sp.).



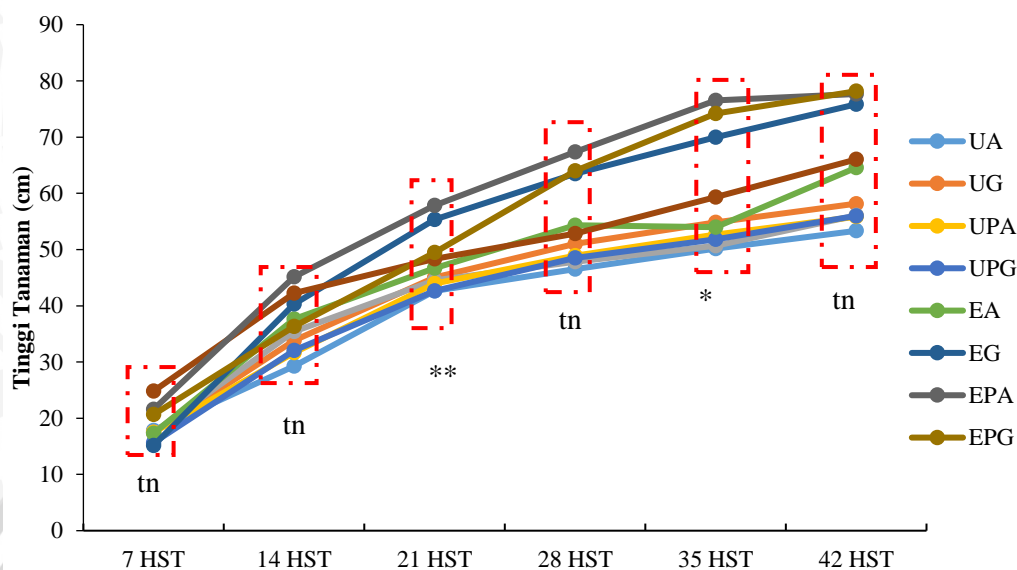
Gambar 15. Hubungan P-tersedia dengan infeksi akar pada *Acaulospora* sp. (a) dan *Glomus* sp. (b)

Berdasarkan hasil penelitian ini, media tanam dengan kadar P-tersedia tinggi menurunkan daya infeksi akar. Keberadaan fosfor yang mencukupi di daerah perakaran akan menurunkan jumlah mikoriza dan infeksi akar sebagai akibat terhambatnya pertumbuhan mikoriza pada kondisi P-tersedia tinggi (Pratikno *et al.*, 2002). Selain itu, tanaman inang lebih memerankan akar dalam penyerapan hara dibandingkan mikoriza, sehingga kondisi tersebut menurunkan aktifitas mikoriza (Lukitaningdyah, 2013).

Perlakuan media tanam dan jenis mikoriza menunjukkan pengaruh terhadap parameter P-total, P-tersedia, jumlah spora dan infeksi akar yang berhubungan dengan pertumbuhan tanaman. Beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan adalah tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot kering tanaman. Berdasarkan hasil sidik ragam pada pengamatan 42 HST menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) pada perlakuan dengan faktor media (Lampiran 13). Sedangkan, pada interaksi antara media tanam dan jenis mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun.

Perlakuan Entisol yang ditambahkan pupuk kandang sapi dan *Glomus* sp. menunjukkan nilai tertinggi (78,17 cm) dan terendah pada Ultisol dan *Acaulospora* sp. tanpa pemberian pupuk kandang sapi (53,33 cm) (Gambar 16). Berdasarkan media tanam yang digunakan, tinggi tanaman tertinggi pada Entisol yang ditambahkan pupuk kandang sapi (77,92 cm) dan terendah pada Ultisol tanpa penambahan pupuk kandang sapi (55,75 cm). Hal ini menunjukkan bahwa,

kombinasi Entisol dengan pupuk kandang sapi memberikan pengaruh lebih besar dibandingkan media lainnya (s.e.d ± 2,68).



Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora*. sp); G (*Glomus*. sp)

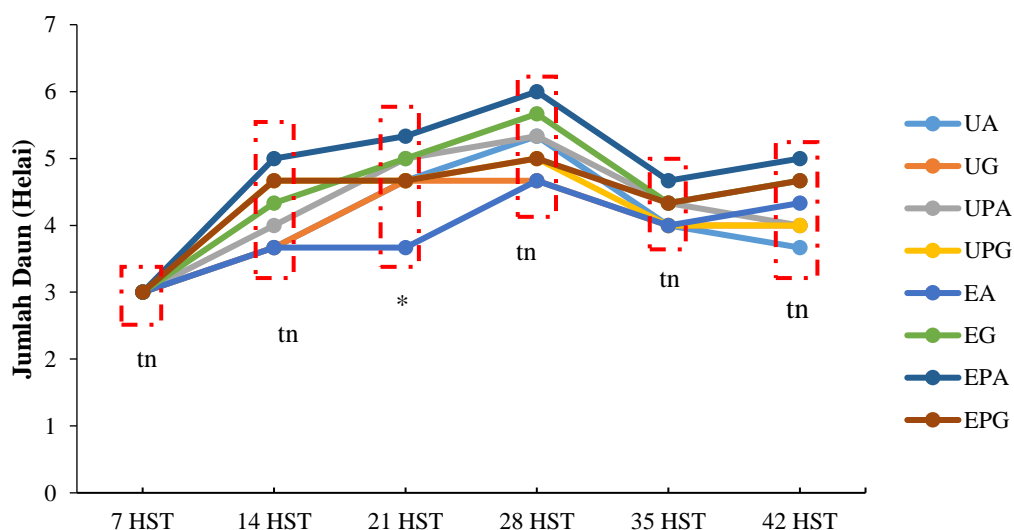
Gambar 16. Tinggi tanaman jagung pada media perbanyakan dari minggu ke-1 sampai minggu ke-6

Hasil sidik ragam pengamatan jumlah daun pada pengamatan 42 HST menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) pada perlakuan dengan faktor media (Lampiran 14). Sedangkan, pada kombinasi antara media tanam dan jenis mikoriza tidak menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata terhadap jumlah daun.

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan dan penurunan jumlah daun tanaman jagung. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan yang kurang mendukung seperti cahaya dan suhu tinggi dalam rumah kaca selain itu. Perhitungan jumlah daun dilakukan dengan menghitung daun yang masih segar dan masih terbentuk pada tanaman inang. Pada akhir pengamatan (42 HST), jumlah daun terbanyak ditunjukkan oleh media Entisol yang ditambahkan pupuk kandang sapi baik pada *Acaulospora* sp. dan *Glomus* sp. dan Entisol tanpa pemupukan dengan *Acaulospora* sp. (5 daun) (Gambar 17).

