

**UJI INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MIKORIZA DENGAN
BERBAGAI MACAM PESTISIDA DENGAN INDIKATOR TANAMAN
CABAI MERAH (*Capsicum Annuum L.*)**



Oleh :
TRI YUNI ASTUTIK

H 0205062

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010**

**UJI INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MIKORIZA DENGAN
BERBAGAI MACAM PESTISIDA DENGAN INDIKATOR TANAMAN
CABAI MERAH (*Capsicum Annuum L.*)**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh derajat Sarjana Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jurusan / Program Studi Ilmu Tanah**



**Oleh :
TRI YUNI ASTUTIK
H 0205062**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010**

commit to user

**UJI INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MIKORIZA DENGAN
BERBAGAI MACAM PESTISIDA DENGAN INDIKATOR TANAMAN
CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*)**

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Tri Yuni Astutik

H 0205062

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji
pada tanggal:
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Prof.Dr. Agr.Sc.Ir. Vita Ratri C., MP.
NIP. 19661205 199010 2001

Hery Widijanto, SP. MP.
NIP. 19710117 199601 1002

Ir. Suwanto, MP.
NIP.19540416 198603 100

Surakarta, November 2010
Mengetahui,
Universitas Sebelas Maret
Fakultas Pertanian
Dekan,

Prof. Dr. Ir. Suntoro, MS.
NIP. 19551217/198203 1003

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya untuk Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, serta kemudahan yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Atas terselesaikannya skripsi ini, ijinilah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H Suntoro, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Sumarno MS selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah.
3. Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri C., MP. selaku pembimbing utama yang telah memberikan ide, nasehat, dan bantuan serta dengan sabar membimbing dan mengarahkan dalam penelitian dan skripsi ini.
4. Hery Widiyanto, SP. MP. selaku pembimbing pendamping I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, saran, dan dukungan dalam skripsi ini.
5. Ir. Suwanto, MP. selaku pembimbing pendamping II yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, dan saran yang berarti dalam skripsi ini.
6. Dwi Priyo Ariyanto, SP. MSc. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama menjadi mahasiswa Ilmu Tanah
7. Keempat orang tua (bapak-ibu dan bapak-mamah), adikku Cahyo , dan kakak-kakak saya yang senantiasa memberikan doa dan kasih sayang yang tak putus-putus serta motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
8. Hendra Setiawan, SPd selaku orang terkasih, sahabat, dan teman terdekat yang senantiasa menerima segala keluh kesah dan emosi saya serta dengan sabar dan penuh kasih membimbing saya, "*thanks ALLAH, you're the greatest gift i ever had*"
9. Sahabat dan teman seperjuangan saya Nur Septiyani (Septi), "...bergegaslah kawan, sambut masa depan. Kita berpegang tangan dan saling berpelukan. Berikan senyuman, sebuah perpisahan. Kenanglah sahabat, kita untuk selamanya... "
10. Sahabat dan teman seperjalanan: Leni, Sistha, dan Nita terima kasih untuk setiap menit waktu dan setiap kata yang kalian mau luangkan dan dengarkan untuk saya

commit to user

11. Teman-teman MIT'05, tim laboran, dan tim administrasi terima kasih untuk setiap hal terkecil yang ada diantara saya dan kalian

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun pada skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surakarta, Oktober 2010

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
RINGKASAN	xi
SUMMARY.....	xii
I. PENDAHULUAN.....	
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	2
C. Tujuan penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	
A. Mikoriza	4
B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikoriza.....	5
C. Manfaat Mikoriza	6
D. Cabai Merah	7
E. Pestisida Kimia.....	9
F. Pestisida Organik.....	11
G. Tanah Inceptisol	12
H. Kerangka Berpikir	14
I. Hipotesis	14
III. METODE PENELITIAN.....	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	15
B. Bahan dan Alat Penelitian.....	15

1. Bahan.....	15
2. Alat	15
C. Perancangan Penelitian.....	16
D. Tata Laksana Penelitian.....	17
E. Variabel Pengamatan.....	21
F. Analisis Data	23
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Sifat Tanah sebelum Perlakuan	24
B. Pengaruh Perlakuan terhadap Parameter Pertumbuhan Tanaman saat Vegetatif Maksimal	25
C. Pengaruh Perlakuan terhadap Infektivitas Mikoriza	31
D. Pengaruh Perlakuan terhadap Efektivitas Mikoriza	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	39
B. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Rancangan Kombinasi Perlakuan	17
Tabel 4.1 Hasil Analisis Karakteristik Tanah sebelum Perlakuan.....	24
Tabel 4.2 Hasil Analisis Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Tinggi Tanaman dan Akar Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum L.</i>).....	27
Tabel 4.3 Hasil Analisis Uji DMRT 5% terhadap Tinggi Tanaman dan Panjang Akar Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum L.</i>).....	27
Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Parameter Pertumbuhan Tanaman.....	28
Tabel 4.5 Hasil Uji DMRT 5% terhadap Berat Basah Brangkasan, Berat Kering Brangkasan, dan P Jaringan Tanaman.....	29
Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Tingkat Infeksi Mikoriza dan Kepadatan Spora Tanah	32
Tabel 4.7 Hasil Analisis Uji DMRT 5% terhadap Tingkat Infeksi Mikoriza dan Kepadatan Spora Tanah.....	32
Tabel 4.8 Hasil Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Berat Kering Brangkasan dan Serapan P	35
Tabel 4.9 Hasil Analisis Uji DMRT 5% terhadap Berat Kering Brangkasan dan Serapan P	36

