

**PENGARUH APLIKASI MIKORIZA ARBUSKULA DAN JENIS PUPUK
KANDANG TERHADAP SERAPAN P DAN PERTUMBUHAN JAGUNG
MANIS (*Zea mays saccharata* Sturt.) PADA ULTISOL**

Oleh:

PANGERAN SAMUEL SIJABAT



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

MALANG

2019

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, Juli 2019

Pangeran Samuel Sijabat



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Aplikasi Mikoriza Arbuskula dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt.*) Pada Ultisol

Nama Mahasiswa : Pangeran Samuel Sijabat

Nim : 125040200111215

Jurusan : Tanah

Laoratorium : Biologi Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Budi Prasetya, MP.
NIP.196107011987031002

Diketahui,

a.n Dekan

Ketua Jurusan Tanah



Prof. Dr. Ir. H. Zaenal Kusuma, SU.
NIP.195405011981031006

Tanggal Persetujuan : 25 JUL 2019

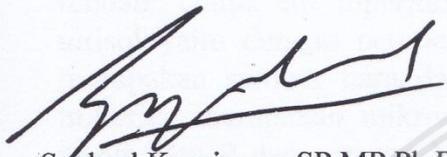
LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

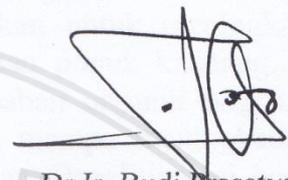
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,



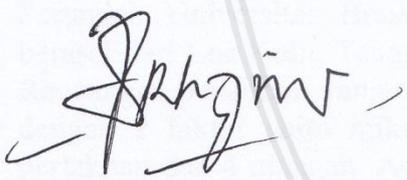
Syahrul Kurniawan.SP.MP.Ph.D
NIP.19791018 200501 1 002



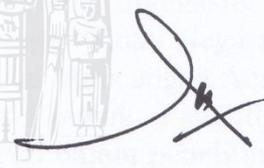
Dr.Ir. Budi Prasetya, MP.
NIP.196107011987031002

Penguji III,

Penguji IV,



Ir. Sri Rahayu Utami. MSc.Ph.D
NIP. 19611028 198701 2 001



Dr. Ir. Sudarto, MS
NIP. 19560317 198303 1 003

Tanggal Lulus : ... 31 JUL 2019

RINGKASAN

Pangeran Samuel Sijabat. 125040200111215. Pengaruh Aplikasi Mikoriza Arbuskula dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) pada Ultisol. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Budi Prasetya, MP sebagai Pembimbing Utama.

Ultisol adalah merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Namun ultisol memiliki beberapa kendala yaitu tingkat kemasaman yang tinggi, miskin unsur hara makro, serta kandungan bahan organik yang rendah sehingga memiliki tingkat kesuburan rendah. Untuk itu diperlukan suatu tindakan untuk meningkatkan kesuburan ultisol yaitu dengan pemberian mikoriza dan pupuk kandang. Pupuk kandang merupakan sumber hara dan menambah bahan organik bagi tanah sedangkan mikoriza merupakan mikroorganisme yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara P dan serapan hara pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk 1) menganalisis pengaruh pemberian mikoriza dan jenis pupuk kandang terhadap pH, P-tersedia, C-organik tanah dan presentase koloni MA, 2) Menganalisis perubahan presentase koloni MA terhadap jumlah spora dan 3) Menganalisis perubahan P-tersedia terhadap serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 sampai Maret 2019, bertempat di Green House yang terletak di Dusun Sengkaling, Desa Mulyoagung, kabupaten Malang serta Laboratorium kimia dan biologi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Loa Kulu, Tenggarong, Kabupaten Kutai Negara, Kalimantan Timur. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor yaitu mikoriza dan jenis pupuk. Penelitian ini terdiri dari 8 perlakuan dan 4 ulangan. Adapun perlakuan dalam penelitian ini adalah MOP0 = Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang, MOPS = Tanpa Mikoriza + 8,3 g Pupuk Sapi, MOPK = Tanpa Mikoriza + 8,3 g Pupuk Kambing, MOPA = Tanpa Mikoriza + 8,3 g Pupuk Ayam, MIP0 = 20 *Spora Accaulospora sp.* + Tanpa Pupuk Kandang, M1PS = 20 *Spora Accaulospora sp.* + 8,3 g Pupuk Sapi, M1PK = 20 *Spora Accaulospora sp.* + 8,3 g Pupuk Kambing, M1PA = 20 *Spora Accaulospora sp.* + 8,3 g Pupuk Ayam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi mikoriza dan jenis pupuk mempengaruhi jumlah spora, koloni akar, p-tersedia dan serapan P. Perlakuan 20 spora mikoriza + 8.3 g pupuk kandang ayam memiliki nilai tertinggi pada beberapa variabel yang diamati terkecuali C-organik tanah. Dari perlakuan ini diperoleh jumlah spora 307 spora/100 g tanah, presentase koloni MA sebesar 74,44%, p-tersedia 28,88 mg.kg⁻¹, dan serapan P sebesar 12,21 g/tanaman. Peningkatan 1% koloni MA diikuti dengan peningkatan jumlah spora sebanyak 3 spora. Koloni MA pada akar tanaman jagung meningkat 1 %, diikuti dengan serapan P sebesar 0,17 g tanaman⁻¹. Peningkatan 1 mg.kg⁻¹ P-tersedia maka diikuti dengan peningkatan serapan P sebesar 0,61 g per tanaman.

SUMMARY

Pangeran Samuel Sijabat. 125040200111215. The effect of Arbuscular Mycorrhizal Application and Types of Manure on P Uptake and Growth of Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt.) in Ultisol. Under the guidance of Dr. Ir. Budi Prasetya, MP as the Main Advisor.

Ultisol is one type of soil in Indonesia that has a broad distribution approximately 45,794,000 ha or approximately 25% of the total land area of Indonesia (Subagyo et al., 2004). However ultisol has several obstacles, namely high levels of acidity, poor macro nutrients and low organic matter content which has a low fertility rate. So, we need to increase the fertility of ultisol by giving *mycorrhizae* and manure. Manure is a source of nutrients and organic matter for soil and *mycorrhizae* are microorganisms that can increase available P and plant uptake. This present study aims to 1) analyze the effect of mycorrhizal administration and type of fertilizer on pH, available P, soil C-organic and MA colony percentages, 2) Analyze changes in percentage of MA colonies affecting spores numbers and 3) Analyze changes in P-available affecting P uptake and growth of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt.).

The research was conducted in October 2018 up to March 2019, in the Green House located at Sengkaling Hamlet, Mulyoagung Village, Malang Regency, East Java Prov, Indonesia and the Chemical and Biology Laboratory of the Department of Agriculture, Universitas Brawijaya. The soil used for this research from Loa Kulu, Tenggarong, Kutai Negara Regency, East Kalimantan, Indonesia. The research used Completely Randomized Factorial Design (CRFD) include 2 factors, mycorrhiza and type of manure. This study consisted of 8 treatments and 4 replications. The treatment in this study is M0P0 = Without Mycorrhizal + No Manure, M0PS = Without Mycorrhizal + 8.3 g Cow Manure, M0PK = Without Mycorrhizal + 8.3 g Goat Manure, M0PA = No Mycorrhizal + 8.3 g Chicken Manure, M1P0 = 20 Spores of *Accaulospora* sp. + No Manure, M1PS = 20 Spores of *Accaulospora* sp. + 8.3 g of Cow Manure, M1PK = 20 Spores of *Accaulospora* sp. + 8.3 g of Goat Manure, M1PA = 20 Spores of *Accaulospora* sp. + 8.3 g of Chicken Manure.

The results showed that the combination of mycorrhizal and type of fertilizer affected the number of spores, root colonies, p-available and uptake of P. The treatment of 20 mycorrhizal spores + 8.3 g of chicken manure had the highest value on several observed variables except C-organic soil. From this treatment, 307 spores / 100 g of soil were obtained, the percentage of MA colonies was 74.44%, p-available 28.88 mg.kg⁻¹, and P absorption was 12.21 g / plant. A 1% increase in MA colonies was followed by an increase in the number of spores by 3 spores. MA colonies on corn roots increased by 1%, followed by P uptake of 0.17 g plant⁻¹. An increase of 1 mg.kg⁻¹ P-available is followed by an increase in P uptake of 0.61 g per plant.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Mikoriza Arbuskular dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Serapan P Serta Pertumbuhan Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) Pada Ultisol”**. Proposal ini merupakan syarat untuk menyelesaikan skripsi.

Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kepada Orang Tua saya yang selalu memberikan doa dan dukungan semangat.
2. Bapak Dr.Ir. Budi Prasetya, MP. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS.,selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Seluruh teman-teman seangkatan saya MSDL 2012 yang sudah memberikan masukan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga masukan dan kritik sangat dibutuhkan oleh penulis. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik bagi rekan-rekan mahasiswa, instansi pemerintah, pihak-pihak yang membutuhkan data, masyarakat umum, dan berbagai pihak yang lainnya sekedar sebagai bahan ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi penulis khususnya.

Malang, Juli 2019

Penulis

Pangeran Samuel Sijabat

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lubuk Pakam pada tanggal 19 Maret 1995 dari Bapak Pestamen Tua dan Ibu Lasmaria Lestrina br Mangunsong. Penulis merupakan anak Pertama dari empat bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD RK Serdang Murni Lubuk Pakam pada tahun 2000 dan lulus pada tahun 2006. Kemudian Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Lubuk Pakam pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMA negeri 1 Lubuk Pakam pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2012. Setelah tamat SMA, penulis melanjutkan kuliah strata 1 (S1) di Fakultas Pertanian Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Manajemen Sumberdaya Lahan, melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) jalur tulis.

Selama menjadi mahasiswa penulis sering mengikuti kegiatan kepanitiaan dalam lingkungan Fakultas diantaranya, panitia Pasca Rantai III 2012 sebagai anggota divisi keamanan, Pasca POSTER 2012 sebagai anggota divisi acara, CC Art Night sebagai ketua divisi perlengkapan. Selain itu penulis aktif di NHKBP Malang sebagai Dirigen Koor NHKBP Malang, divisi konsumsi dan keseatan pada NHKBP Malang CUP 2018. Pada tanggal 3 Juli sampai dengan 4 Oktober 2015, penulis menyelesaikan magang kerja di PTPN 2 Kebun Tanjung Garbus.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGHANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Alur Pikir Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ultisol	5
2.2 Mikoriza	6
2.2.1 Ekologi Mikoriza	7
2.2.2 Struktur Mikoriza	7
2.2.3 Peran Mikoriza Dalam Kehidupan Tanaman	8
2.3 Pupuk Kandang	8
2.3.1 Pupuk Kandang Sapi	9
2.3.2 Pupuk Kandang Kambing	9
2.3.3 Pupuk Kandang Ayam	10
2.4 Fungsi Fosfor dan Mekanisme Penyerapan Fosfor oleh Mikoriza	11
2.4.1 Fungsi Fosfor	11
2.4.2 Mekanisme Penyerapan P oleh Mikoriza	12
2.5 Peran Mikoriza Terhadap Sifat Kimia Tanah	13
2.6 Jagung Manis	13
2.7 Pengaruh Pemberian Mikoriza dan Pupuk terhadap Pertumbuhan Jagung Manis	14
III. METODE PENELITIAN	16

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	16
3.3 Rancangan Penelitian.....	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah	17
3.4.2 Analisis Dasar Tanah dan Pupuk	17
3.4.3 Persiapan Media Tanam	18
3.4.4 Pemupukan	18
3.4.5 Penanaman dan Aplikasi Mikoriza.....	19
3.4.6 Pemeliharaan Tanaman.....	19
3.5 Pengamatan dan Pengumpulan Data.....	20
3.5.1 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman	21
3.5.2 Analisis Sifat Kimia Tanah 6 Minggu Setelah Tanam	21
3.5.3 Pengamatan Bobot Kering Tanaman.....	22
3.5.4 Pengamatan Jumlah Spora	22
3.5.5 Kolonisasi Mikoriza Arbuskula pada Akar	22
3.6 Analisis Data.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Tinggi Tanaman	26
4.2 Jumlah Daun	26
4.3 Berat Kering Tanaman	27
4.4 Jumlah Spora	28
4.5 Koloni Mikoriza Arbuskula	29
4.6 Derajat Keasaman Tanah pada 6 Minggu Setelah Tanam	29
4.7 Karbon Organik Tanah 6 Minggu Setelah Tanam	30
4.8 Fosfor Tersedia 6 Minggu Setelah Tanam	31
4.9 Serapan P.....	32
4.10 Hubungan Koloni Mikoriza dengan Jumlah Spora.....	32
4.11 Hubungan Koloni Mikoriza dengan Serapan P.....	33
4.12 Hubungan P tersedia dengan Serapan p	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	43