Jika dilihat dari media tanam, jumlah daun terbanyak pada perlakuan Entisol yang ditambahkan pupuk kandang sapi dengan jumlah 5 daun dan terendah pada

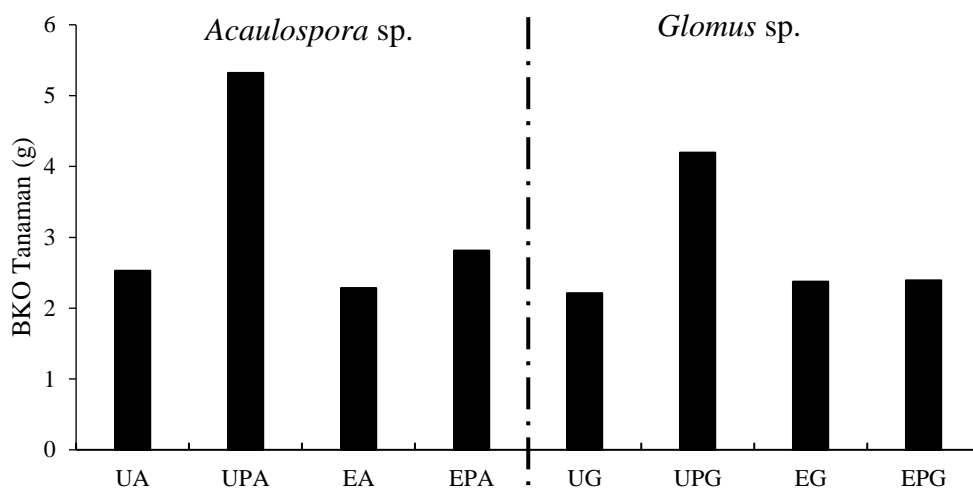
perlakuan Ultisol tanpa penambahan pupuk kandang sapi 4 daun. Hal ini menunjukkan bahwa, Entisol dengan penambahan pupuk kandang sapi lebih berpengaruh terhadap pembentukan daun ($s.e.d \pm 0,19$).



Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora. sp*); G (*Glomus. sp*)

Gambar 17. Jumlah daun tanaman jagung pada media perbanyakan dari minggu ke-1 sampai minggu ke-6

Hasil sidik sidik ragam menunjukkan pengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) pada perlakuan dengan faktor media tanam terhadap Berat Kering Oven (BKO) tanaman. Sedangkan, interaksi antara media dan jenis mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering oven tanaman (Lampiran 15). Berdasarkan perlakuan media, Ultisol dengan penambahan pupuk kandang sapi menunjukkan berat kering oven tertinggi (4,76 g) dan terendah pada Entisol tanpa penambahan pupuk kandang sapi (2,33) (Gambar 18). Hal ini menunjukkan bahwa, Ultisol dengan penambahan pupuk kandang sapi lebih berpengaruh daripada media lainnya yang digunakan dalam perbanyakan ($s.e.d \pm 0.36$).

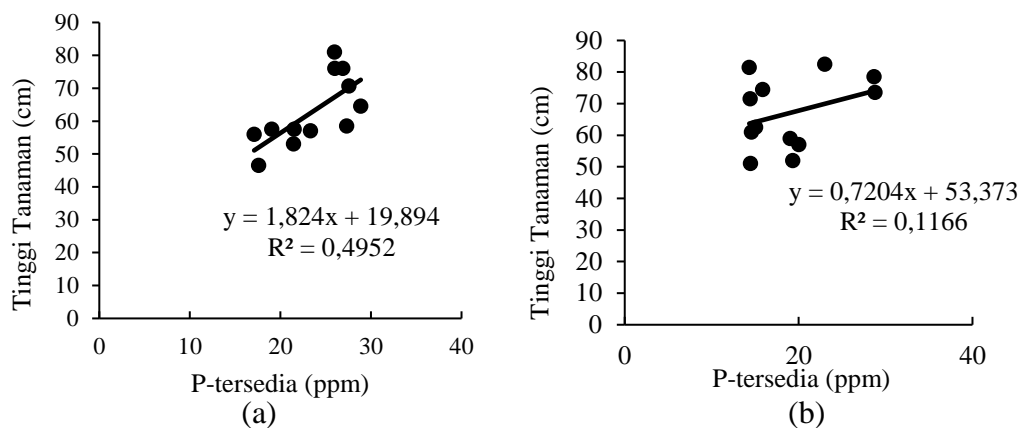


Keterangan : Huruf yang sama mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%. U (Ultisol); UP (Ultisol+Pupuk Kandang Sapi); E (Entisol); EP (Entisol+Pupuk Kandang Sapi); A (*Acaulospora*. sp); G (*Glomus*. sp)

Gambar 18. Berat kering oven tanaman tanaman jagung pada 42 HST

Berdasarkan hasil pengamatan, maka parameter P-total, P-tersedia, jumlah spora dan infeksi akar dilakukan uji regresi linear (R^2) terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun dan BKO tanaman) untuk mengetahui pengaruh parameter yang digunakan terhadap pertumbuhan tanaman.

Hasil uji regresi linear (R^2) menunjukkan peningkatan tinggi tanaman dipengaruhi oleh kadar P-tersedia pada jenis *Acaulospora* sp. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat kebenaran dari persamaan untuk P-tersedia dengan tinggi tanaman sebesar 49,52% (*Acaulospora* sp.) dan 11,66% (*Glomus* sp.) dengan nilai regresi $R^2 = 0,49$ (*Acaulospora* sp.) dan $R^2 = 0,12$ (*Glomus* sp.) (Gambar 19). Setiap peningkatan 1 ppm kadar P-tersedia maka diikuti dengan peningkatan tinggi tanaman sebesar 1,8 cm (*Acaulospora* sp.). Sedangkan, pada jenis *Glomus* sp. menunjukkan nilai regresi yang lemah sehingga P-tersedia tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman.



Gambar 19. Hubungan P-tersedia dengan tinggi tanaman pada *Acaulospora* sp. (a) dan *Glomus* sp. (b)

Pada penelitian ini, *Acaulospora* sp. lebih berpengaruh terhadap tinggi tanaman dibandingkan dengan *Glomus* sp. Hal ini adanya perbedaan dari kondisi media tanam yang berbeda seperti pH sehingga berpengaruh terhadap perkembangan mikoriza. Dimana pH optimum untuk perkembangan MA adalah berkisar antara 5,6-7 untuk *Glomus* sp., 4-6 untuk *Gigaspora* sp. dan 4-5 untuk *Acaulospora* sp. Selain itu, mikoriza jenis *Glomus* sp. akan berkurang dengan meningkatnya konsentrasi P (Tuhateru, 2003). Terhambatnya perkembangan mikoriza pada jenis *Glomus* sp. ini mempengaruhi terhadap efektifitas jumlah spora. Keefektifan inokulum MA yang bervariasi memberikan respon yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman (Chalimah *et al.*, 2007).