commit to user

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Grafik Rerata Tinggi Tanaman dan Panjang Akar Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	30
Gambar 4.2 Grafik Rerata Berat Basah Brangkasan dan Berat Kering Brangkasan Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	30
Gambar 4.3 Grafik Rerata P Jaringan Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	31
Gambar 4.4 Grafik Rerata Infeksi Mikoriza pada Akar Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.)	33
Gambar 4.5 Grafik Rerata Kepadatan Spora Tanah setelah Tanam	34
Gambar 4.6 Grafik Rerata Berat Kering Brangkasan Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	37
Gambar 4.7 Grafik Rerata Serapan P.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum L.</i>).....	45
Lampiran 2 Hasil Pengamatan Berat Brangkasan Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum L.</i>).....	46
Lampiran 3 Hasil Analisis P Jaringan Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum L.</i>).....	47
Lampiran 4 Hasil Pengamatan Panjang Akar Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum L.</i>).....	48
Lampiran 5 Hasil Pengamatan Infeksi Spora Mikoriza dan Kepadatan Spora Tanah	49
Lampiran 6 Hasil Analisis Serapan P	50
Lampiran 7 Tabel Analisis Data Pengamatan.....	51
Lampiran 8 Hasil Analisis Statistika Data Pengamatan.....	52
Lampiran 9 Tabel Hasil Uji Pengaruh Perlakuan	63
Lampiran 10 Korelasi Antar Variabel Pengamatan pada Perlakuan.....	67
Lampiran 12 Dokumentasi penelitian.....	68

RINGKASAN

Tri Yuni Astutik. H0205062. Uji Infektivitas dan Efektivitas Mikoriza dengan Berbagai Macam Pestisida dengan Indikator Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). Penelitian ini dibawah bimbingan Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri C., MP.; Hery Widijanto, SP. MP.; dan Ir. Suwanto, MP. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Percobaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2009 sampai Mei 2010 di rumah kaca BBP Mondromino Tanaman Hias dan Hortikultura, yang terletak di Pokoh Wonoboyo Wonogiri. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui pengaruh berbagai macam pestisida terhadap tingkat infektivitas dan efektivitas mikoriza, serta mengetahui macam pestisida yang aman digunakan dalam budidaya cabai merah (*Capsicum annuum* L.). Percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah pemberian mikoriza yang terdiri dari tiga taraf yaitu: tanpa mikoriza (M0), mikoriza yang berasal dari tanah Andisol (M1), dan mikoriza biakan dari IPB (M2). Faktor yang kedua adalah macam pestisida dengan five taraf yaitu: tanpa pestisida (P0), Furadan 3G (P1), Dithane (P2), pestisida organik dari ekstrak daun mimba (P3), dan pestisida organik dari ekstrak bawang putih (P4). Percobaan dilakukan pada pot plastik dengan 500 gram tanah halus lolos mata saring 2 mm dimasukkan ke dalam pot. Tiap kombinasi perlakuan diulang 3 kali.

Variabel percobaan yang diamati meliputi tinggi tanaman, panjang akar, berat basah brangkas, berat kering brangkas, P jaringan tanaman, infeksi spora mikoriza, kepadatan spora dalam 100gr tanah, dan serapan P. Data yang diperoleh dianalisis statistik dengan menggunakan uji F dengan taraf kepercayaan 99% dan 95%, sedangkan untuk mengetahui hubungan antar rerata hasil perlakuan menggunakan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95% dan uji korelasi untuk hubungan antar variabel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mikoriza tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, panjang akar, dan P jaringan tanaman; tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap berat brangkas, tingkat infeksi spora, kepadatan spora, dan serapan P. Sedangkan pemberian pestisida tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan. Kombinasi perlakuan untuk tingkat infeksi dan kepadatan spora yang mempunyai rerata paling tinggi berturut-turut pada perlakuan M1P4 (sebesar 14,65%) dan perlakuan M2P4 (sebesar 10,33%).