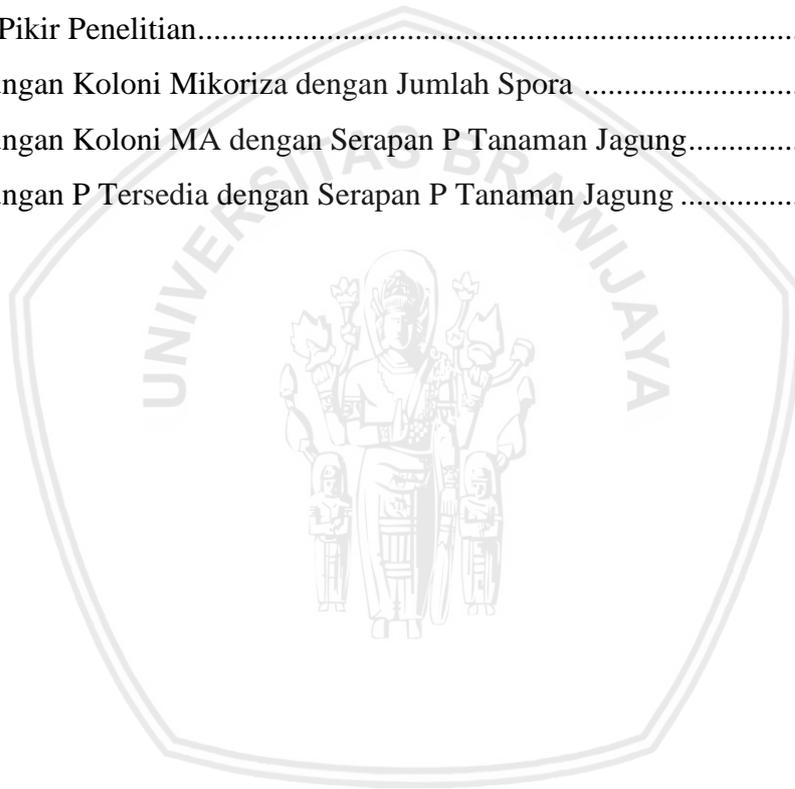


DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kadar Hara Beberapa Bahan Dasar Pupuk Organik Sebelum dan Sesudah Dikomposkan.....	12
2.	Susunan Kombinasi Pengaruh Mikoriza dan Pemberian 3 Jenis Pupuk Kandang Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Jagung Manis	17
3.	Analisis Dasar Tanah dan Pupuk Kandang.....	18
4.	Parameter Pengamatan dan Metode	21
5.	Kategori Persen Kolonisasi Mikoriza.....	23
6.	Tabel Anova	24
7.	Tinggi Tanaman Jagung Selama 6 Minggu Setelah Tanam (MST)	26
8.	Jumlah Daun Tanaman Jagung Selama 6 Minggu Setelah Tanam (MST).....	27
9.	Bobot Kering Tanaman	27
10.	Kadar Jumlah Spora 6 Minggu Setelah Tanam	28
11.	Koloni Mikoriza Arbuskula 6 Minggu Setelah Tanam (MST)	29
12.	Derajat Keasaman 6 Minggu Setelah Tanam	30
13.	Nilai Karbon Organik Pada 6 Minggu Setelah Tanam (MST)	30
14.	Fosfor Tersedia 6 Minggu Setelah Tanam	31
15.	Serapan Fosfor	32

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Hubungan Koloni Mikoriza dengan Jumlah Spora	33
3.	Hubungan Koloni MA dengan Serapan P Tanaman Jagung.....	34
4.	Hubungan P Tersedia dengan Serapan P Tanaman Jagung	35



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Percobaan di Rumah Kaca.....	43
2.	Alur Operasional Penelitian	44
3.	Perhitungan Dosis Pupuk Kandang (Perlakuan).....	45
4.	Perhitungan Dosis Pemupukan Dasar	46
5.	Perhitungan Kebutuhan Air.....	47
6.	Hasil Analisis Dasar Tanah.....	48
7.	Hasil Analisis Pupuk Kandang.....	48
8.	Anova Tinggi Tanaman.....	48
9.	Anova Jumlah Daun.....	49
10.	Anova Bobot Kering Tanaman	50
11.	Anova Jumlah Spora	50
12.	Anova % Koloni MA	50
13.	Anova pH 6 MST	50
14.	Anova C-Organik.....	51
15.	Anova P Tersedia	51
16.	Anova Serapan P.....	51
17.	Korelasi Parameter	51
18.	Dokumentasi	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ultisol adalah salah satu jenis tanah yang tersebar luas mencapai 45.794.000 hektar atau sekitar 25 % dari total luas daratan di Indonesia. Ultisol memiliki beberapa kendala yaitu tingkat kemasaman yang tinggi, miskin unsur hara makro, serta kandungan bahan organik yang rendah sehingga memiliki tingkat kesuburan rendah. Tanah masam sangat sedikit menyediakan unsur hara makro karena berikatan dengan kation Al dan Fe terutama N, P dan K yang pada umumnya tersedia pada pH sekitar 6-7 (Subagyo, 2004). Untuk mengatasi permasalahan Ultisol tersebut ada beberapa cara dilakukan, salah satunya adalah penggunaan mikoriza dan pupuk kandang.

Mikoriza merupakan mikroorganisme yang menguntungkan yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman. Mikoriza menginfeksi akar tanaman dan membantu memaksimalkan penyerapan unsur hara oleh akar. Selain memaksimalkan penyerapan unsur hara oleh akar, aktivitas mikoriza arbuskular mampu melarutkan P yang terfiksasi melalui aktivitas enzim fosfatase sehingga meningkatkan P tersedia bagi tanaman. Dewasa ini mikoriza telah dijadikan sebagai salah satu pupuk hayati. Harga pupuk kimia yang mahal membuat pupuk hayati mikoriza menjadi solusi untuk menggantikan pupuk kimia. Selain pengganti pupuk kimia yang mahal, mikoriza juga berfungsi sebagai salah satu cara untuk memperbaiki tanah-tanah marginal, seperti tanah Ultisol.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan eksplorasi dan perbanyakan mikoriza pada tanah Ultisol yang berasal dari Loa Klu, Tenggara, Kabupaten Kutai Negara, Kalimantan Timur. Pada eksplorasi tersebut ditemukan dua jenis mikoriza yang dominan yaitu *Accaulospora sp.* dan *Glomus sp.* kedua jenis mikoriza tersebut memiliki ketahanan dalam beradaptasi yang lebih di tanah Ultisol dibandingkan dengan yang lainnya. Pada perbanyakan kedua jenis mikoriza tersebut didapati bahwa *Accaulospora sp.* lebih banyak menghasilkan spora daripada jenis *Glomus sp.* pada beberapa jenis media tanam. Pada media tanam Ultisol ditambah dengan pupuk kandang sapi (20 ton ha⁻¹) jumlah spora mikoriza *Accaulospora sp.* lebih banyak dibandingkan spora *Glomus sp.* yaitu

perbandingan 275 spora dengan 17 spora (Ayuningsih, 2016). Namun belum dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi mikoriza *Accaulospora sp.*

Pupuk kandang merupakan salah satu sumber bahan organik. Selain sumber bahan organik, pupuk kandang juga mengandung unsur hara yang lengkap yang dibutuhkan tanaman. Selain menyediakan unsur hara yang lengkap, pupuk kandang juga memiliki fungsi untuk meningkatkan C-Organik tanah dan pH tanah. pH tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta organisme tanah. Salah satu organisme tanah tersebut ialah mikoriza. Tingkat kemasaman tanah memiliki peran penting dalam perkecambahan spora. Menurut Widiastuti (2004), pada tanah dengan kondisi pH rendah (keadaan masam) dapat menghambat hifa eksternal mikoriza untuk dapat mengabsorpsi P yang penting untuk germinasi spora mikoriza. Kondisi ini pada akhirnya akan berdampak pada proses perkecambahan spora mikoriza. Adapun pupuk kandang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kotoran kambing, sapi dan ayam.

Tanaman indikator yang digunakan adalah jagung manis, yang merupakan tanaman responsif terhadap kondisi tanah. Dewasa ini kebutuhan akan jagung manis meningkat. Kejadian ini disebabkan karena semakin banyaknya olahan makanan yang bahan dasarnya berasal jagung. Namun kebutuhan tidak sebanding dengan jumlah produksi yang dihasilkan. Kejadian ini disebabkan karena tanah tidak dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik karena tanah di Indonesia sudah mengalami degradasi dan menjadi marginal. Ultisol merupakan lahan marginal yang banyak tersebar di Indonesia. Keadaan pH tanah Ultisol yang masam menghambat pertumbuhan jagung manis, sehingga mengakibatkan produksi yang tidak optimal. Untuk mengoptimalkan produksi jagung manis dibutuhkan media tanam yang sehat dan menyediakan unsur hara yang optimal bagi tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini membahas pengaruh aplikasi mikoriza arbuskula dan pupuk kandang terhadap serapan P serta pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) pada Ultisol.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pemberian mikoriza dan jenis pupuk kandang terhadap pH, P-tersedia, C-organik tanah dan persentase koloni MA.
2. Bagaimana perubahan persentase koloni MA mempengaruhi jumlah spora.
3. Bagaimana perubahan nilai P-tersedia mempengaruhi nilai serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).

1.3 Tujuan

1. Menganalisis pengaruh pemberian mikoriza dan jenis pupuk kandang terhadap pH, P-tersedia, C-organik tanah dan presentase koloni MA.
2. Menganalisa perubahan presentase koloni MA terhadap jumlah spora.
3. Menganalisa perubahan P-tersedia terhadap serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.).

1.4 Hipotesis

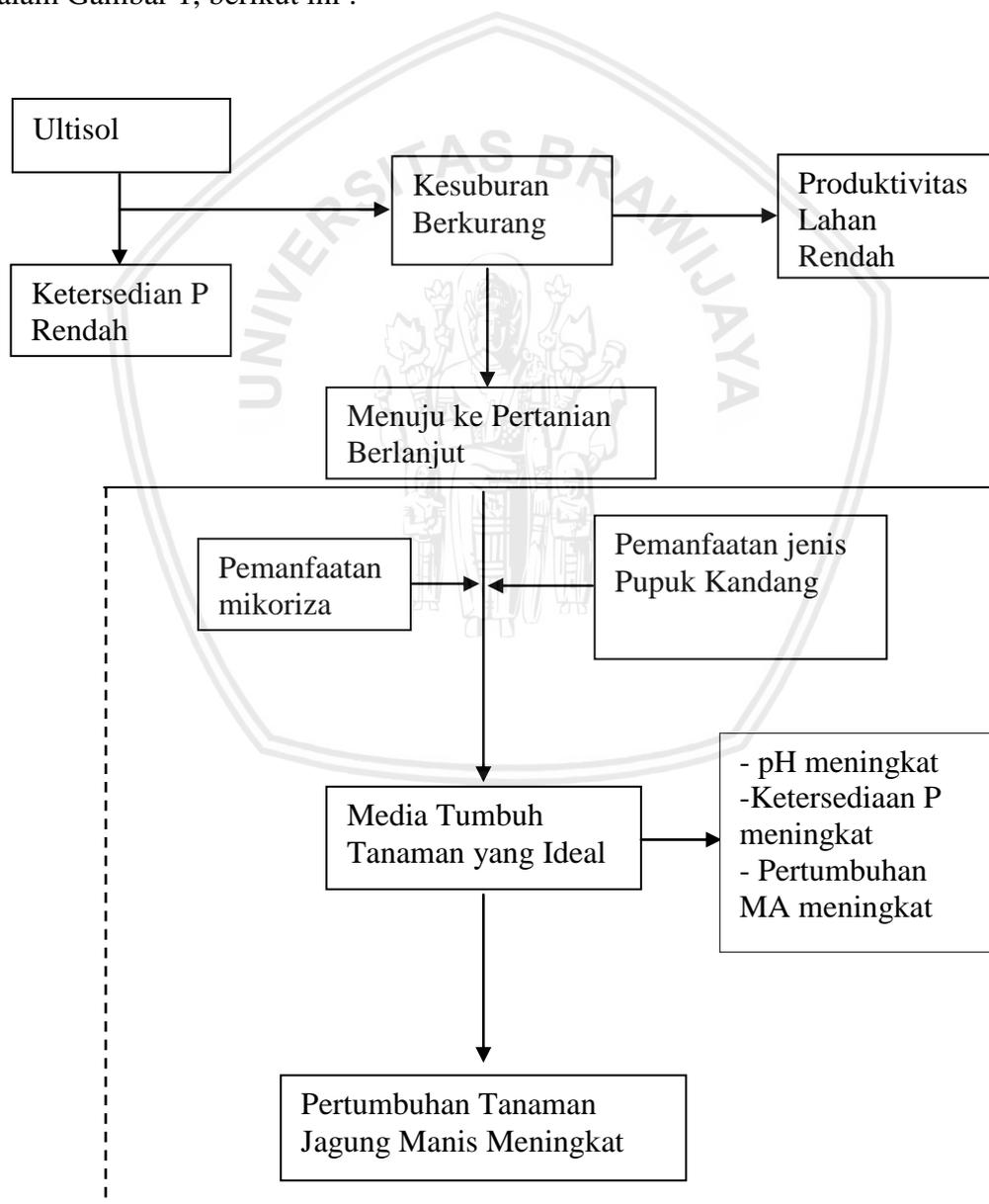
1. Terjadi peningkatan pH, P-tersedia, C-Organik dan persentase koloni MA akibat penambahan mikoriza dan jenis pupuk kandang.
2. Jumlah spora meningkat akibat perubahan persentase koloni MA.
3. Serapan P dan pertumbuhan jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) meningkat akibat perubahan nilai P-tersedia.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi pengaruh kombinasi pemberian mikoriza dan jenis pupuk kandang terhadap serapan P dan pertumbuhan jagung manis (*Zea maysaccharata* Sturt.) pada tanah Ultisol.

1.6 Alur Pikir Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan alur pikir penelitian yang disajikan dalam Gambar 1, berikut ini :



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

Ket :  : Ruang lingkup penelitian



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ultisol

Ultisol adalah merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Tanah ini dapat dijumpai pada berbagai relief mulai dari datar hingga bergunung.

Pada umumnya Ultisol berwarna kuning kecoklatan hingga merah. Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik pada tanah Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah (Prasetyo *et al.*, 2005). Ultisol mengandung unsur hara makro dan mikro yang rendah, salah satunya adalah unsur P.

Pemanfaatan tanah Ultisol menjadi lahan pertanian memiliki beberapa kendala terutama masalah rendahnya ketersediaan dan efisiensi P akibat tingginya jerapan P (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tingginya jerapan P pada Ultisol disebabkan karena rendahnya muatan negatif pada permukaan koloid tanah (Tan, 2008). Fraksi liat pada tanah ultisol didominasi oleh liat aktivitas rendah (*low activity clay*) seperti kaolinit, haloisit, serta oksida-hidrus Al dan Fe yang menyebabkan Ultisol memiliki muatan negatif yang rendah dan Titik Muatan Nol (TMN) yang tinggi atau mendekati nilai pH aktualnya (Su dan Harsh, 1996).