Adanya efektifitas mikoriza yang ditunjukkan dengan kemampuannya meningkatkan ketersediaan P melalui jaringan hifa yang dapat meningkatkan enzim fosfatase dalam tanah, sehingga senyawa P organik dalam tanah dapat tersedia bagi tanaman sesudah dihidrolisis oleh enzim tersebut (Nurmasyitah *et al.*, 2013). Sesuai hasil penelitian Hasanudin (2003), pemberian MA dapat meningkatkan ketersediaan P 17,08 ppm pada Ultisol.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perbedaan media tanam (Ultisol dan Entisol serta penambahan pupuk kandang sapi) dan jenis MA (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) berpengaruh terhadap P-total, infeksi MA, populasi MA dan P-tersedia. Media Entisol dengan *Acaulospora* sp. memberikan pengaruh tertinggi dalam meningkatkan P-total dan P-tersedia menjadi sebesar 1274,09 mg.kg⁻¹ dan 27,92 ppm. Media terbaik pada perbanyakan mioriza adalah Ultisol tanpa penambahan pupuk dapat meningkatkan populasi spora menjadi 151 spora 100 g⁻¹ tanah pada jenis *Acaulospora* sp. dan 15 spora 100 g⁻¹ tanah pada jenis *Glomus* sp.
2. Hubungan antara P-tersedia dengan jumlah spora dan infeksi akar lebih berpengaruh pada jenis *Acaulospora* sp., peningkatan P-tersedia 1 ppm menurunkan jumlah spora dan infeksi akar berturut-turut sebesar 32 spora 100 g⁻¹ tanah dan 5,8%. Selanjutnya, kadar P-tersedia dengan pertumbuhan tanaman jagung manis (tinggi tanaman) berhubungan positif pada jenis *Acaulospora* sp. Kadar P-tersedia pada jenis *Acaulospora* sp. mampu meningkatkan 2,5 kali lebih besar terhadap tinggi tanaman dibanding jenis *Glomus* sp.

5.2 Saran

Tanah Ultisol dapat digunakan sebagai media tumbuh yang baik untuk perbanyakan MA jenis *Acaulospora* sp. Selain itu, *Acaulospora* sp. dapat berkembang dengan baik pada tanaman jagung manis. Pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan dosis pupuk kandang sapi dan mengkombinasikan pada jenis tanah lainnya. Hal ini untuk melihat respon terbaik antara mikoriza dan media tanam yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriwulandari, I. 2008. Pengaruh Pemberian Kotoran Sapi Dan Pupuk Nitrogen Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Dan Pencucian Nitrat Serta Pertumbuhan Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) Pada Entisol Wajak Malang. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Arief, A. 2016. Pemanfaatan Kompos dan Mikoriza Terhadap Sifat Fisik Tanah, Ketersediaan P, Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays L. Saccharata*) Pada Tanah Berpasir. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
- Arifin, Z. 2011. Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol Pada Penggunaan Lahan Yang Berbeda. Jurnal Agroteksos 21(1): 47-54.
- Ashari, A. 2012. Eksplorasi Mikoriza pada Tiga Jenis Rumput-Rumputan pada Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Kabupaten Malang. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Atmaja, I.W.D. 2001. Bioteknologi Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Bagyaraj, D.J. 1992. Ecology of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae. In D.K. Arora, B. Rai, K.G. Mukerti and G.R. Knudsen (Ed.) Handbook of applied Mycology, Soil and Plants. New York : Marcel Dekker. p 3-34.
- Bahtiar, A.F., Fadhly, M. Rauf., A. Njamuddin, Margaretha, N. Syam, A. Tenwirawe, Syuryawati, A. Biba, H. A. Dahlan, S. Panikkai, B. Hafid, A.M. Mappeare, dan M. Tahir. 2005. Studi Karakterisasi Sistem Produksi Serta Persepsi dan Sikap Pengguna Teknologi Serealia. Laporan Akhir. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Bakhtiar. Y. 2002. Selection of Vascular Mycorrhiza (VAM) fungi, host plants and spore numbers for producing inoculum. J. Biosains dan Bioteknologi Indonesia 2(1); 36-40.
- Brundett, M.C., N. Bougher, B. Dells, T. Grove dan N. Malajozuk. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Canberra: Australian Centre for International Agriculture Research.
- Cahyani, N. 2016. Perbaikan Tanah Berpasir Melalui Pemanfaatan Mikoriza Arbuskula terhadap Pori Air Tersedia serta Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharat Sturt*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- _____, N.K.M.D. Sri N., dan A. Muhibuddin. 2014. Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) *Indigenous* pada Tanah Aluvial di Kabupaten Pamekasan Madura. Jurnal Sains Dan Seni POMITS 3(1):23-35.
- _____, V.R. 2009. Pengaruh Beberapa Metode Sterilisasi Tanah Terhadap Status Hara, Populasi Mikrobiota, Potensi Infeksi Mikoriza Dan Pertumbuhan Tanaman. Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimat 6(1).

- Chalimah, S., Muhadiono, Latifah Aznam, Said Haran, dan Nurita Toru An-Mathius. 2007. Perbanyakkan *Gigaspora* sp. dan *Acalulospora* sp. dengan Kultur Pot di Rumah Kaca. *Jurnal Biodiversitas* 7(4):12-19.
- Cruz, A.F., T. Ishii, dan K. Kadoya. 2000. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Tree Growth, Leaf Water Potential and Levels of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid and Ethylene in the Roots of Papaya Under Water Stress Conditions. *Mycorrhiza J.* 10(3) : 121-123.
- Dapersal, M.D., Suwirman, dan Zozy A.N. 2014. Efektivitas Media Tanam Untuk Perbanyakkan Spora Glomus Hasil Isolasi dari Rizosfer *Pternandra echinata* Jack. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J.Bio.UA)* 3(2): 123-124.
- Darmawidjaja, M.I. 1990. Klasifikasi Tanah Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah Dan Pelaksan Pertanian Di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Delvian. 2005. Respon Pertumbuhan dan Perkembangan Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Tanaman Terhadap Salinitas Tanah. Karya Ilmiah Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. 21p.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Faiza, R., Y.S. Rahayu., dan Yuliani. 2013. Identifikasi Spora Jamur Mikoriza *Vesikular Arbuskular* (MVA) pada Tanah Tercemar Minyak Bumi di Bojonegoro. *LenteraBio* 2(1): 7-11.
- Hanafiah, K.A. 2012. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Raja Grafindo Persada. pp 69-143.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Presindo. p 106.
- Harley, J. L. and M. S. Smith. 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Inc. New York. p 483.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan Ketersediaan dan Serapan N dan P serta Hasil Tanaman Jagung Melalui Inokulasi Mikoriza, Azotobakter dan Bahan Organik pada Ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 5(2): 83-89.
- Hayati, E., T. Mahmud, dan R. Fazil. 2012. Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai. *J.Floratek* 7: 173-181.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. Lahan Kering untuk Pertanian. *Dalam* Adimihardja, A., Mappaona, dan A. Saleh (eds). *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. pp 1-34.
- Indriani, N.P., Mansyur, I. Susilawati, L. Khairani. 2006. Pengaruh Pemberian Bahan Organik, Mikoriza, dan Batuan Fosfat terhadap Produksi, Serapan Fosfor pada Tanaman Kudzu Tropika (*Pueraria Phaseoloides* Bent). *Jurnal Ilmu Ternak* 6(2): 158-162.
- INVAM, 2012. Klasifikasi Mikoriza Arbuskula. <http://invam.wvu.edu/the-fungi/classification>. Diakses tanggal 20 Desember 2016.

- Khaladin, I.M., dan A. Azis. 2013. Aplikasi FMA Dan Pupuk Kandang Terhadap Produksi Dan Kualitas Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum Schum*). Pastura 3(1): 17-20.
- Lingga, P., dan Marsono. 2013. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta: Penebar Swadaya. p 60.
- Lukitaningdyah, D.R. 2013. Infeksi Propagul Mikoriza Vesikular Arbuskular Indigenous Asal Desa Pangpong Kab. Bangkalan Madura pada Perakaran Tanaman Padi, Kedelai dan Tanaman Gulma Rumput Teki. Jurnal Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November.
- Mayadewi N. A. 2007. Pengaruh Jenis Pupuk Kandang dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Gulma dan Hasil Jagung Manis. Fakultas Pertanian Universitas Udayana Denpasar Bali. Agritrop 25(4): 153-159.
- Minardi, S., J. Syamsiyah, dan Sukoco. Pengaruh Bahan Organik dan Pupuk Fosfor Terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor pada Andisol. Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimat 8(1): 23-30.
- Muhibuddin, A. 2007. Model Matematik Populasi *Vesicular Arbuscular Mycorrhizae* (VAM) pada Pergiliran Tanaman Jagung dan Kedelai di Jatikerto, Malang. Jurnal Agrivita 29(2): 97-105.
- Mukherji, S. Y. Kim, and M. Walker. 1997. The Effect of Stock Split On The Ownership Structur of Firms. Journal of Corporate Finance 3: 167-188.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Ultisol Di Indonesia. Jakarta: Pustaka Jaya.
- Musfal. 2010. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. Jurnal Litbang Pertanian (29): 154-158.
- Nurhalimah, S., S. Nurhatika, dan A. Muhibuddin. 2013. Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigenous pada Tanah Regosol di Pamekasan, Madura. Jurnal Sains dan Seni POMITS 29(1): 2337-3520.
- Nurmasyitah, Syafruddin, dan M. Sayuthi. 2013. Pengaruh Jenis Tanah dan Dosis Fungsi Mikoriza Arbuskular Pada Tanaman Kedelai Terhadap Sifat Kimia Tanah. Jurnal Agrista 17(3): 103-110.
- Nusantara, A.D., Yudhi, H. Bertham, dan I. Mansur. 2012. Bekerja Dengan Fungsi Mikoriza Arbuskula. Bogor: SEAMEO BIOTROP. p 34.
- Paulitz, T.C. dan R.G. Linderman. 1991. Lack of Antagonism Between The Biocontrol Agent *Gliocladium Virens* and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungsi. New Phytol 117: 303-308.
- Peterson, R.L., H.B. Massicote, and L.H Melville. 2010. Mychorrizas: Anatomy and Cell Biology. CAB Unternational, Wallingford, Oxon. United Kongdom.
- Prasetya, D., T.S. Haryani, O. Trisilawati. 2012. Efektivitas Media dan Tanaman Inang Untuk Perbanyak Fungsi Mikoriza Arbuskular (FMA). Jurnal Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Cimanggu, Bogor.

- _____, B., E. Handayanto, K. Hairiah., dan Y. Nuraini. 2002. Panduan Praktikum Biologi Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- _____, B.H., dan D.A. Suriadikarta, 2006. Karakteristik, Potensi, Dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering Di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(2) : 39-46.
- Pratikno, H., Syekhiani., Y. Nuraini., dan E. Handayanto. 2002. Pemanfaatan Biomasa Flora untuk Meningkatkan Ketersediaan dan Serapan P pada Tanah Berkapur di DAS Brantas Hulu Malang Selatan. *Jurnal Biosain* 2(1): 78-91.
- Proborini, M.W. 2013. Pemanfaatan Endomikoriza Indigenus dari Lahan Kering di Bali untuk Memacu Pertumbuhan Bibit Menté (*Anacardium Occidentale* L). Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Udayana. Bali.
- Puspitasari, D., K.I Purwani., dan A. Muhibuddin. 2012. Eksplorasi Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) Indigenus pada Lahan Jagung di Desa Torjun, Sampang Madura. *Jurnal Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*.
- Rao, Subba. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Jakarta: UI Press.
- Richard, B.N. 1987. *The Microbiology of Terrestrial Ecosystem*. New York.
- Saputra, B., R. Linda., dan I. Lovadi. 2015. Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Tiga Jenis Tanah Rhizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa parasitica* L. Var. nipah) Di Kabupaten Pontianak. *Jurnal Protobiont* 4(1): 160-169.
- Sarief, E.S. 1989. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana.
- Setiadi, Y., I. Mansyur., S.W. Budi dan Ahmad. 1991. *Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Tanah Hutan*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. IPB. Bogor.
- _____, Y. 2003. Arbuscular Mycorrhizal Inokulan Production. Dalam Program dan Abstrak Seminar dan Pameran: Teknologi Produksi Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. Bandung. p 10.
- _____, Y. 2001. Status Penelitian dan Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Rhizobium untuk Merehabilitasi Lahan Terdegradasi. Seminar Nasional Mikoriza. Bogor.
- Shi, Y., L.Y. Zhang., X.L. Li., G. Feng., C.Y. Tian and P. Christie. 2007. Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated With Desert Ephemeral in Plant Communities of Junggar Basin, North West China. *Journal Applied Soil Ecology* 35: 10-20.
- Smith, S.E., and D. Rith. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. Third Edition. Academic Press, Elsevier. New York.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