Tanah yang dinominasi oleh liat aktifitas rendah umumnya mempunyai muatan terubahkan (*variable charge*), dimana koloid tanah dapat bermuatan positif, nol, atau negatif tergantung pada perubahan pH tanah. Peningkatan pH akan menyebabkan terjadinya peningkatan muatan negatif atau TMN tanah akan menurun. Dengan demikian jerapan P tanah akan turun dan ketersediaan P akan meningkat (Su dan Harsh 1996). Ketersediaan maksimum P pada tanah berada pada pH 6-7,5, sedangkan ketersediaan minimum P pada tanah berada pada pH < 4 (Resh, 2013).

2.2 Mikoriza

Simbiosis mutualisme antara tanaman (inang) dan mikroba tanah yang merupakan dasar pokok dalam mengembangkan mikoriza. Istilah *mycorrhizae* (mikoriza) diambil dari bahasa Yunani yang secara harafiah *mykes* berarti jamur dan *rhiza* berarti akar. Inang dalam pertumbuhan hidupnya mendapatkan sumber makanan lebih banyak dari dalam tanah dengan bantuan penyerapan lebih luas dari organ-organ mikoriza pada sistem perakaran dibandingkan yang diserap oleh rambut akar biasa. Unsur hara utama yang diserap adalah Fosfor (P) dan juga termasuk Nitrogen (N), Kalium (K), dan unsur hara mikro lain seperti Zn, Cu dan B. Melalui proses enzimatik, makanan yang terikat kuat dalam ikatan senyawa kimia seperti Aluminium (Al) dan Besi (Fe) dapat diuraikan dan dipecahkan dalam bentuk tersedia bagi inang. Karena hanya inang yang berfotosintesis, sebagian hasil fotosintesis (berupa karboidrat cair) didistribusikan ke bagian akar inang, dan mikoriza yang tinggal di jaringan korteks akar inang mendapatkan aliran energi untuk hidup dan berkembang biak didalam tanah (Santosa, 2007).

Secara umum mikoriza dapat digolongkan dalam tiga tipe utama, yakni *endotrophic*, *ectotrophic* dan *ectendotrophic*. Dari ketiga tipe di atas, saat ini mikoriza terbagi lebih besar berdasarkan kekhasan asosiasinya dengan perakaran tanaman, yakni endotrophic atau endomikoriza dan lebih dikenal sebagai Mikoriza Arbuskula, *entotrophic* atau *ektomikoriza*, *ectendotrophic* atau *ektendomikoriza*, *arbutoid*, *monotropoid*, *ericoid* dan *orchid* mikoriza (Sastrahidayat, 2011).

Berdasarkan beberapa penelitian mikoriza memiliki kelebihan dalam membantu pertumbuhan tanaman antara lain dapat meningkatkan berat kering tanaman tomat (73,03%) dan serapan P tanaman (114,28%), berat kering pucuk dan akar (106% dan 216%) dibanding tanaman tanpa mikoriza (Al-Kariki, 2000; Al-Kariki *et al.*, 2001; Al-Kariki, 2006), meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen akar atau tanah, karena mikoriza dapat memproduksi senyawa antibiotik dan merangsang sistem pertahanan pada tanaman inang (Sastrahidayat *et al.*, 2001), meningkatkan fotosintesis dengan dengan peningkatan jumlah klorofil daun (Sanazarro *et al.*, 2006), memperluas daerah penyerapan air dan meningkatkan penyerapan air menjadi 3 kali lipat (Thomas *et al.*, 1999 dalam Swasono, 2006), berperan sinergi terhadap bakteri penambat N (Azcon dan EI-

Atrash, 1997) dan mengeluarkan enzim phosphatase yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik sehingga tersedia bagi tanaman (Subiksa, 2002).

2.2.1 Ekologi Mikoriza

Mikoriza umumnya hidup di daerah sekitar perakaran maupun di perakaran. Spektrum penyebaran mikoriza cukup luas, dapat ditemukan pada kisaran akar tanaman yang luas yaitu dari tumbuhan *Angiospermae* sampai pada *Bryophyta* yang secara geografis menyebar dari kutub sampai hutan basah. Di Indonesia (Jambi dan Lampung) pada ekosistem hutan didapatkan 7-10 spesies, ekosistem pertanian 8-11 spesies dan pada padang alang 10-11 spesies (Simanungkalit, 2003). Kesesuaian dan kekhususan hubungan antara jamur dengan inangnya sangat dipengaruhi oleh kondisi ekologi dan fluktuasi iklim (Rusel, 1998 dalam Sastrahidayat, 2011).

Mikoriza pada umumnya memiliki ketahanan yang cukup baik pada rentang faktor lingkungan fisik yang lebar. Mikoriza tidak hanya dapat berkembang pada tanah berdrainase baik, tapi juga lahan tergenang seperti sawah. Bahkan pada lingkungan yang sangat miskin atau lingkungan yang tercemar limbah berbahaya, cendawan mikoriza masih memperlihatkan eksistensinya (Anggangan *et al.*, 1998 dalam Subiska 2002). Mikoriza juga dapat hidup pada tanah salin. Menurut Koske *et al.*, (2004) hampir 150 jenis mikoriza ditemukan dilahan gemuk pasir pantai.

Faktor lingkungan terutama intensitas cahaya dan suhu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan mikoriza serta keberhasilan simbiosisnya dengan inang. Intensitas cahaya matahari yang tinggi akan meningkatkan suhu tanah, selanjutnya suhu tanah akan mempengaruhi kapasitas dan derajat perkembangan mikoriza dalam menginfeksi akar tanaman (Smith and Read, 2008; Brundrett *et al.*, 1996).

2.2.2 Struktur Mikoriza

Berdasarkan struktur dan cara jamur menginfeksi akar, mikoriza dapat terbagi menjadi ektomikoriza dan endomikoriza. Ektomikoriza merupakan jamur yang menginfeksi tidak masuk ke dalam sel akar tanaman dan hanya berkembang diantara dinding sel jaringan korteks, akar yang terinfeksi membesar dan bercabang. Sedangkan pada endomikoriza jamur yang menginfeksi masuk ke

dalam jaringan korteks dan akar yang terinfeksi tidak membesar (Smith and Read, 2008).

Endomikoriza membentuk struktur karakteristik khusus yang disebut arbuskel dan vesikel. Arbuskel merupakan hifa yang membelit atau struktur hifa yang bercabang, terbentuk di antara sel-sel akar, arbuskel membantu dalam mentransfer nutrisi (terutama fosfat) dari tanah ke sistem perakaran.

2.2.3 Peran Mikoriza Dalam Kehidupan Tanaman

Simbiosis mutualisme antara mikoriza arbsekular dengan akar tanaman memberikan manfaat bagi pertumbuhan dan produksi tanaman karena mampu meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap nutrisi (terutama unsur P) dan air yang ada di dalam tanah. Menurut Abdullah dan Veranita (2005) mikoriza berfungsi untuk memperbaiki tingkat serapan hara dan air terutama unsur fosfat dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen tanah melalui simbiosis dengan akar tanaman. Secara tidak langsung mikoriza dapat meningkatkan pembentukan dan penyebaran akar tanaman melalui hifa eksternal yang mengakibatkan meningkatnya serapan unsur hara oleh tanaman. Menurut Mosse (1991) jamur mikoriza memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman karena miselium jamur ini mampu berperan sebagai perpanjangan akar dalam menyerap nutrisi dan air yang tidak terjangkau oleh bulu akar sehingga permukaan absorpsi akar bertambah luas.

Menurut Sastrahidayat (1995), pemberian mikoriza pada tanaman jagung memberikan dampak positif, yaitu :

1. Meningkatkan kemampuan akar jagung dalam penyerapan air dan hara terutama P
2. Bertindak sebagai pelindung biologi terhadap patogen akar
3. Lebih tahan kekeringan, cekaman, kemasaman, salinitas, keracunan logam berat dalam tanah
4. Meningkatkan hormon auksin yang berfungsi meningkatkan elastisitas dinding sel dan mencegah atau memperlambat proses penuaan akar.

2.3 Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah salah satu pupuk organik yang terbuat dari kotoran hewan, urin dan sisa-sisa tanaman yang dibiarkan membusuk dengan bantuan

mikroorganisme yang mampu menguraikan sampah organik kompleks menjadi bahan-bahan yang mudah diasimilasi oleh tanaman. Pupuk kandang dapat berupa padat atau cair (urin). Komposisi kandungan unsur hara pupuk kandang dipengaruhi oleh jenis ternak, kondisi ternak, pakan ternak, bahan hamparan yang digunakan, serta perlakuan dan penyimpanan pupuk sebelum diaplikasikan ke lahan (Hartatik dan Widowati, 2004).

Pupuk kandang dapat menyediakan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S) dan mikro (Na, Fe, Cu, Mo). Daya ikat ionnya tinggi sehingga akan mengefektifkan penggunaan pupuk anorganik dengan meminimalkan kehilangan pupuk anorganik akibat penguapan atau tercuci oleh air siraman atau air hujan. Kandungan unsur hara dalam pupuk kandang dapat hilang karena beberapa sebab, diantaranya adalah penguapan dan penyerapan, dekomposisi serta penyimpanan (Melati dan Rinawati, 2008).

2.3.1 Pupuk Kandang Sapi

Diantara jenis pupuk kotoran ternak, kotoran sapi mempunyai serat yang tinggi seperti selulosa, hal ini terbukti dari hasil pengukuran parameter C/N rasio yang cukup tinggi, yaitu >40 (Hartatik dan Widowati, 2004). Tingginya kadar C dalam pakan sapi menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan pertumbuhan terjadi karena mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik tersebut sehingga tanaman utama akan kekurangan N. Untuk memaksimalkan penggunaan pakan sapi harus dilakukan pengomposan agar menjadi kompos pupuk kotoran sapi dengan rasio C/N berkisar 20-25 % (Lingga, 1991). Selain masalah rasio C/N, pemanfaatan kotoran sapi secara langsung juga berkaitan dengan kadar air yang tinggi. Petani umumnya menyebutnya sebagai pupuk dingin. Bila pupuk kotoran ternak dengan kadar air yang tinggi diaplikasikan secara langsung akan memerlukan tenaga yang lebih banyak serta proses pelepasan amoniak masih berlangsung (Widowati *et al.*, 2005).

2.3.2 Pupuk Kandang Kambing

Pupuk kandang kambing merupakan salah satu jenis pupuk kandang yang sering digunakan oleh petani. Pupuk kandang kambing terdiri dari 67% bahan

padat dan 33% bahan cair (urin). Menurut Sutejo (2002) pupuk kandang kambing padat mengandung 0.75% N, 0.50% P, 0.45% K dan 60% H₂O, sedangkan cair mengandung 0.35% N, 0.05% P, 2.10% K, 85% H₂O. Pupuk kandang kambing memiliki kandungan unsur hara yang beragam dan kadar air yang lebih rendah daripada pupuk kandang sapi. Keadaan demikian merangsang jasad renik melakukan perubahan aktif, sehingga perubahan berlangsung cepat (Puspita, 2013).

Pemberian pupuk kandang kambing pada tanaman berfungsi sebagai substrat bagi jasad mikro sehingga dapat meningkatkan jumlah populasi dan aktivitas metabolik jasad mikro yang dapat membantu dekomposisi bahan organik tanah dan mensintesa senyawa tertentu menjadi berguna bagi tanaman. Pupuk kandang kambing juga berguna untuk meningkatkan daya serap air, pertukaran kation, sebagai pelarut sejumlah N, P dan K dan sebagai humus yang dapat mempertahankan struktur tanah (Ardiningsih, 2005).

2.3.3 Pupuk Kandang Ayam

Pupuk kandang ayam merupakan pupuk kandang yang berasal dari kotoran ayam. Pemanfaatan pupuk kandang ayam umumnya dipergunakan oleh petani sayuran dengan cara mengadakan dari luar wilayah, misalnya petani kentang di Dieng mendatangkan pupuk kandang ayam yang disebut dengan *chicken manure* (CM) atau kristal dari Malang, Jawa Timur.

Pupuk kotoran ternak ayam mempunyai kadar P yang relatif lebih tinggi dari pada ternak lainnya (Tabel 1.). Kadar hara ini sangat dipengaruhi oleh jenis konsentrat yang diberikan. Selain itu pula dalam kotoran ayam tersebut dapat menyumbangkan beberapa unsur hara ke dalam tanah. Beberapa hasil penelitian aplikasi pupuk kandang ayam memberikan respon tanaman yang terbaik pada musim pertama. Hal ini terjadi karena pupuk kadang ayam relatif cepat terdekomposisi serta mempunyai kadar hara yang cukup pula jika dibandingkan dengan jumlah unit yang sama dengan pupuk kandang ternak lainnya (Widowati *et al.*, 2005).

Tabel 1. Kadar Hara Beberapa Bahan Dasar Pupuk Organik Sebelum dan Sesudah Dikomposkan (Balitan dalam Hartatik dan Widowati, 2004).