- Sofyan A., Y. Musa, dan H. Feranita. 2005. Perbanyakkan *Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA)* pada Berbagai Varietas Jagung (*Zea mays* L.) dan Pemanfaatannya pada Dua Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi* 5(1): 12-20.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia. *Dalam* A. Adimihardja, L.I. Amien, F. Agus, D. Djaenudin (Ed.). *Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor. pp 21-26.
- Subowo, J., Suabaga, dan M. Sudjadi. 1990. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Pencucian Hara Tanah Ultisol Rangkasbitung, Jawa Barat. *Pemberitahuan Penelitian Tanah dan Pupuk* (9): 26-31.
- Sudarto, M., Zairin, A. Hipi, dan A. Surahman. 2003. Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays Saccharata* Sturt). *Pastura* (1): 2.
- Sundari S., T. Nurhidayat, dan I. Trisnawati. 2011. Isolasi dan Identifikasi Mikoriza Indigenous Dari Perakaran Tembakau Sawah (*Nicotiana tabacum* L) Di Area Persawahan Kabupaten Pamekasan Madura. *Jurnal Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh September*.
- Suryani, L. 2011. Pengaruh Pemberian Tiga Jenis Pupuk Kandang Terhadap Beberapa Sifat Fisika Tanah dan hasil Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt) Pada Entisol. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Sylvia, D. M. 1998. Mycorrhiza symbiosis. *In: Principle and application of soil microbiology*. Prentice Hall. New Jersey. pp 408-426.
- Thorn, G. 1997. The Fungi in Soil. *In. Modern Soil Mycrobiology*, Elsas. (eds) Marcel Dekker, New York – Basel.
- Trianasari, A. 2009. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Kombinasi Kompos Paitan (*Thitonia diversifolia*) Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan P Pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) Di Alfisol Gampingan, Pagak Malang. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Tuheteru, F.D. 2003. Aplikasi asam humat terhadap sporulasi CMA dari bawah tegakan alami sengon. Skripsi. Program Sarjana IPB. Bogor.
- Wijayanti, F., Y. Nuraini, dan D. Suprayogo. 2015. Kajian Jumlah Jumlah spora dan Infeksinyaa pada Berbagai Jenis Bibit di Berbagai Lokasi Kebun Bibit Rakyat (KBR) d Kawasan DAS Brantas. *Jurnal Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya*. p 9.
- Zulaikha, S. Dan Gunawan. 2006. Serapan Fosfat dan Respon Fisiogis Tanaman Cabai Merah Kultivar *Hot Beauty* terhadap Mikoriza dan Pupuk Fosfat pada Tanah Ultisol. *Jurnal Bioscientiae* 3(2): 83-92.
- Yulnafatmawita, R.A., Naldo, dan R. Azwar. 2012. Analisis Sifat Fisika Ultisol Tiga Tahun Setelah Pemberian Bahan Organik Segar Di Daerah Tropis Basah Sumbar. *J. Solum* 9(2): 91-97.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Dasar dan Akhir

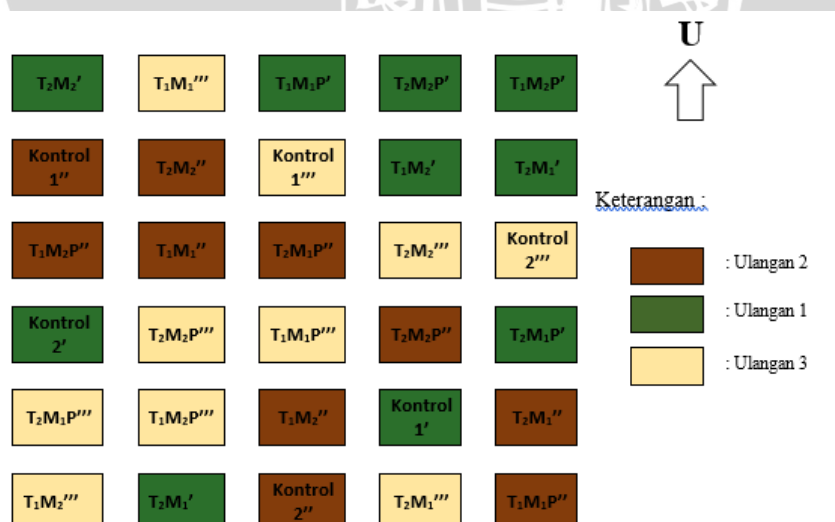
Analisis Dasar

Perlakuan	Parameter			
	C-Organik	pH	P-Total	P-Tersedia
T1	0,14%	4	557,67 mg.kg ⁻¹	9,36 ppm
T2	0,19%	4,1	788,11 mg.kg ⁻¹	17,51 ppm
T3	0,18%	6,3	1710,37 mg.kg ⁻¹	13,02 ppm
T4	0,22%	6,9	1432,65 mg.kg ⁻¹	17,37 ppm

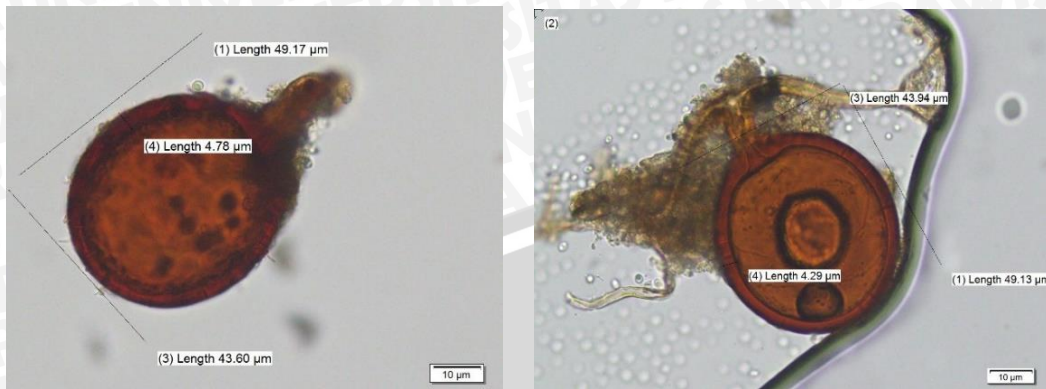
Analisis Akhir (42 HST)

Perlakuan	Parameter			
	C-Organik (%)	pH	P-Total (mg.kg ⁻¹)	P-Tersedia (ppm)
Kontrol 1	0,23	4,2	401,03	20,52
T1M1	0,30	4,5	321,95	17,91
T1M2	0,51	4,3	434,30	14,71
T2M1	0,57	4,4	360,70	22,09
T2M2	0,63	4,4	448,99	19,46
Kontrol 2	0,43	7,4	1146,90	19,33
T3M1	0,21	7,4	1356,61	27,92
T3M2	0,32	7,3	1274,09	14,88
T4M1	0,41	7,2	1263,81	26,28
T4M2	0,51	7,2	1130,62	26,84