Jenis Bahan Asal	Kadar Hara (g 100 g ⁻¹)						
	C		N	C/N	P		K
Bahan segar		%				%	
Kotoran Sapi	63.44		1.53	41.46	0.67		0.70
Kotoran kambing	46.51		1.41	32.98	0.54		0.75
Kotoran ayam	42.18		1.50	28.12	1.97		0.68
Pupuk			%			%	
Kandang Sapi			2.34	16.8	1.08		0.69
KandangKambing			1.85	11.3	1.14		2.49
Ayam			1.70	10.8	2.12		1.45

2.4 Fungsi Fosfor dan Mekanisme Penyerapan Fosfor oleh Mikoriza Arbuskular

2.4.1 Fungsi Fosfor

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur pembatas dalam pertumbuhan tanaman yang diserap dalam bentuk $H_2PO_4^{2-}$ (Foth, 1998), dan hingga 0.2% bobot kering tanaman terbentuk dari unsur P. Tanaman mampu menyerap unsur P dari tanah dalam bentuk larutan (terlarut) terutama dalam bentuk fosfat. Sebagian jenis tanah tidak mampu menyediakan unsur P hanya sebagian kecil tanah yang mampu menyediakan unsur P untuk mendukung tingkat pertumbuhan tanaman. Dengan demikian penambahan unsur P ke tanah dalam bentuk organik dan mineral perlu dilakukan untuk meningkatkan unsur konsentrasi fosfat yang tersedia bagi tanaman. Umumnya hanya 10% – 25% dari P yang diaplikasikan dalam bentuk pupuk mineral dan organik digunakan oleh tanaman dalam jangka pendek (Ghose dan Dhar, 2000).

Fosfor berperan sebagai salah satu unsur esensial penyusun ATP, nucleotide, asam nukleat dan fosfolipid (Barker dan Pilbeam, 2007). Fungsi utama fosfor adalah sebagai cadangan energi serta sebagai penyusun senyawa-senyawa untuk merubah energi, untuk system informasi genetik, untuk membran sel, dan fosfoprotein (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Sejalan dengan itu fosfor dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan akar dan tunas yang sedang tumbuh serta memperkuat batang, sehingga tidak mudah rebah pada ekosistem alami (Aleel, 2008) .

2.4.2 Mekanisme Penyerapan Fosfor oleh Mikoriza Arbuskular

Menurut Suciarni (1996), ada 2 mekanisme yang terlibat dalam peran jamur mikoriza dapat meningkatkan penyerapan P yaitu :

a. Mekanisme Fisik

Infeksi jamur MA pada akar tanaman dapat membantu pengambilan fosfor dengan cara memperluas permukaan serapan akar. Misellium jamur yang berada di luar akar analog adalah sebagai rambut akar yang berfungsi untuk mengambil bahan makanan dan air. Misellium jamur ini dapat tumbuh menyebar ke luar akar sampai beberapa cm (> 9 cm), sehingga dapat berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan bahan makanan dan unsur hara terutama P disekitar akar tanaman (Suciarni, 1996).

Akar bermikoriza atau hifa jamur ini dapat menyerap P dari larutan tanah pada konsentrasi rendah dimana akar tidak bermikoriza tidak dapat menjangkaunya, meskipun rambut akar melimpah. Diameter hifa jamur yang relatif kecil yaitu $2-5 \mu\text{m}$ akan mudah menembus pori-pori yang tidak dapat dimasuki rambut akar yang relatif lebih besar. Akar bermikoriza juga mempunyai metabolisme energi yang lebih besar, sehingga lebih aktif dalam mengambil P pada konsentrasi $10^{-7} - 10^{-6}$ di dalam larutan tanah hingga menjadi $10^{-3} - 10^{-2}$ di dalam akar (Smith and Read, 2008).

b. Mekanisme Kimia

Jamur MA dapat mendorong perubahan pH rizosfer menjadi 6.3. Perubahan pH tersebut terjadi melalui produk eksudat jamur berupa anion-anion seperti poliglakturonat, sitrat dan oksalat yang akan menggantikan posisi ion fosfat pada situasi adsorpsi. Ion-ion tersebut secara alami dapat menetralkan pH rizosfer karena ada yang bersifat masam seperti asam sitrat dan oksilat tetapi ada yang bersifat basa seperti alkalin fosfatase dan poliglakturonat. Selain itu cendawan mikoriza mengeluarkan enzim yang berperan penting dalam perombakan P anorganik berupa $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ yang mudah terserap oleh tanaman. Enzim fosfatase diduga membantu dalam mengkatalisis hidrolisis kompleks fosfor tidak larut dalam tanah dan pupuk sehingga terjadi peningkatan P tersedia pada daerah tersebut (Satriahidayat, 2001).

2.5 Peran Mikoriza Terhadap Sifat Kimia Tanah

Tanah memiliki beberapa sifat yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Salah satu dari sifat tersebut adalah sifat kimia tanah. Beberapa sifat kimia tanah adalah pH, ketersediaan hara dan tukar kation. Setiap sifat kimia tanah saling berkaitan satu sama lain. Seperti ketersediaan P dipengaruhi oleh pH tanah dan kandungan Al dan Fe bebas (Winarso, 2005).

Beberapa penelitian menunjukkan bagaimana mikoriza dapat memperbaiki sifat kimia tanah. Menurut Hasanuddin (2003) terjadi peningkatan N tersedia dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- ketika pemberian mikoriza yaitu dari 5.2850 mg/100 menjadi 5,3442 mg/100 dan 29,5417 mg/100 menjadi 29,5800 mg/100. Pada tanah ultisol terjadi peningkatan rata-rata pH tanah ketika pemberian mikoriza yaitu 4,7 menjadi 5,4 (Yusra, 2005). Menurut Khairuna *et al.*, (2015) terjadi peningkatan P-tersedia yang nyata ketika pemberian dilakukan pemberian 60 g mikoriza, yaitu 0,45 mg/kg – 2,08 mg/kg.

2.6 Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.)

Jagung manis merupakan tanaman monokotil yang tergolong pada family padi-padian (*Graminaceae*). Tanaman ini berumah satu, dengan bunga jantan tumbuh sebagai perbungaan ujung (tassel) pada batang utama (poros atau tangkal), dan bunga betina tumbuh terpisah sebagai perbungaan samping (tongkol) yang berkembang pada ketika daun. Tanaman ini menghasilkan satu atau beberapa tongkol (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Biji jagung berkeping tunggal, berderet rapi pada tongkolnya. Batang tanaman jagung beruas-ruas (berbuku-buku) dengan jumlah ruas bervariasi antara 10-40 ruas. Tanaman jagung manis sering tumbuh beberapa cabang yang muncul dari pangkal batang. Panjang batang berkisar antara 60 cm- 300 cm, tergantung pada tipe jagung. Ruas-ruas batang bagian atas berbentuk silindris dan ruas-ruas batang bagian bawah berbentuk bulat agak pipih (Rukmana, 1997). Pada umumnya tanaman jagung memiliki satu tongkol, tetapi terkadang terdapat dua tongkol pada satu tanaman. Setiap tongkol terdiri dari 10 - 14 deret biji jagung yang terdiri dari 200 - 400 butir biji jagung (Suprpto dan Marzuki, 2005). Biji jagung mempunyai bentuk, ukuran, warna, dan kandungan endosperm yang bervariasi tergantung varietasnya (Rukmana, 1997). Sistem perakaran tanaman jagung terdiri atas akar-akar

seminal, koronal dan akar udara. Akar-akar seminal merupakan akar-akar radikal atau akar primer ditambah dengan sejumlah akar-akar lateral yang muncul sebagai akar adventif pada dasar 7 dari buku pertama di atas pangkal batang. Akar-akar seminal ini tumbuh pada saat biji berkecambah. Pertumbuhan akar seminal pada umumnya menuju arah bawah, berjumlah 3-5 akar atau bervariasi antara 1-13 akar (Suprpto dan Marzuki, 2005).

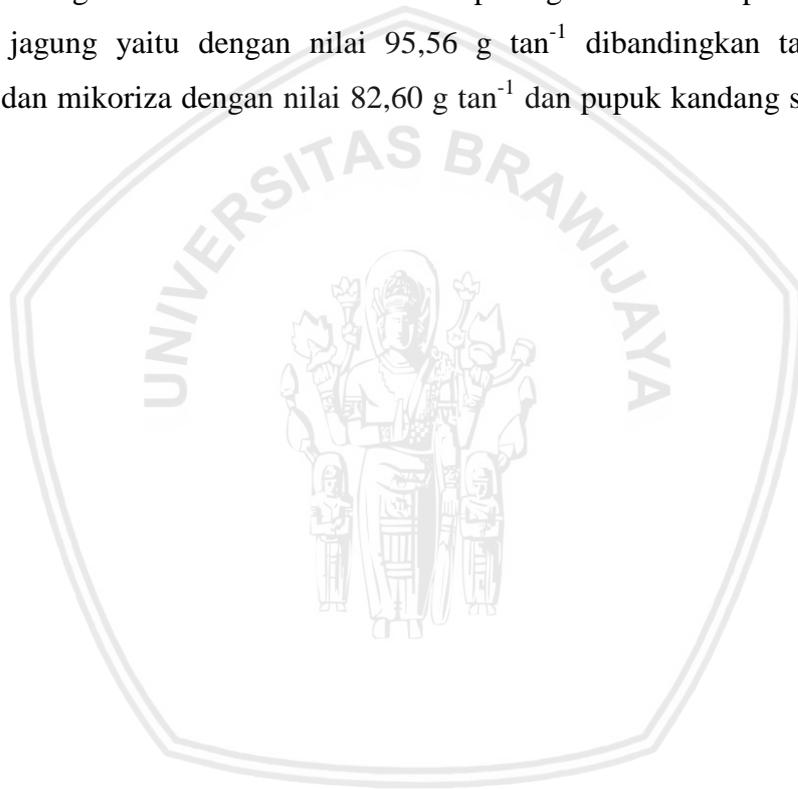
Jagung manis berasal dari daerah subtropis namun dalam perkembangannya jagung manis telah menyebar ke daerah tropis. Di daerah tropis jagung manis juga telah dikembangkan untuk berbagai ketinggian tempat terutama dataran rendah, menengah, hingga dataran tinggi. Menurut Syukur dan Rifianto (2013), jagung yang ditanam dengan ketinggian antara 800-1200 mdpl juga masih dapat berproduksi dengan baik. Tanaman jagung manis menghendaki tanah yang subur, gembur, berdrainase baik dengan pH antara 5,6 - 7,5 dan membutuhkan sinar matahari yang cukup atau tidak ternaungi. Tanaman jagung manis yang dibudidayakan pada lahan yang tidak beririgasi memerlukan curah hujan ideal 85 - 200 mm bulan⁻¹ secara merata (Purwono dan Hartono, 2007).

2.7 Pengaruh Pemberian Mikoriza Arbsekular dan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Jagung Manis

Peningkatan produksi tanaman jagung yang banyak dilakukan melalui penambahan dosis pupuk anorganik. Penambahan pupuk anorganik dapat menaikkan keasaman tanah dan menurunkan kesuburan tanah serta berdampak buruk pada lingkungan. Untuk itu dibutuhkan solusi lain untuk mengganti penambahan pupuk anorganik yaitu dengan pemberian pupuk kandang dan mikoriza. Pemberian pupuk kandang akan menambah bahan organik pada tanah dan merangsang perkembangan mikroorganisme tanah, seperti mikoriza arbsekular. Mikoriza arbsekular akan mendekomposisi bahan organik menjadi C-organik dan membantu akar tanaman dalam penyerapan hara. Peningkatan serapan hara akan mencukupi kebutuhan hara tanaman, sehingga dapat meminimalisir penggunaan pupuk anorganik yang tidak baik bagi tanah apabila digunakan secara terus menerus (Puspita, 2013).

Pemberian pupuk kandang dan mikoriza tidak hanya memberikan dampak positif pada tanah tetapi juga memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan

jagung manis. Menurut penelitian yang dilakukan Sari *et al.*, (2015) pemberian pupuk kandang (10 ton ha^{-1}) dan mikoriza (10 g tan^{-1}) memberikan peningkatan pada pertumbuhan jagung manis dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk kandang dan mikoriza dan hanya pupuk kandang (20 ton ha^{-1}) saja dengan penambahan NPK 450 kg ha^{-1} setiap perlakuannya. Untuk jumlah helai daun kombinasi pupuk kandang dan mikoriza memberikan peningkatan dengan nilai 9,41 helai dibandingkan tanpa pupuk kandang dan mikoriza dengan nilai 8,58 helai dan pupuk kandang saja 8,75 helai. Pada bobot kering tanaman, pemberian pupuk kandang dan mikoriza memberikan peningkatan terhadap bobot kering tanaman jagung yaitu dengan nilai $95,56 \text{ g tan}^{-1}$ dibandingkan tanpa pupuk kandang dan mikoriza dengan nilai $82,60 \text{ g tan}^{-1}$ dan pupuk kandang saja $84,30 \text{ g tan}^{-1}$.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 sampai Maret 2019. Lokasi penelitian berada di *green house* Dusun Sengkaling, Desa Mulyoagung, Kab. Malang, Jawa Timur. Analisis dasar dan akhir dilakukan di Laboratorium Biologi dan Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, penggaris/meteran, *pot*, *label*, oven, ember, cawan petri, spektrofotometer, mortar dan penumbuk, pinset, sentrifuse, plastik bening, plastik *polypropylene*, fial film, mikroskop, kaca objek, kaca penutup, autoklaf, kamera digital dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji jagung manis, pupuk kandang (kambing, sapi, ayam) dan pupuk Urea, TSP, KCL, mikoriza *Accaulospora sp.*, dan air. Untuk media tanam adalah tanah Ultisol yang berasal dari Loa Klu, Tenggarong, Kabupaten Kutai Negara, Kalimantan Timur yang diambil pada kedalaman 10-30 cm (lapisan olah).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang akan di gunakan di dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) (Yitnosumarto,1990) yang terdiri dari 2 faktor,yaitu : (Sari *et al.*, 2015)

1. Faktor mikoriza

M0 = Tanpa Mikoriza

M1 = *Accaulospora sp.*

2. Faktor jenis pupuk kandang (g/pot)

P0 = Tanpa Pupuk Kandang

PS = Pupuk Kandang Sapi 8,3 g/pot (10 ton/ha)

PK = Pupuk Kandang Kambing 8,3 g/pot (10 ton/ha)

PA =Pupuk Kandang Sapi 8,3 g/pot (10 ton/ha)

Dengan demikian dapat diperoleh sebanyak 8 kombinasi perlakuan tertera pada Tabel 2. Setiap percobaan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 24 satuan percobaan.

Tabel 2. Susunan Kombinasi Pengaruh Mikoriza dan Pemberian 3 Jenis Pupuk Kandang Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Jagung Manis.

No.	Kode	Perlakuan
1	M0P0	Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang
2	M0PS	Tanpa Mikoriza + 8,3 g Pupuk Sapi
3	M0PK	Tanpa Mikoriza + 8,3 g Pupuk Kambing
4	M0PA	Tanpa Mikoriza + 8,3 g Pupuk Ayam
5	M1P0	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + Tanpa Pupuk Kandang
6	M1PS	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8,3 g Pupuk Sapi
7	M1PK	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8,3 g Pupuk Kambing
8	M1PA	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8,3 g Pupuk Ayam

Keterangan : Dosis pupuk kandang : 8,3 g/perlakuan (10 ton/ha) (Sari *et al.*, 2015)

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan sampel tanah yang sama pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ayuningsih (2016). Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode pengambilan sampel nonproposional yaitu secara acak. Sampel tanah diambil pada 3 lokasi dengan masing-masing komposisi tanaman yang berbeda. Pada lokasi 1 terdapat tanaman karet, durian dan cempedak. Lokasi 2 diambil pada tanaman sawit, pisang dan durian, sedangkan untuk lokasi 3 diambil pada tanaman singkong dan terong. Pada masing-masing lokasi, tiap jenis tanaman diambil 3 sampel pada kedalaman 10-30 cm. Kemudian masing-masing sampel tanah dikomposit menjadi satu dan diaduk sampai homogen.

3.4.2 Analisis Dasar Tanah dan Pupuk

Pada penelitian ini analisis dasar dilakukan pada contoh tanah untuk mengetahui pH tanah, C-Organik, N total, P total, K total, C/N ratio, C/P ratio, kadar air tanah, dan tekstur tanah sedangkan pada pupuk analisis dasar yang dilakukan untuk mengetahui status pH pupuk, C-organik, N total, P total, K total, C/N ratio, dan C/P ratio (Tabel 3).

Tabel 3. Analisis Dasar Tanah dan Pupuk Kandang

No	Jenis Analisis	Metode atau Alat	Tanah	Pupuk Kandang
1	pH	pH H ₂ O	*	*
2	C-organik (%)	Walkey+Black	*	*
3	N-Total (%)	Kjeldahl	*	*
4	P-Total (%)	HCL 25%	*	*
5	P-Tersedia	Bray I	*	-
6	K-Total (%)	Spektrofotometri	*	*
7	C/N	Perhitungan	-	*

Keterangan : * : dilakukan analisis - : tidak dilakukan analisis

1.4.3 Persiapan Media Tanam

Sebelum melakukan pencampuran masing-masing komposisi media, tanah Ultisol disterilkan terlebih dahulu menggunakan metode uap (Cahyani, 2009). Tanah ultisol dimasukkan kedalam plastik *polypropylene*, kemudian disterilkan dengan dipanaskan (dikukus) selama 2 jam per hari selama 3 hari berturut-turut dengan suhu 100⁰C. Tanah dibiarkan sampai dingin, lalu diaduk (dikompositkan) hingga merata dan dihaluskan menggunakan mesin *grinding*. Kemudian diayak lolos ayakan 2 mm lalu dimasukkan ke dalam pot sebanyak 2 kg. Setelah sterilisasi dilakukan pengamatan jumlah spora dan didapati jumlah spora sebanyak 160 spora per 100 g tanah.

1.4.4 Pemupukan

a. Pemupukan perlakuan

Pemupukan perlakuan dilakukan dengan menggunakan 3 jenis pupuk kandang, yaitu pupuk kandang ayam, pupuk kandang kambing dan pupuk kandang sapi. Pada pemupukan perlakuan pupuk kandang yang digunakan merupakan pupuk kandang yang sudah matang. Secara fisik pupuk kandang yang matang dapat dilihat dengan warna pupuk coklat kehitaman, bahannya lunak dan mudah hancur serta tidak memiliki aroma bau kotoran ternak (Isroi dan Yuliarti, 2009). Pada persiapan pupuk kandang dilakukan pengayakan terlebih dahulu dengan ayakan 2 mm agar ukuran pupuk kandang sama dengan media tanahnya. Setelah itu pupuk dimasukkan ke dalam media sesuai dengan perlakuan dan diaduk hingga rata.

b. Pemupukan Dasar

Pemupukan dasar yang dilakukan berdasarkan Sari *et al.* (2015) yaitu 450 kg ha⁻¹ NPK dan disetarakan pada pupuk urea, KCl dan SP 36 per pot menjadi pupuk SP36 (0,54g/pot) dan KCl (0,16 g/pot) dilakukan 3-4 hari sebelum penanaman. Sementara untuk pupuk Urea (0,27 g/pot) diberikan pada awal penanaman.

3.4.5 Penanaman dan Aplikasi Mikoriza

Varietas jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) yang digunakan adalah varietas Bonanza F1 yang sudah diberi fungisida. Varietas Bonanza F1 merupakan varietas yang mudah didapatkan dan petani lebih menyukainya karena tongkolnya lebih besar. Benih-benih dicuci dan direndam aquades steril selama 5 jam. Sebelum dilakukan penanaman, benih tersebut disemaikan terlebih dahulu dengan ditata dalam wadah yang sudah dialasi dengan kapas dan ditutup dengan tisu, kemudian diberikan air untuk menciptakan kondisi lembab. Kondisi lembab dipertahankan selama 5 hari, selanjutnya benih dipilih yang memiliki ukuran seragam dan siap dipindahkan kedalam media tanam (Soegito, 2003).

Jenis mikoriza yang digunakan yaitu *Acaulospora sp.* Pengaplikasian spora mikoriza dilakukan dengan cara pemberian langsung inokulum berupa spora (Simanungkalit, 2003). Terlebih dahulu spora dikumpulkan dalam suatu wadah *pial film* yaitu sebanyak 20 spora. Pengaplikasian MA dilakukan setelah dibuat lubang tanam pada masing-masing media sekitar 5 cm. Lalu kertas saring dimasukkan kedalam lubang dibentuk corong, tujuannya adalah saat benih berkecambah, diharapkan dapat bersinggungan langsung dengan spora. Setelah kertas saring dimasukkan kedalam lubang tanam, lalu benih dimasukkan dalam kertas saring. Spora yang sudah dikumpulkan didalam *pial film* dituangkan kedalam lubang tanam yang sudah terdapat benih sehingga mikoriza dapat langsung menginfeksi. Setelah dilakukan aplikasi spora, kemudian lubang tanam ditutup menggunakan media tanam.

3.4.6 Pemeliharaan Tanaman

a. Penyiraman

Perhitungan kadar air media pada kondisi kapasitas lapangan (KAKL) pada tanah ini dilakukan untuk menentukan jumlah air yang harus ditambahkan

pada media untuk mencapai kapasitas lapangan. Untuk mengetahui berapa jumlah air yang harus ditambahkan pada kondisi kapasitas lapangan maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan kadar air kapasitas lapang (pF 2,5) menggunakan kaolin box. Selanjutnya dilakukan perhitungan kadar air pada titik layu permanen (pF 4,2) dengan menggunakan *pressure plate*.

Penetapan jumlah air yang harus ditambahkan dilakukan secara gravimetri dengan rumus :

$$\text{Jumlah air yang harus ditambahkan} = pF\ 2,5 - pF\ 4,2$$

b. Penyulaman

Penyulaman merupakan mengganti tanaman yang tidak tumbuh setelah ditanam di pot setelah seminggu penanaman. Penyulaman dilakukan bila ada tanaman yang mati atau pertumbuhannya kurang baik, diganti dengan tanaman yang telah disiapkan. Apabila tanaman pengamatan tidak ada yang mati maka penyulaman tidak perlu dilakukan (Sari *et al.*, 2015).

c. Penyiangan

Penyiangan dilakukan dengan membersihkan gulma yang ada di sekitar pertanaman secara manual yaitu dengan cara mencabut rerumputan tanaman dan disesuaikan dengan kondisi di lapangan (Ginting, 2017) .

3.4.7 Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada 6 MST yaitu pada masa vegetatif. Batang dipotong sampai leher akar. Kemudian berikan label pada batang sesuai dengan perlakuan dan ulangan. Untuk akar, dipanen bersama dengan 100 g tanah yang diambil dari sekitar perakaran lalu dimasukkan ke kantong plastik. Kemudian beri label sesuai dengan perlakuan dan ulangan di luar kantong plastik. Contoh tanah dan akar harus segera diproses sesampainya di laboratorium atau masukkan ke dalam lemari pendingin jika tidak dapat langsung diproses (Nusantara *et al.*,2012).

3.5 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan pada penelitian ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara destruktif dan non destruktif. Pengamatan non destruktif berupa jumlah daun, tinggi tanaman yang dilakukan dilapangan pada 2, 4 dan 6 MST. Untuk pengamatan destruktif berupa pajang akar, berat kering tanaman, pH tanah, C-

organik, P-total, P-tersedia, presentasi infeksi akar dan kadar P tanaman di laboratorium dan pengamatan destruktif dilakukan diakhir masa percobaan.

Setiap pengamatan parameter dilakukan sesuai dengan metode dan waktu pengamatan seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter Pengamatan dan Metode.

No	Perlakuan dan Parameter	Waktu Pengamatan (MST)	Metode
1	Tinggi tanaman (cm)	2,4,6	Kuantitatif
2	Jumlah Daun	2,4,6	Kuantitatif
3	Bobot Kering tanaman (g)	6	Gravimetri (Kering Oven)
4	pH	6	pH Meter
5	C-organik	6	Walkley and Black
6	P-Teredia	6	Bray 1
7	Jumlah Spora	6	Wet Sieving
8	Presentasi Kolonisasi Akar	6	Pewarnaan Akar
9	Kadar P Tanaman (g tan^{-1})	6	% P x BK tanaman

Keterangan : MST = Minggu Setelah Tanam

3.5.1 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan jagung manis sebagai tanaman indikator dilakukan pada tiap 2 minggu sekali yaitu pada 2, 4 dan 6 MST. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun secara kuantitatif (perhitungan secara langsung). Untuk tinggi tanaman, daun diluruskan lalu diukur dari bagian pangkal batang (batas dengan akar penyangga) sampai ujung daun yang diluruskan dengan menggunakan tali, lalu panjang tali diukur dengan menggunakan penggaris atau meteran (Marajo, 2016).

3.5.2 Analisis Sifat Kimia Tanah 6 Minggu Setelah Tanam

Analisis sifat kimia tanah 6 MST pada penelitian ini meliputi pH, C-organik dan P-tersedia. Pengambilan sampel media tanam sesuai dengan masing-masi perlakuan dan ulangan. Pengamatan pH tanah dilakukan dengan metode pH meter dan pengamatan C-organik dengan metode Walkey and Black. Pada analisis P tersedia dilakukan dengan metode Bray-I (pH media < 6,5) atau metode Olsen (pH media > 6,5) (Eviati dan Sulaiman, 2009). Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.5.3 Pengamatan Bobot Kering Tanaman

Pengamatan bobot kering tanaman dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman jagung manis pada masing-masing perlakuan. Pada pengamatan bobot keringtanaman, tanaman jagung manis dipanen pada umur 6 MST, kemudian dilakukan penimbangan bobot awal tanaman (bobot segar) masing-masing perlakuan. Kemudian masing-masing tanaman dimasukkan kedalam kertas untuk dioven pada suhu 80 °C selama 48 jam lalu ditimbang kembali (Evianti dan Sulaiman, 2009).

3.5.4 Pengamatan Jumlah Spora

Pengamatan jumlah spora dilakukan pada 6 MST dengan metode pengayakan basah (*Wet sieving*). Tanah diambil sebanyak 100 g (agar jumlah spora dinyatakan dalam umlah spora per 100 g) yang berasal dari daerah *rhizosfir* tanaman (tanah yang berasal dari sekitar daerah perakaran sehingga langsung dipengaruhi oleh akar tanaman) dan dicampur secara merata, Lalu buat suspensi tanah dengan 100 g sampel tanah yang dilarutkan dengan aquadest secukupnya (sekitar 500 – 800 ml). Kemudian suspense disaring menggunakan saringan bersusun yaitu 250 µm, 105 µm dan 45 µm. Endapan yang ada pada penyaringan terbawah (45 µm) dibilas menggunakan aquades, kemudian endapan tersebut dicampur dengan 200 ml aquades didalam *beaker glass*. Lalu diaduk hingga merata dan lakukan dengan hati-hati agar tidak merusak spora. Kemudian suspensi tersebut dimasukkan kedalam 12 tabung sentrifuse dan dibagi secara merata sampai batas $\frac{3}{4}$ tabung dan tambahkan larutan gula 60% kurang lebih 10 ml dan disentrifuse dengan kecepatan 2700 rpm selama 2 menit untuk memisahkan spora dari bahan pengotor lainnya, bagian teratas yang paling bening diambil menggunakan pipet hisap dan diletakkan pada saringan 45 µm. Endapan dibilas menggunakan aquadest untuk menghilangkan larutan gula yang mengikat spora, lalu endapan tersebut disemprot menggunakan aquadest dan diletakkan pada cawan petri. Setelah itu lakukan pengamatan menggunakan mikroskop (Nusantara *et al.*, 2012).