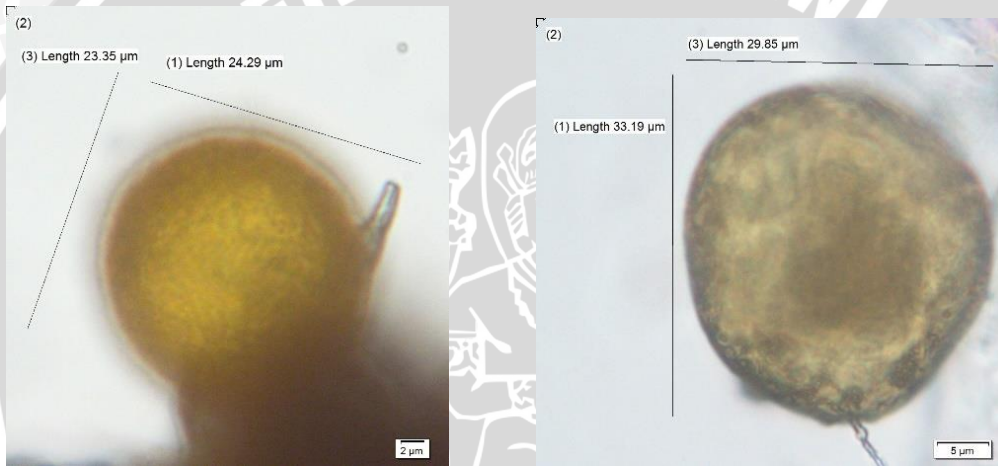
Lampiran 2. Denah percobaan



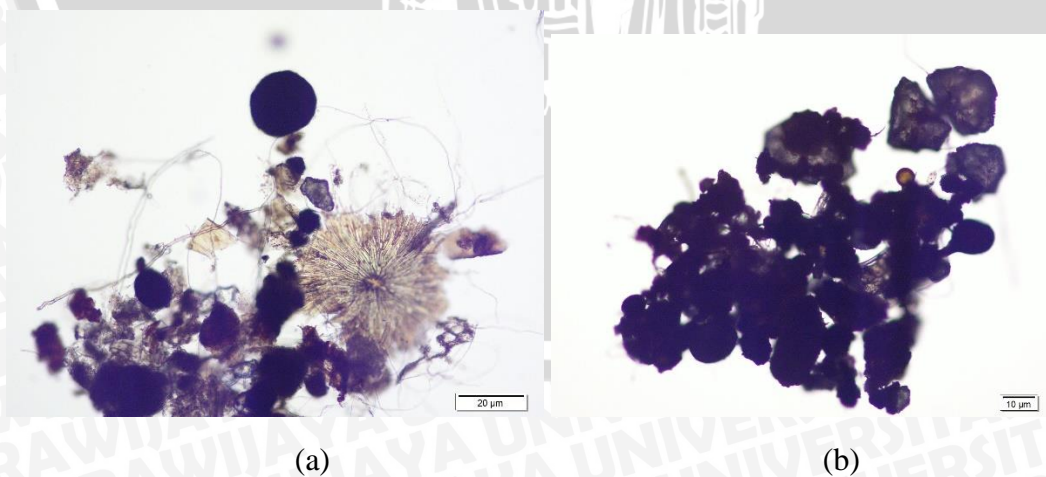
Lampiran 3. Hasil Identifikasi MA dan Infeksi MA pada Akar



Pengamatan Spora Jenis *Glomus* sp. secara mikroskopis
(Perbesaran 400x)

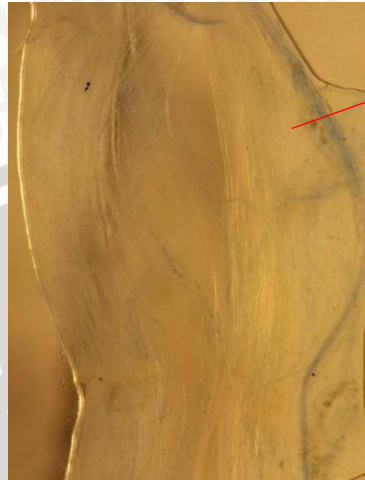


Pengamatan Spora Jenis *Acaulospora* sp. secara mikroskopis
(Perbesaran 400x)



Pengamatan Spora Jenis (a) *Sclerocytis* sp. dan (b) Sporocarp
secara mikroskopis (Perbesaran 400x)

Lampiran (3) Lanjutan



Infeksi akar oleh spora MA
(Perbesaran 100x)

Infeksi akar oleh hifa MA
(Perbesaran 100x)

Lampiran 4. Perhitungan Pupuk Kandang Sapi 20 t ha⁻¹

$$\begin{aligned} \text{HLO} &= \text{KLO} \times \text{BI} \times \text{Luas (ha)} \\ &= 9,5 \text{ cm} \times 1,2 \text{ g cm}^{-1} \times 10^8 \text{ cm}^2 \\ &= 11,4 \times 10^8 \text{ g} \\ &= 11,4 \times 10^5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rekomendasi setiap pot} &= \frac{\text{Volume Polybag}}{\text{HLO}} \times \text{Rekomendasi Pupuk} \\ &= \frac{0,5 \text{ kg}}{11,4 \times 10^5} \times 20.000 \\ &= 8,77 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ &= 8,77 \text{ g} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Perhitungan Kadar Air

Perhitungan kadar air dilakukan pada setiap bahan tanam :

1. Tanah Ultisol

Berat Basah Tanah (BBT) + Cawan = 56,82 g

Berat Kering Oven (BKO) + Cawan = 53,78 g

Berat Kering Oven (BKO) – Cawan = 46,96 g

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{(\text{BBT} + \text{Cawan}) - (\text{BKO} + \text{Cawan})}{\text{BKO} - \text{Cawan}}$$



Lampiran (5) Lanjutan

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{(56,82) - (53,78)}{46,96}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = 0,06 \text{ g}$$

2. Tanah Entisol

$$\text{Berat Basah Tanah (BBT) + Cawan} = 56,39 \text{ g}$$

$$\text{Berat Kering Oven (BKO) + Cawan} = 46,20 \text{ g}$$

$$\text{Berat Kering Oven (BKO) - Cawan} = 39,81 \text{ g}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{(\text{BBT} + \text{Cawan}) - (\text{BKO} + \text{Cawan})}{\text{BKO} - \text{Cawan}}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{(56,39) - (46,20)}{39,81}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = 0,256 \text{ g}$$

3. Pupuk Kandang Sapi

$$\text{Berat Basah Tanah (BBT) + Cawan} = 56,37 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Kering Oven (BKO) + Cawan} = 25,95 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Kering Oven (BKO) - Cawan} = 19,58 \text{ gr}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{(\text{BBT} + \text{Cawan}) - (\text{BKO} + \text{Cawan})}{\text{BKO} - \text{Cawan}}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{(56,37) - (25,95)}{19,58}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = 1,55 \text{ g}$$

Komposisi Setiap Media Tanam :

$$\text{Massa padatan per cup untuk 100\%} = 500 \text{ g}$$

$$\text{Berat Media (Setara Kering Oven)} = (\text{Massa padatan}) \times (1 + \text{Kadar air})$$

$$\begin{aligned} 1. \text{ Tanah Ultisol} &= (500 \text{ g}) \times (1 + 0,065) \\ &= 532,5 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Tanah Entisol} &= (500 \text{ g}) \times (1 + 0,256) \\ &= 398,08 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Pupuk Kandang Sapi} &= (9 \text{ g}) \times (1 + 1,55) \\ &= 22,95 \text{ g} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Pengukuran Kapasitas Lapang

1. Pengukuran Kapasitas Lapang untuk Penyiraman Tanaman

$$\text{Kapasitas Lapang} = \text{berat awal} - \text{berat akhir}$$

Lampiran (6) Lanjutan

T1M1 (Tanah Ultisol + Mikoriza)	= 669 g – 655 g
	= 14 g
T1M1P (Tanah Ultisol + Mikoriza + Pukan Sapi)	= 681 g – 675 g
	= 6 g
T2M1 (Tanah Entisol + Mikoriza)	= 749 g – 740 g
	= 9 g
T2M1P (Tanah Ultisol + Mikoriza + Pukan Sapi)	= 704 g – 698 g
	= 6 g

Berdasarkan perhitungan tersebut maka penyiraman pada masing-masing kombinasi tersebut adalah 14 ml, 6 ml, 9 ml dan 6 ml.