3.5.5 Kolonisasi Mikoriza Arbuskula pada Akar

Pengambilan sampel akar tanaman dilakukan pada saat pemanenan yaitu saat tanaman berumur 6 MST. Pengamatan kolonisasi mikoriza dilakkan dengan

teknik pembersihan dan pewarnaan akar. Pewarnaan akar dilakukan dengan tahapan yaitu memilih akar halus (rambut akar) segar dengan diameter antara 0.2 hingga 2 mm, dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Akar yang sudah dicuci bersih direndam kedalam KOH 10 % lalu dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 80°C. Tujuan perendaman adalah untuk mengeluarkan isi sitoplasma dari sel akar sehingga akan memudahkan dalam pengamatan kolonisasi MA. Akar - akar terlihat berwarna putih atau pucat. Akar tersebut dicuci dengan air mengalir yang kemudian direndam dalam larutan HCl 2% selama 5 menit pada suhu 80°C. Lalu setelah direndam, akar dicuci kembali dengan air mengalir kemudian akar direndam dalam larutan *Trypan Blue* 0,05 %, selanjutnya dalam larutan *Lacto Glycerol*. Ambil 10 potong akar (ukuran setiap akar 1 cm) yang sudah direndam dalam larutan *Lacto Glycerol* disusun di atas kaca preparat dan diamati di bawah mikroskop (Brundrett *et al.*, 1996).

Menurut Ginting (2017), persentase akar yang terkolonisasi dihitung dengan rumus sehingga dapat di kelompokkan sebagai berikut :

$$\% \text{ Akar terkolonisasi} = \frac{\text{jumlah akar yang terkolonisasi}}{\text{jumlah seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

Tabel 5. Kategori persen kolonisasi mikoriza (O'Connor *et al.*, 2001)

No	Persen Kolonisasi	Kategori
1	0	Tidak dikolonisasi
2	<10	Rendah
3	10-30	Sedang
4	30<	Tinggi

3.6 Analisis Data

Dari data yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan tabulasi data dan perhitungan menggunakan MS. Excel. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya (ANOVA) menggunakan *software Genstat*. Apabila terdapat perbedaan nyata maka dilakukan uji DMRT 5% (*Duncan's Multiple Range Test*). Adapun tahap perhitungan dan analisis ragam secara manual sebagai contoh berikut :

X₁ = Tanpa mikoriza (M₀) dan Mikoriza (M₁)

X₂ = - Tanpa Pupuk Kandang (P₀) - Pupuk Kandang Ayam (P₁)

- Pupuk Kandang Kambing (P₂) - Pupuk Kandang Sapi (P₂)

Tabel 6. Anova

SK	Db	JK	KT	FHIT	F TAB	
					0.01	0.05
Mikoriza (M)	M- 1	JKM	KTM	FHIT M		
Pupuk Kandang (P)	P-1	JKP	KTP	FHIT P		
KxP (MP)	(M-1)(P-1)	JKMP	KTMP	FHIT KP		
GALAT	(M.P)(U-1)	JK GALAT	KTG			
TOTAL		JK TOTAL				

Keterangan :

$$JK \text{ Total} : \sum Y^2 - FK$$

$$JKP : \frac{p1^2 + \dots + p4^2}{P.U} - FK$$

$$JKM : \frac{M1^2 + M2^2}{M.U} - FK$$

$$JKMP : \frac{a^2 + b^2 + \dots + h^2}{U} - FK - JK - JKM - JKP$$

$$JK \text{ Galat} : JK \text{ Total} - JK \text{ P} - JK \text{ M} - JK \text{ MP}$$

$$KTM : \frac{JKM}{dbM}$$

$$KTP : \frac{JKP}{dbP}$$

$$KT \text{ MP} : \frac{JKMP}{dbMP}$$

$$KT \text{ Galat} : \frac{JKGalat}{dbGalat}$$

$$F \text{ Hit M} : \frac{KTM}{KTGalat}$$

$$F \text{ Hit P} : \frac{KTP}{KTGalat}$$

$$F \text{ Hit MP} : \frac{KTMP}{KTGalat}$$

F Tabel : dilihat dari table F taraf 1 % dan 5%

Jika terdapat perbedaan nyata pada analisis ragam tersebut maka akan dilanjutkan uji DMRT5% (*Duncan's Multiple Range Test*). Adapun perhitungan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) (Yitnosumarto, 1993) adalah sebagai berikut :

$$DMRT = r_{p\alpha} \cdot \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

KTG : Kuadrat Tengah Galat.

r : Banyak ulangan.

$r_{p\alpha}$: Nilai Tabel DMRT

Untuk mengetahui pengaruh kedua variabel dilakukan uji korelasi dan regresi menggunakan software Ms. Excel.



I. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Tinggi tanaman

Pemberian mikoriza jenis pupuk kandang berpengaruh terhadap tinggi tanaman jagung dan tidak terjadi interaksi antara pemberian mikoriza dan jenis pupuk kandang. Pada 2 MST faktor mikoriza dan jenis pupuk kandang tidak memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman jagung. Sedangkan pada 4 dan 6 MST perlakuan hanya perlakuan jenis pupuk kandang yang memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman jagung (Lampiran 8). Berdasarkan Table 7, perlakuan M1PA memiliki nilai tertinggi dari perlakuan lainnya namun yang berbeda nyata hanya pada perlakuan M0P0, M0PS, M0PK dan M1P0 pada 4 MST dan M0P0 pada 6 MST.

Tabel 7. Tinggi Tanaman Jagung Selama 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Perlakuan	Tinggi Tanaman Jagung (cm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
M0P0	36,50 a	81,80 a	115,8 a
M0PS	41,33 a	87,03 ab	122,3 ab
M0PK	44,07 a	88,03 ab	130,7 ab
M0PA	41,17 a	102,33 bc	137,3 ab
M1P0	37,17 a	84,13 a	123,9 ab
M1PS	35,83 a	96,83 abc	120,6 ab
M1PK	37,60 a	88,97 abc	135,2 ab
M1PA	47,33 a	105,7 c	141,6 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

M0P0 = 0 spora mikoriza dan 0 g pukan; M0PS = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pukan sapi; M0PK = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pukan kambing; M0PA = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pukan ayam; M1P0 = 20 spora mikoriza dan 0 g pupuk kandang; M1PS = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pukan sapi; M1PK = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pukan kambing; M1PA = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pukan ayam.

Pada 4 MST perlakuan M0PA berbeda nyata terhadap kontrol (M0P0), namun tidak berbeda nyata terhadap M1PA. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang memberikan pengaruh yang nyata. Pupuk kandang mengandung unsur hara N, P dan K yang dibutuhkan tanaman (Widiowati, 2004). Unsur hara yang diserap tanaman membuat pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, dimana ditunjukkan dengan tinggi tanaman yang optimal (Sastrahidayat, 2011).

1.2 Jumlah Daun

Pada 2, 4 dan 6 MST faktor pupuk memberikan pengaruh terhadap jumlah daun dan tidak terjadi interaksi antara faktor mikoriza dan jenis pupuk. Faktor jenis pupuk memberikan pengaruh yang nyata pada 2 MST dan sangat nyata pada jumlah daun tanaman jagung pada 4 MST dan 6 MST (Lampiran 9). Berdasarkan Table 8 perlakuan M1PA memiliki nilai jumlah daun yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya pada 2 dan 4 MST namun pada 6 MST, M0PA dan M1PA memiliki nilai tertinggi dari perlakuan lainnya.

Tabel 8. Jumlah Daun Tanaman Jagung Selama 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Perlakuan	Jumlah Daun Tanaman Jagung		
	2 MST	4 MST	6 MST
M0P0	4 a	6 a	7 a
M0PS	4 a	6 a	7 a
M0PK	4 a	6 a	8 a
M0PA	4 a	8 b	11 b
M1P0	4 a	6 a	7 a
M1PS	4 a	6 a	8 a
M1PK	4 a	6 a	8 a
M1PA	6 b	9 b	11 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

M0P0 = 0 spora mikoriza dan 0 g pakan; M0PS = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pakan sapi; M0PK = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pakan kambing; M0PA = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pakan ayam; M1P0 = 20 spora mikoriza dan 0 g pupuk kandang; M1PS = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pakan sapi; M1PK = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pakan kambing; M1PA = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pakan ayam.

Pada 2 MST jumlah daun M1PA berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Namun pada 4-6 MST, perlakuan M1PA tidak berpengaruh nyata terhadap M0PA tapi berpengaruh nyata terhadap perlakuan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa faktor pupuk memberikan pengaruh terhadap jumlah daun. Pupuk kandang mengandung unsur N yang dibutuhkan tanaman pada masa vegetatif, salah satunya pertumbuhan daun. Nitrogen berfungsi dalam meningkatkan jumlah klorofil, sehingga apabila N tersedia dalam jumlah cukup, maka akan meningkatkan laju fotosintesis dan pada akhirnya fotosintat yang terbentuk akan banyak. Hasil fotosintesis ini akan ditranslokasikan ke berbagai organ penyusun tanaman selama pertumbuhan. Dengan cukup tersedianya

nitrogen maka pertumbuhan organ-organ tanaman akan sempurna dan fotosintat yang terbentuk akan meningkat, yang pada akhirnya mendukung produksi tanaman (Kresnatita, 2004).

4.3 Jumlah Spora

Berdasarkan hasil sidik ragam faktor mikoriza dan jenis pupuk menunjukkan pengaruh sangat nyata dalam meningkatkan jumlah spora dan terjadi interaksi yang sangat nyata antara kedua faktor (Lampiran 10.). Bila dilihat pada Tabel 9, perlakuan M1PA memiliki jumlah spora yang lebih banyak dari perlakuan lainnya.

Tabel 9. Jumlah Spora 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Kode	Perlakuan	Jumlah Spora (/100g tanah)
M0P0	Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang	211 a
M0PS	Tanpa Mikoriza + Pupuk Sapi	219 b
M0PK	Tanpa Mikoriza + Pupuk Kambing	220 b
M0PA	Tanpa Mikoriza + Pupuk Ayam	232 c
M1P0	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + Tanpa Pupuk Kandang	260 d
M1PS	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Sapi	271 e
M1PK	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Kambing	282 f
M1PA	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Ayam	307 g

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

M0PA memiliki jumlah spora yang berbeda sangat nyata terhadap perlakuan M0P0, M0PS dan M0PK. Hal ini disebabkan karena pupuk kandang ayam mengandung P tersedia yang tinggi. Tanaman inang akan menyerap P-tersebut hasil proses mineralisasi unsur hara P sedangkan mikoriza akan menerima karbohidrat hasil proses fotosintesis melalui akar tanaman inang yang dikoloni sehingga perkembangan MA akan semakin baik dan mampu memproduksi spora dengan jumlah yang tinggi (Sastrahidayat, 2005). Perlakuan kombinasi mikoriza dan pupuk kandang pada perlakuan M1PA berbeda nyata terhadap kombinasi lainnya. Media tanam yang mendukung dan pemberian mikoriza akan meningkatkan mikoriza yang dapat bertahan dan berkecambah (Muzakkir, 2011).

4.4 Koloni Mikoriza Arbuskula

Faktor mikoriza dan jenis pupuk berpengaruh sangat nyata terhadap koloni MA dan terjadi interaksi antara kedua faktor yang nyata (Lampiran 11). Nilai presentase koloni MA pada setiap perlakuan memiliki rentang nilai dari sedang

sampai tinggi. Berdasarkan Tabel 10, Perlakuan M1PA memiliki nilai presentase yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya.

Tabel 10. Koloni Mikoriza Arbuskula 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Kode	Koloni MA (%)	Kategori
M0P0	41.11 a	Sedang
M0PS	43.33 a	Sedang
M0PK	54.44 b	Tinggi
M0PA	58.89 c	Tinggi
M1P0	62.22 c	Tinggi
M1PS	68.89 d	Tinggi
M1PK	72.22 de	Tinggi
M1PA	74.44 e	Tinggi

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

M0P0 = 0 spora mikoriza dan 0 g pupuk kandang; M0PS = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pukan sapi; M0PK = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pukan kambing; M0PA = 0 spora mikoriza dan 8,3 g pukan ayam; M1P0 = 20 spora mikoriza dan 0 g pupuk kandang; M1PS = 20 spora mikoriza dan 8,30 g pukan sapi; M1PK = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pukan kambing; M1PA = 20 spora mikoriza dan 8,3 g pukan ayam.

Berdasarkan Table 10, M1PA menunjukkan presentase koloni MA yang berbeda nyata dari kontrol. Penambahan mikorioza dan pupuk kandang akan meningkatkan koloni MA pada akar. Sesuai dengan Yusnaini (2009), pupuk kandang ayam meningkatkan koloni pada akar pada tanaman jagung sebesar 78,89 % bila dibandingkan dengan kontrol sebesar 25%. Pemberian pupuk kandang ayam memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Penambahan MA juga diikuti dengan peningkatan infeksi dan dengan meningkatnya infeksi akar akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga akan meningkatkan kapasitas penyerapan unsur hara (Zuhry dan Puspita, 2008).

4.5 Derajat KeasamanTanah pada 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Berdasarkan analisis ragam pH tanah akhir masing-masing faktor memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH tanah namun tidak terjadi interaksi antara kedua faktor (Lampiran 12). Berdasarkan Table 11, perlakuan M1PA memiliki nilai pH tertinggi dari perlakuan lainnya dengan nilai pH 5,23 (masam).

Tabel 11. Derajat Keasaman tanah 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Kode	Perlakuan	pH akhir
M0P0	Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang	4,03 a
M0PS	Tanpa Mikoriza + Pupuk Sapi	4,53 a
M0PK	Tanpa Mikoriza + Pupuk Kambing	4,64 b
M0PA	Tanpa Mikoriza + Pupuk Ayam	4,69 bc
M1P0	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + Tanpa Pupuk Kandang	4,73 c
M1PS	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Sapi	5,07 d
M1PK	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Kambing	5,17 e
M1PA	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Ayam	5,23 e

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Nilai pH M1PA lebih tinggi dari perlakuan lainnya dan berbeda nyata terhadap kontrol. M1PA memiliki nilai pH 5,23 sedangkan control 4,03. Hal ini didukung oleh Efendi (2018) yang menunjukkan dengan menambahkan 10 ton/ha pupuk kandang ayam + 20 gram pupuk mikoriza dapat meningkatkan nilai pH, dengan nilai pH 5,85 sedangkan control 5,56. Peningkatan pH terjadi akibat terikatnya kation di dalam tanah oleh senyawa-senyawa organik yang berasal dari pupuk kandang dan metabolisme mikoriza (Hasanudin, 2003).

4.6 Karbon Organik 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Pada variabel C-organik faktor pupuk memberikan pengaruh yang nyata, namun pada faktor mikoriza tidak memberikan pengaruh terhadap C organik tanah dan tidak terjadi interaksi antara kedua faktor (Lampiran 13). Berdasarkan Table 12, perlakuan M1PS memiliki nilai C-organik tertinggi dari perlakuan yang lainnya. M1PS memiliki selisih nilai 0,38 dari perlakuan kontrol.

Tabel 12. Nilai Karbon Organik 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Kode	Perlakuan	C-Organik (%)
M0P0	Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang	0,16 a
M0PS	Tanpa Mikoriza + Pupuk Sapi	0,48 ef
M0PK	Tanpa Mikoriza + Pupuk Kambing	0,37 cde
M0PA	Tanpa Mikoriza + Pupuk Ayam	0,29 abc
M1P0	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + Tanpa Pupuk Kandang	0,21 ab
M1PS	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Sapi	0,54 f
M1PK	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Kambing	0,43 def
M1PA	20 Spora <i>Accaurospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Ayam	0,33 bcd

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Perlakuan M1PS memiliki nilai tertinggi dari perlakuan M1PK dan M1PA yang merupakan kombinasi pupuk dan mikoriza. Namun tidak berbeda nyata terhadap perlakuan M0PS yang hanya diberikan perlakuan pupuk saja. Hal ini dapat kita simpulkan bahwa faktor pupuk memberikan pengaruh terhadap C-Organik. Pupuk kandang merupakan salah satu sumber bahan organik. Penambahan bahan organik berbanding lurus dengan C organik tanah. Menurut Utami dan Handayani (2003) bahwa dengan pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah dan juga dengan peningkatan C-organik tanah juga dapat mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisik, kimia dan biologi.

4.7 Fosfor Tersedia 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Sidik ragam variabel P-tersedia menunjukkan bahwa faktor mikoriza dan pupuk memberikan pengaruh yang nyata dan terjadi interaksi yang nyata (Lampiran 14). Pada table 13 menunjukkan bahwa perlakuan M1PA memiliki nilai p-tersedia tertinggi dan berbeda nyata dari perlakuan lainnya.

Tabel 13. Fosfor Tersedia 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Kode	Perlakuan	P-Tersedia (mg.kg ⁻¹)
M0P0	Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang	9,5 a
M0PS	Tanpa Mikoriza + Pupuk Sapi	19,22 b
M0PK	Tanpa Mikoriza + Pupuk Kambing	21,69 c
M0PA	Tanpa Mikoriza + Pupuk Ayam	26,03 d
M1P0	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + Tanpa Pupuk Kandang	9,63 a
M1PS	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Sapi	22,5 c
M1PK	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Kambing	24,98 d
M1PA	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Ayam	28,88 e

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Perlakuan M0PA memiliki nilai P-Tersedia yang berbeda nyata terhadap perlakuan yang hanya diberikan pupuk saja. Hal tersebut disebabkan karena pupuk kandang ayam mengandung P tersedia yang tinggi (Widiowati, 2004). Pada perlakuan kombinasi pupuk dan mikoriza, perlakuan M1PA berbeda nyata terhadap perlakuan kombinasi lainnya. Pemberian pupuk kandang ayam memberikan P-tersedia yang tinggi ke dalam tanah dan juga menghasilkan asam-

asam organik dari proses dekomposisi bahan organik yang digunakan serta peran mikoriza yang dapat membantu melepaskan P yang terikat oleh Al dan Fe menjadi P yang tersedia bagi tanaman. Kemampuan dari mikoriza dalam melepaskan P disebabkan hifa mikoriza mengeluarkan enzim fosfatase dan melepaskan P yang terikat di dalam tanah akan terlarut dan tersedia bagi tanaman (Astiko *et al.*, 2013).

4.8 Serapan Fosfor

Sidik ragam variabel serapan P menunjukkan bahwa masing-masing faktor memberikan pengaruh yang sangat nyata dan terjadi interaksi antara ke dua faktor yang nyata (Lampiran 15). Berdasarkan Table 14, Perlakuan M1PA memiliki nilai serapan p tertinggi dan berbeda nyata dari perlakuan lainnya.

Tabel 14. Serapan Fosfor

Kode	Perlakuan	Serapan P (g tan ⁻¹)
M0P0	Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang	2,62 a
M0PS	Tanpa Mikoriza + Pupuk Sapi	4,78 bc
M0PK	Tanpa Mikoriza + Pupuk Kambing	6,31 cd
M0PA	Tanpa Mikoriza + Pupuk Ayam	7,73 d
M1P0	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + Tanpa Pupuk Kandang	4,01 ab
M1PS	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Sapi	7,38 d
M1PK	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Kambing	7,53 d
M1PA	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Ayam	12,21 e

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Tabel 14 menunjukkan bahwa perlakuan yang hanya diberikan faktor pupuk mengalami peningkatan serapan P dan berbeda nyata terhadap kontrol. Peningkatan serapan P disebabkan karena adanya penambahan P tersedia dari pupuk sehingga tanaman dapat menyerap P lebih banyak. Serapan P mengalami peningkatan pada perlakuan kombinasi pupuk dan mikoriza bila dibandingkan dengan perlakuan pupuk saja. Perlakuan yang pupuk kandang dan mikoriza yang berperan dalam penyediaan unsur P pada tanaman. pemberian mikoriza dapat memineralisasi unsur P, diameter hifa eksternal yang sangat kecil dibandingkan dengan akar mampu mempenetrasi pori-pori mikro tanah yang tidak dapat dicapai oleh akar tanaman untuk menyerap unsur hara lebih banyak (Drew *et al.*, 2003).

4.9 Berat Kering Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam variabel berat kering tanaman dipengaruhi oleh faktor jenis pupuk kandang dan tidak terjadi interaksi antara kedua factor (Lampiran 16). Pada table 15 menunjukkan nilai berat kering tanaman tertinggi ialah M1PA yaitu dengan nilai 31,93 g namun tidak berbeda nyata terhadap perlakuan M0PA.

Tabel 15. Bobot Kering Tanaman

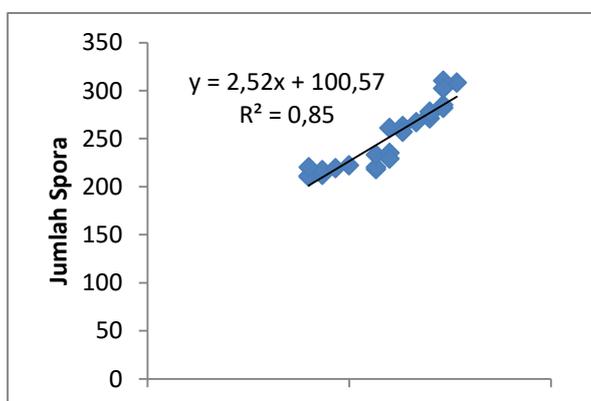
Kode	Perlakuan	BK Tanaman (g)
M0P0	Tanpa Mikoriza + Tanpa Pupuk Kandang	19,60 a
M0PS	Tanpa Mikoriza + Pupuk Sapi	22,67 ab
M0PK	Tanpa Mikoriza + Pupuk Kambing	23,67 ab
M0PA	Tanpa Mikoriza + Pupuk Ayam	27,27 cd
M1P0	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + Tanpa Pupuk Kandang	20,67 a
M1PS	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Sapi	23,27 ab
M1PK	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Kambing	23,23 ab
M1PA	20 Spora <i>Accaulospora sp.</i> + 8.3 g Pupuk Ayam	31,93 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Bobot kering tanaman mencerminkan nutrisi tanaman. Pupuk kandang memberikan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman. Kebutuhan hara yang dibutuhkan jagung diantaranya Nitrogen. Tanaman yang kekurangan N akan menghambat pertumbuhan pada masa vegetatif yaitu bagian daun, batang and akar. Terhambatnya pertumbuhan vegetatif akan mengakibatkan tanaman menjadi kerdil (Lingga dan Marsono, 2007).

4.10 Hubungan Koloni MA dengan Jumlah Spora MA

Sesuai dengan hasil penelitian ini, peningkatan populasi MA berkorelasi dengan infeksi akar, dibuktikan dengan nilai korelasi $r = 0,92$ (Lampiran 16). Hal ini mengartikan bahwa pada kedua parameter memiliki hubungan sangat kuat dengan variabel positif. Hasil regresi menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,85. Sehingga apabila terjadi peningkatan 1% koloni MA maka diikuti dengan peningkatan jumlah spora sebanyak 3 spora.

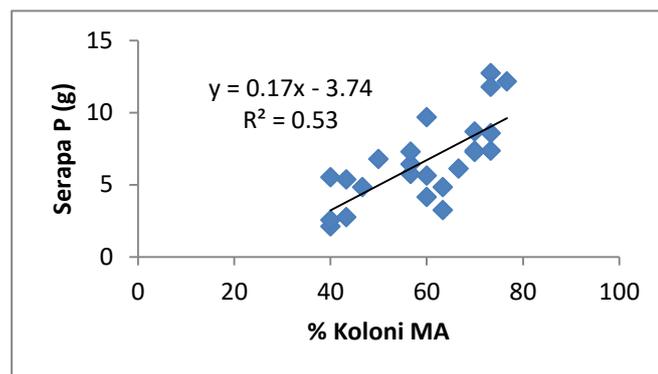


Gambar 2. Hubungan koloni MA dengan jumlah spora MA

Simbiosis mikoriza dengan akar tanaman (koloni MA) membantu tanaman dalam penyerapan unsure hara dan mikoriza menerima energi untuk berkembang biak. Mikoriza yang berkembang biak di dalam akar membentuk hifa dan berkembang membentuk vasikula dan memproduksi spora baru. Menurut Chalimah *et al.* (2007), hidup MA memiliki 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.

4.11 Hubungan Koloni MA dengan Serapan P

Setelah dilakukan analisis ragam dan uji lanjut, dilakukan uji korelasi untuk melihat adanya hubungan antara koloni MA dalam meningkatkan serapan P pada tanaman jagung. Koloni MA berkorelasi positif kuat terhadap serapan P dengan nilai 0.73 (Lampiran 16). Untuk menunjukkan adanya hubungan positif kuat antara koloni MA dengan serapan P maka dilanjutkan dengan uji regresi linear sederhana untuk mengetahui seberapa besar pengaruh koloni MA terhadap serapan P. Berdasarkan uji regresi linear sederhana, diketahui koloni MA dan serapan P pada akar tanaman inang jagung menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,53 sehingga apabila koloni MA pada akar tanaman jagung meningkat 1 %, maka unsur hara P yang akan diserap oleh tanaman jagung sebesar 0,17 g tanaman⁻¹.

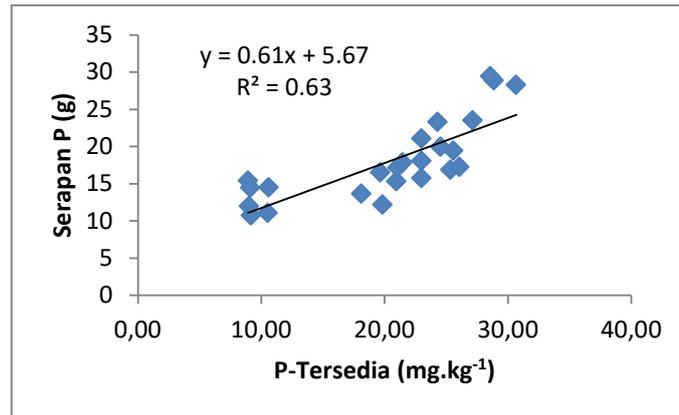


Gambar 3. Hubungan koloni MA dengan jumlah spora MA

Menurut Zuhry dan Puspita (2008) meningkatnya koloni MA pada akar mampu memproduksi jalinan hifa eksternal secara intensif yang nantinya mampu meningkatkan kapasitas penyerapan unsur hara. Semakin tinggi koloni MA pada akar maka semakin tinggi serapan haranya. Adanya hubungan antara spora MA dan tanaman inang memiliki keuntungan dalam efisiensi serapan P oleh tanaman inang. Hifa MA berperan dalam memperoleh unsur P melebihi batas penipisan hara pada area perakaran. Akar yang terkoloni oleh MA sangat efisien dalam memperoleh unsur P dibandingkan dengan akar tanpa koloni MA.

4.12 Hubungan P tersedia dengan Serapan P

Sesuai dengan hasil penelitian ini, peningkatan P tersedia berkorelasi dengan serapan P, dibuktikan dengan nilai korelasi $r = 0,79$ (Lampiran 16). Hal ini mengartikan bahwa pada kedua parameter memiliki hubungan sangat kuat dengan variabel positif. Hasil regresi menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,63. sehingga apabila terjadi peningkatan 1 mg.kg^{-1} P-Tersedia maka diikuti dengan peningkatan serapan P sebesar 0,61 g per tanaman.