Lampiran 7. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) C-Organik pada 42 HST dan Selisih Awal (0 HST) dengan 42 HST

C-Organik pada 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	0,09	0,11	27,19	3,34	<0,001
Spora	1	0,02	0,09	20,73	4,6	<0,001
MediAx Spora	3	0,02	0,006	1,46	3,34	0,27
Ulangan	2	0,005	0,002	0,64		
Galat	14	0,06	0,004			
Total	23	0,52				

Selisih C-organik awal dengan 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	0,16	0,05	4,37	3,34	0,02
Spora	1	0,03	0,03	2,32	4,6	0,15
MediAx Spora	3	0,06	0,02	1,58	3,34	0,24
Ulangan	2	0,01	0,006	0,54		
Galat	14	0,17	0,01			
Total	23	0,43				

Lampiran 8. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pH pada 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	49,22	16,47	776,87	3,34	<0,001
Spora	1	0,02	0,02	0,8	4,6	0,39
MediAx Spora	3	0,08	0,03	1,21	3,34	0,346
Ulangan	2	0,009	0,02	0,21		
Galat	14	0,29	0,004			
Total	23	49,62				

Lampiran 9. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) jumlah spora pada 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	129238,3	43079,4	112,03	3,34	<0,001
Spora	1	110432,7	110432,7	287,18	4,6	<0,001
MediAx Spora	3	92528,3	92528,3	80,21	3,34	<0,001
Ulangan	2	507	253,5	0,66		
Galat	14	5383,7	384,5			
Total	23	338090				

Lampiran 10. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) infeksi akar pada 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	8880,73	2960,24	41,4	3,34	<0,001
Spora	1	3396,26	3396,26	47,5	4,6	<0,001
MediAx Spora	3	1355,54	451,85	6,32	3,34	0,006
Ulangan	2	63,15	31,57	0,44		
Galat	14	1001,09	71,51			
Total	23	14696,77				

Lampiran 11. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) P-total pada 42 HST dan selisih awal (0 HST) dengan 42 HST

P-total pada 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	4531247,7	1510415,9	2287,7	3,34	<0,001
Spora	1	85,1	85,1	0,13	4,6	0,72
MediAx Spora	3	67365,9	22455,3	34,01	3,34	<0,001
Ulangan	2	1490,9	745,5	1,13		
Galat	14	9243,3	660,2			
Total	23	4609432,8				

Selisih P-total Awal (0 HST) dengan 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	795406	265135	13,6	3,34	<0,001
Spora	1	15776	15776	0,81	4,6	0,38
MediAx Spora	3	182705	60902	3,12	3,34	0,06
Ulangan	2	31199	19491	0,8		
Galat	14	272867	15599			
Total	23	1297953				

Lampiran 12. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) P-tersedia pada 42 HST dan selisih awal (0 HST) dengan 42 HST

P-tersedia pada 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	317,34	105,78	61,11	3,34	<0,001
Spora	1	125,65	125,65	72,59	4,6	<0,001
MediAx Spora	3	155,35	51,78	29,91	3,34	<0,001
Ulangan	2	6,1	3,05	1,76		
Galat	14	24,23	1,73			
Total	23	628,68				

Selisih P-tersedia Awal (0 HST) dengan 42 HST

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	209,8	69,93	40,4	3,34	<0,001
Spora	1	125,65	125,65	72,59	4,6	<0,001
MediAx Spora	3	155,35	51,78	29,91	3,34	<0,001
Ulangan	2	6,11	3,05	1,76		
Galat	14	24,23	1,73			
Total	23	521,14				

Lampiran 13. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) Tinggi Tanaman pada 42 HST

Minggu 1

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	89,79	29,93	2,53	3,34	0,09
Spora	1	10,4	10,4	0,88	4,6	0,36
MediAx Spora	3	3,15	1,05	0,09	3,34	0,96
Ulangan	2	25,65	12,83	1,09		
Galat	14	165,34	11,81			
Total	23	294,34				

Minggu 2

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	409,6	136,53	7,01	3,34	0,004
Spora	1	0,6	0,6	0,03	4,6	0,86
MediAx Spora	3	158,13	52,71	2,71	3,34	0,08
Ulangan	2	59,73	29,87	1,53		
Galat	14	272,66	19,48			
Total	23	900,72				

Lampiran (13) Lanjutan

Minggu 3

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	481,88	160,63	12,96	3,34	<0,001
Spora	1	0,74	0,74	0,06	4,6	0,81
MediAx Spora	3	228,11	76,04	6,13	3,34	0,007
Ulangan	2	22,86	11,43	0,92		
Galat	14	173,53	12,39			
Total	23	907,11				

Minggu 4

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	1240,34	413,45	20,95	3,34	<0,001
Spora	1	36,88	36,88	1,87	4,6	0,19
MediAx Spora	3	136,47	45,49	2,3	3,34	0,12
Ulangan	2	84,29	42,14	2,14		
Galat	14	276,34	19,74			
Total	23	1774,31				

Minggu 5

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	2269,03	756,34	32,09	3,34	<0,001
Spora	1	98,01	98,01	4,16	4,6	0,06
MediAx Spora	3	266,53	88,84	1,27	3,34	0,03
Ulangan	2	59,65	29,82	3,77		
Galat	14	330,02	23,57			
Total	23	3023,24				

Minggu 6

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	2171,63	723,88	33,47	3,34	<0,001
Spora	1	105,42	105,42	4,87	4,6	0,04
MediAx Spora	3	120,44	40,15	1,6	3,34	0,18
Ulangan	2	69,1	34,55	1,86		
Galat	14	302,82	21,53			
Total	23	2769,42				



Lampiran 14. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) jumlah daun pada 42 HST

Minggu 1

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	0	0	0	3,34	1
Spora	1	0	0	0	4,6	1
MediAx Spora	3	0	0	0	3,34	1
Ulangan	2	0	0	0		
Galat	14	0	0			
Total	23	0				

Minggu 2

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	44583	1,48	5,31	3,34	0,012
Spora	1	0,37	0,37	1,34	4,6	0,26
MediAx Spora	3	1,12	0,37	1,34	3,34	0,31
Ulangan	2	0,08	0,04	0,15		
Galat	14	3,92	0,28			
Total	23	9,95				

Minggu 3

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	14583	0,48	1,86	3,34	0,18
Spora	1	0,04	0,04	0,16	4,6	0,69
MediAx Spora	3	3,45	1,15	0,64	3,34	0,02
Ulangan	2	0,33	0,17	4,4		
Galat	14	3,67	0,26			
Total	23	8,95				

Minggu 4

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	0,79	0,26	0,29	3,34	0,83
Spora	1	0,37	0,37	0,41	4,6	0,53
MediAx Spora	3	3,45	1,15	1,27	3,34	0,32
Ulangan	2	0,58	0,29	0,32		
Galat	14	12,75	0,91			
Total	23	17,95				

Lampiran (14) Lanjutan

Minggu 5

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	0,79	0,26	1,58	3,34	0,24
Spora	1	0,04	0,04	0,25	4,6	0,62
MediAx Spora	3	0,45	0,15	0,92	3,34	0,45
Ulangan	2	0,33	0,17	1		
Galat	14	2,33	0,17			
Total	23	3,95				

Minggu 6

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	3,79	1,26	11,18	3,34	<0,001
Spora	1	0,04	0,04	0,37	4,6	0,55
MediAx Spora	3	0,45	0,15	4,79	3,34	0,29
Ulangan	2	1,08	0,54	1,35		
Galat	14	1,58	0,11			
Total	23	6,96				

Lampiran 15. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) berat kering oven tanaman

	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	P-value
Media	3	24,58	8,19	20,59	3,34	<0,001
Spora	1	1,18	1,18	2,96	4,6	0,11
MediAx Spora	3	1,15	0,38	0,97	3,34	0,43
Ulangan	2	0,05	0,02	0,07		
Galat	14	5,57	0,39			
Total	23	32,54				

Lampiran 16. Korelasi antar variabel pengamatan
Korelasi antar variabel pengamatan pada *Acaulospora* sp.