Gambar 4. P tersedia dengan Serapan P

Peningkatan P-tersedia yang disebabkan oleh penambahan pupuk kandang dan mikoriza akan mengakibatkan peningkatan serapan P. Akar akan dengan mudah menyerap unsur P yang tersedia didalam tanah. hifa mikoriza yang bersimbiosis dengan tanaman akan membantu menyerap P tersedia pad pori-pori mikro yang tidak dapat dijangkau akar (.Drew *et al.*, 2003).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kombinasi mikoriza dan jenis pupuk mempengaruhi jumlah spora, koloni akar, p-tersedia dan serapan P. Perlakuan M1PA (20 spora mikoriza + 8.3 g pupuk kandang ayam) memiliki nilai tertinggi pada beberapa variable terkecuali C-organik. M1PA memiliki jumlah spora 307 spora/100 g tanah, presentase koloni MA sebesar 74,44%, p-tersedia 28,88 mg.kg⁻¹, dan serapan p sebesar 12,21 g/tanaman. M1PS memiliki nilai C-organik tertinggi daripada perlakuan lainnya yaitu dengan nilai 0,54%.
2. Apabila terjadi peningkatan 1% koloni MA maka diikuti dengan peningkatan jumlah spora sebanyak 3 spora. Koloni MA pada akar tanaman jagung meningkat 1 %, maka unsur hara P yang akan diserap oleh tanaman jagung sebesar 0,17 g tanaman⁻¹. apabila terjadi peningkatan 1 mg.kg⁻¹ P-Tersedia maka diikuti dengan peningkatan serapan P sebesar 0,61 g per tanaman.

5.2 Saran

Pemberian pupuk kandang dan mikoriza merupakan salah satu cara dalam meningkatkan kesuburan tanah Ultisol. Pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan jumlah spora dan jenis pupuk kandang yang lainnya yang diberikan pada tanaman. Hal ini bertujuan untuk melihat respon terbaik terhadap kombinasi mikoriza dan jenis pupuk kandang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S.H. M. dan Feranita, 2005. Perbanyakkan Jamur Mikoriza Arbuskular Pada Berbagai Varietas Jagung (*Zea mays*) Dan Pemanfaatannya Pada Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal Sains dan Teknologi. 13 : 25-32.
- Al-Kariki, G.N. 2000. Growth of Mycorrhizal Tomato and Mineral Acquisition Under Salt Stress. Mycorrhiza 10: 51-54.
- Al-Kariki, G.N. 2006. Nursery Inoculation of Tomato with Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Subsequent Performance Under Irrigation with Saline Water. Scientia Horticulture. 109: 1-7.
- Al-Kariki, G.N, Hammad R, Rusan M. 2001. Response of Two Tomato Cultivar Differing in Salt Tolerance to Inoculation with Mycorrhizal Fungi Under Salt Stress. Mycorrhiza 11: 43-47.
- Adiningsih S. 2005. Peranan Bahan/ Pupuk Organik dalam Menunjang Peningkatan Produktivitas Lahan Pertanian. Prosiding Workshop Maporina: Menghantarkan Indonesia Menjadi Produsen Organik Terkemuka. Jakarta (ID): Maporina. Hal 37-48.
- Aleel, K.G. 2008. Phosphate accumulation in plant: Signaling. Plant physiol. 148: 3-5.
- Astiko, W., I.R Sastrahidayat, S. Djauhari and A.Muhibbudin. 2012. The Role of Indigenous Mycorrhiza in Combination with Cattle Manure in Improving Maize Yield (*Zea Mays* L) on Sandy Loam of Northern Lombok, Eastern of Indonesia. J Trop Soils 18 (1) : 53-58
- Ayuningsih, A. 2016. Pengaruh Jenis Tanah dan Pupuk Kandang Sapi untuk Perbanyakkan Mikoriza Arbuskular (MA). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Azcon, R. dan E. EI-Atrash. 1997. Influence of Arbuskular Mycorrhizae and Phosphorus Fertilization on Growth, Nodulation and N₂ Fixation (¹⁵ W) in *Medicago sativa* at Four Salinity Level. Biol Fertil Soils. 24: 81-86.
- Barker, A.V and D.J Pilbeam. 2007. Hand Book of Plant Nutrition. CRC Press. New York. Pp773 .
- Brundrett, M.C., Bougher N., Dell B., Grove T., Malajczuck N. 1996. Working with mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- 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.

- Cahyani, V.R. 2009. Pengaruh Beberapa Metode Sterilisasi Tanah Terhadap Status Hara, Populasi Mikrobota, Potensi Infeksi Mikoriza dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimat* 6(1).
- Dobermann A and T Fairhurst. 2000. *Rice, Nutrient Disorders and Nutrient Management*. IRRI. Mekati City. The Philippines.
- Drew, E.A., R.S. Murray and S.E. Smith. 2003. Beyond the rhizosphere: growth and function of arbuscular mycorrhizal external hyphae in sands of varying pore size. *Plant Cell Environ.* 251: 105-114.
- Eduardo, F.C., Renato, Z.F., Gabriel, B., Helio A.W.J. 2016. Optimizing Nitrogen Use Efficiency for No-Till Corn Production by Improving Root Growth and Capturing NO₃-N in Subsoil. *Pedosphere*, 26 (4) : 474– 485.
- Efendi, M.Z. 2018. Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dengan Dosis Mikoriza Arbuskula dalam Meningkatkan Serapan P Tanaman Jagung Manis pada Tanah Andisol. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 234 hal.
- Foth, H.D. 1998. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Diterjemahkan oleh Endang Purbayanti, Dwi Retno Lukiwati dan Rahayuning Trimulatsih. Gajamada University Press, Yogyakarta. 762 hal
- Gardner, F. P., R. B. Pearce dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 432 Hlm.
- Ghose, A.K. dan B.B. Dhar. 2000. *Mining: Challenges of the 21st Century*. A.P.H Publishing Corporation. New Delhi. Hal 465.
- Gilbert, N. 2009. The Disappearing Nutrient. *Nature* 461: 716-718.
- Ginting, I.F. 2017. Pengaruh inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Penambahan Bahan Organik Pada Tanah Pasca Penambangan Galian C Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Hara P Pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 52 hal.
- Handayani, E. 2008. Respon Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea mays L.*) Terhadap Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) DAN Perbedaan Waktu Tanam. Skripsi.
- Hartatik, W. dan L.R. Widiowati. 2004. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Laporan Penelitian dan Pengembangan Agribisnis*, Balai Penelitian Tanah, TA 2004. 67 hal.

- Hasanuddin.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.
- Isroi dan Yuliarti, N. 2009. Kompos Cara Mudah, Murah dan Cepat Menghasilkan Kompos. Andi. Yogyakarta. 56 hal.
- Khairuna, Syafruddin, dan Marlina. 2015. Pengaruh Fungi Mikoriza Arbsekular dan Kompos Pada Tanaman Kedelai Terhadap Sifat Kimia Tanah. J.Floratek. 10 : 1 – 9.
- Koske R. E, Gemma J. N. Corkidi L, Siguenza C and Rincon E. 2004. Arbsekular mycorrhizas in coastal dunes. Coastal dunes: ecology and conservation. Springer-Verlag. Berlin. Hal 173-187.
- Kresnatita, S. 2004. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis. Tesis. Universitas Brawijaya : Malang.
- Lingga, Pinus. 1991. Jenis Kandungan Hara pada Beberapa Kotoran Ternak.Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) ANTANAN. Bogor.
- Lingga, P. dan Marsono. 2007. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Cet. Ke-12. Penebar Swadaya. Jakarta. 150 hal.
- Marajo, R.K.N. 2016. Pengaruh Pemberian Ekstrak Dan Lamtoro dan Pupuk Nitrogen Terhadap Pertmbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays saccharata* Sturt.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung. 45 hal.
- Melati, M. Dan D. Rinawati, 2008. Aplikasi Pupuk Organik dan Residunya untuk Produksi Kedelai Panen Muda. Buletin Agronomi. 36 (3) : 204-213.
- Mosse, B. 1991.Mycorrhiza in a Sustainable Agriculture.Biology.Agriculture. Horticulture 3: 191-209.
- Muzakkir. 2011. Hubungan Antara Cendawan Mikoriza Arbuskular Indigeneous dan Sifat Kimia Tanah di Lahan Kritis Tanjung Alai Sulawesi Barat. *Jurnal Solum*, 8 (2), 11-15.
- Nusantara, A. D, Y. H. Bertham, I. Mansur. 2012. Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula.IPB Press. Bogor. 85 hal.
- O'Connor P.J, Smith S.E and Smith F.A. 2001. Arbuscular Mcorrhizal Associations in The Southern. Shouthern Simpson dessert. Aust J Bot. 49 : 493 – 499.
- Prasetya, B 2012.Panduan Praktikum Biologi Tanah. Universitas Brawijaya. Malang.

- Prasetyo, B.H., D. Subardja, dan B.Kalsan. 2005. Ultisol dari Bahan Volkan Andesitic di Lereng Bawah G. Ungaran. *Jurnal Tanah dan Iklim* 23.hal 1-12.
- Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *J. Litbang Pertanian*, 25(2):39-46.
- Purwono, M. dan Hartono, R. 2007. *Bertanam Jagung Manis*. Penebar Swadaya. Bogor. 68 hal.
- Puspita, D., A. Muhibuddin dan T. Sumarni. 2013. Aplikasi CMA dan Bokashi dalam Meminimalisir Pemberian Pupuk Anorganik pada Produksi Benih Tanaman Jagung Ketan. *J. Produksi Tanaman*. 5(1):398-407.
- Rowell, D. L. 1995. *Soil Science. Methode and Application*. Longman Scientific and Technical, Essex, UK.
- Rubatzky. V. E dan Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia 1. Prinsip, Produksi dan Gizi*. ITB Press. Bandung.
- Rukmana, R. 1997. *Usaha Tani Jagung*. Kanisius. Yogyakarta. 66 hal.
- Sanazaro A.I., Oscar A Ruiz., E.O Alberto and A.B Menendez. 2006. Alleviation of Salt Stress in Lotus glaber by Glomus intraradices. *Plant Soil*. 285: 279-287.
- Santosa, E. 2007. *Mikroba Pelarut Fosfat dalam Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. pp 39-52.
- Sari, A. D., Didik H. dan Titin S. 2015. Pengaruh Pupuk Kandang dan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Produksi Tanaman* 3 (6) : 450-456.
- Sastrahidayat, I. R., 1995. Studi Rekayasa Teknologi Pupuk Hayati Mikoriza. Dalam : Buku III Makalah Sidang- Sidang Bidang Ilmu dan Teknologi. Prosiding Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional IV, Jakarta 1-15 September 1995. LIPI Bekerja Sama dengan Dikti, Depdikbud dan Forum Organisasi Profesi Ilmiah. Hal 101-128.
- Sastrahidayat, I. R. 2011. *Studi Rekayasa Teknologi Pupuk Hayati Mikoriza*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. UB Press. Malang.
- Sastrahidayat, I. R., A.S.M. Subari, M. Bintaro. 2001. Pengaruh Sludge dan Inokulasi Mikoriza vesikular Arbsekular Terhadap Pertumbuhan dan hasil Tanaman Jagung. *AgriVita* vol 35.No. 2 hal 127-137.

- Simanungkalit, R.D.M. 2003. Teknologi cendawan Mikoriza Arbuskuler: Produksi inokulan dan pengawasan mutunya. Program dan Abstrak Seminar dan Pameran: Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. Hal 11.
- Smith, S. E. And D.J. Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Third ed. Academic Press. New York.
- Soegito. 2003. Teknik Bercocok Tanam Jagung. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 84 hlm.
- Su, C. and J.B. Harsh. 1996. Alteration of Imogolite, Allophane and Acidic Soil Clays by Chemical Extractants. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 77-85.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Hal 21-65 dalam Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Subiksa, I. G. M. 2002. Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Lahan Krisis. Makalah Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana/S3. IPB. Bogor.
- Suciamith. 1996. Bagaimana Jamur Mikoriza Vesikular-Arbsekular Meningkatkan Ketersediaan dan Pengambilan Fosfor. *Warta Biotek*, thn X, No 4.
- Sutejo, M. M. 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta. 177 hlm
- Suprpto dan Marzuki. 2005. Pengembangan Usaha Tani Jagung. Kanisius. Yogyakarta. 59 hal.
- Sutejo, M.M., 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hal.
- Suwarno. B. 2006. Rumus Data dalam Aplikasi Statistika. Alfabets. Jakarta.
- Swasono, F.D.H. 2006. Peranan Mikoriza Arbsekular dalam Mekanisme Adaptasi beberapa Varietas Bawang Merah Terhadap Cekaman Kekeringan di Tanah Pasir Pantai. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Syukur, M., A. Rifianto. 2013. Jagung Manis dan Solusi Permasalahan Budidaya. Jakarta. Penebar Swadaya. 123 hal.
- Tan, K.H. 2008. Soils in the Humid Tropics and Monsoon Region of Indonesia. CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Raton London New York.
- Utami, S.N dan Handayani, S. 2003. Sifat Kimia Entisol Pada Sistem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian* 10 (2) : 63-69.

- Widiastuti H. 2004. Biologi Interaksi Cendawan mikoriza Arbuskula Kelapa Sawit pada Tanah Masam Sebagai Dasar Pengembangan Teknologi Aplikasi Dini. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widowati,L.R., Sri Widawati, U. Jaenuddin, dan W. Hartatik. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati Terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah.
- Winarso. 2005. Pengertian dan Sifat Kimia Tanah. Yogyakarta. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Yitnosumarto, Suntoyo. 1993. Percobaan Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya. P.T Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal. 55.
- Yusnaini, S. 2009. Keberadaan Mikoriza Vesicular Arbuskular pada Pertanaman Jagung yang Diberi Pupuk Oganik dan Anorganik Jangka Panjang. *J. Tanah Trop.* 14(3): 253-26.
- Yusra.2005. Pengaruh Lateks dan Cendawan Mikoriza terhadap P-Total, P-Tersedia dan pH Tanah Ultisols. The Effect of Latex and Mycorhyza Fungus on Total P, Available P and pH of Ultisols Soil. *Jurnal Ilmiah Pertanian KULTURA.* 40(2) : 100 – 105.
- Zuhry,E.danF.Puspita.2008.Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskular(CMA) Pada Tanah Podzolik Merah Kuning (PMK) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). *SAGU.*7:25-2