	C-Organik	pH	Infeksi Akar	Mikoriza	P-tersedia	P-total	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	BKO Tanaman
C-organik	1								
pH	-0,48	1							
Infeksi Akar	0,35	-0,97	1						
Mikoriza	0,06	-0,83	0,85	1					
P-total	-0,45	0,99	-0,98	-0,86	1				
P-tersedia	-0,16	0,89	-0,91	-0,83	0,91	1			
Tinggi Tanaman	-0,04	0,76	-0,81	-0,87	0,78	0,70	1		
Jumlah Daun	0,009	0,72	-0,79	-0,86	0,76	0,72	0,82	1	
BKO Tanaman	0,82	-0,54	0,46	0,18	-0,50	-0,21	-0,36	-0,17	1

Korelasi antar variabel pengamatan pada *Glomus* sp.

	C-Organik	pH	Infeksi Akar	Mikoriza	P-tersedia	P-total	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	BKO Tanaman
C-organik	1								
pH	-0,63	1							
Infeksi Akar	0,32	-0,83	1						
Mikoriza	0,47	-0,87	0,79	1					
P-total	-0,65	0,99	-0,81	-0,84	1				
P-tersedia	0,26	0,35	-0,56	-0,46	0,25	1			
Tinggi Tanaman	-0,44	0,92	-0,66	-0,80	0,91	-0,34	1		
Jumlah Daun	0,43	0,12	-0,29	-0,19	0,07	0,56	0,14	1	
BKO Tanaman	0,65	-0,43	0,04	0,17	-0,45	0,09	-0,47	0,11	1

Keterangan : 0 = tidak ada korelasi; 0,00 - 0,25 = korelasi lemah ; 0,25 - 0,55 = korelasi sedang; 0,55 – 0,75 = korelasi kuat; 0,75 – 0,99 = korelasi sangat kuat; 1 = korelasi sempurna , nilai +/- menunjukkan korelasi positif atau negatif (Suwarno, 2006)

Lampiran 17. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah dan Akar

1. Lokasi 1 (Hutan)



Tanaman Karet



Pengambilan Sampel Tanah untuk Mikoriza

2. Lokasi 2 (kebun campuran)



Cempedak



Sawit



Pisang

3. Lokasi



Singkong



Terong

Lampiran 18. Persiapan dan Proses Penanaman



Persiapan benih



Persiapan media

Lampiran (18) Lanjutan



Pengukuran bobot media



Pelubangan pot tanam

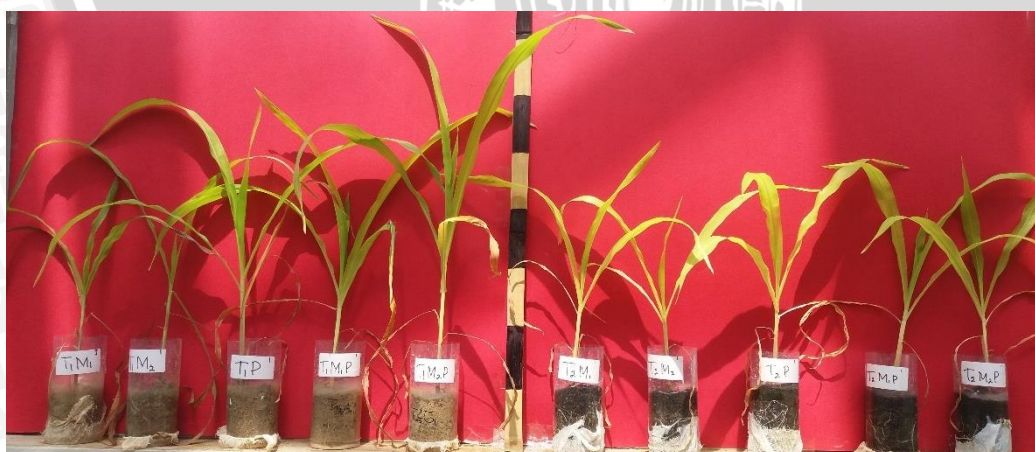


Pemberian tisu untuk tanam



Tanam dan pemberian mikoriza

Lampiran 19. Dokumentasi Panen



Semua perlakuan media tanam dan MA pada ulangan 1

Lampiran (19) Lanjutan



Semua perlakuan media tanam dan MA pada ulangan 2



Semua perlakuan media tanam dan MA ulangan 2



Perlakuan UA

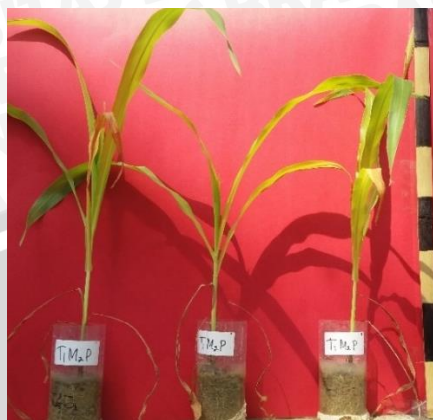


Perlakuan UG

Lampiran (19) Lanjutan



Perlakuan UPA



Perlakuan UPG



Perlakuan EA



Perlakuan EG



Perlakuan EPA



Perlakuan EPG



Lampiran (19) Lanjutan



Akar Perlakuan UA



Akar Perlakuan UG



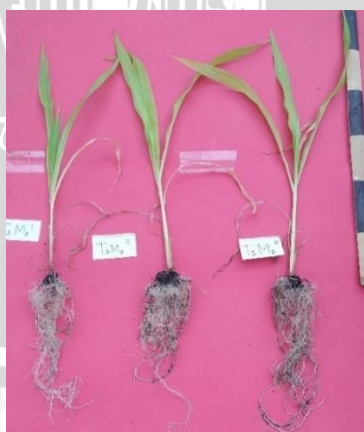
Akar Perlakuan UPA



Akar Perlakuan UPG



Akar Perlakuan EG



Akar Perlakuan EA

Lampiran (19) Lanjutan



Akar Perlakuan EPA



Akar Perlakuan EPG