Kata kunci: mikoriza, pestisida, cabai merah, infektivitas, efektivitas

SUMMARY

Tri Yuni Astutik. H0205062. Infectivity and Effectivity of Mycorrhiza with Various Kinds of Pesticides on Chili (*Capsicum annuum L.*) as Plant Indicator. The research under the Supervision of Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri C., MP.; Hery Widijanto, SP. MP.; and Ir. Suwanto, MP. Soil Science Departement, Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University, Surakarta.

The research was done in May 2009 sampai May 2010 in the green house of BBP Mondromino Decorated Plant and Horticulture, situated at Pokoh Wonoboyo Wonogiri. The purpose of the research is to know the effect of various kinds of pesticides to infectivity and effectivity of mycorrhiza, and kinds of pesticides which safe in chili cultivation (*Capsicum annuum L.*). The research experiment arranged in Completely Randomized Design (CRD) with two treatment factors and three replication. The first factor is giving mycorrhiza (M) consisting of 3 levels are: non mycorrhiza (M0), mycorrhiza originating from Andisol (M1), and mycorrhiza culture IPB (M2). The second facto is various kinds of pesticides consisting 5 levels are: without pesticide (P0), Furadan 3G (P1), Dythane (P2), organic pesticides neem leaf extract (P3), and garlic extract organic pesticides (P4). The research was done in plastic pot with 500 gram of soil of fine passed to 2 mm of screen diameter. Each treatment combination replicated three times.

The variable observed were plant height, root length, wet weight plants, dry weight plants, plant tissue phosphorus, spore of mycorrhiza infection, mycorrhiza spore density in 100 gram soil, and phosphorus uptake. The data was analyzed with statistically by F test at 99% and 95% level significant to know the effect of treatment to observed variable, whereas to know the connection between on the average of the experiment result used Mood Median test and correlation test to know the relation between observed variable.

The result shows that adding mycorrhizas are not significant to long plant, long root, and plant tissue phosphorus; but high significant to weight plants, spore of mycorrhiza infection, mycorrhiza spore density, and phosphorus uptake. Whereas, adding pesticides are not significant to all of variable. Each of treatment combination for high spore of mycorrhiza infection and mycorrhiza spore density is M1P4 (14,65%) and M2P4 (10,33%).

Keywords: mycorrhiza, pesticide, chili, infectivity of mycorrhiza, effectivity of mycorrhiza

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annum L.*) merupakan tanaman hortikultura yang cukup penting di Indonesia karena merupakan salah satu jenis sayuran buah yang mempunyai potensi untuk dikembangkan. Tanaman ini dapat tumbuh baik di dataran rendah sampai 1500 m dpl. Luas areal tanaman cabai di Indonesia yang mencapai 162.000 ha dengan rata-rata produktivitas nasional 4,3 ton/ha belum mencukupi kebutuhan cabai merah yang semakin meningkat tiap tahunnya (Kusandriani, 1996 *cit.* Zulaikha dan Gunawan, 2006).

Dalam usaha peningkatan produksi cabai merah, petani sering menerapkan budidaya pertanian dengan menggunakan pestisida berlebihan. Konsekuensinya adalah produktivitas sistem pertanian akan sangat tergantung pada pestisida.

Pemakaian pestisida memberikan dampak negatif yang luas bagi kesehatan manusia, juga bagi keseimbangan ekosistem karena satu atau beberapa rantai makanan teracuni dan bahkan sampai terputus. Setiap hari ribuan petani dan para pekerja di pertanian diracuni oleh pestisida dan setiap tahun diperkirakan jutaan orang yang terlibat di pertanian menderita keracunan akibat penggunaan pestisida. Di samping itu masyarakat sekitar lokasi pertanian sangat beresiko terkontaminasi pestisida melalui udara, tanah dan air yang ikut tercemar, bahkan konsumen melalui produk pertanian yang menggunakan pestisida juga beresiko terkontaminasi pestisida. Beberapa dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia pada lahan pertanian yang telah diketahui, diantaranya: mengakibatkan resistensi hama sasaran (Endo *et al.* 1988; Oka 1995 *cit.* Samsudin, 2008), gejala resurgensi hama (Armes *et al.*, 1995 *cit.* Samsudin, 2008), terbunuhnya musuh alami (Tengkano *et al.* 1992 *cit.* Samsudin, 2008), meningkatnya residu pada hasil, mencemari lingkungan, gangguan kesehatan bagi pengguna (Oka 1995; Schumutterer, 1995 *cit.* Samsudin, 2008), bahkan beberapa pestisida disinyalir memiliki

kontribusi pada fenomena pemanasan global (*global warming*) dan penipisan lapisan ozon (Reynolds, 1997 *cit.* Samsudin, 2008). Salah satu bahan aktif dari pestisida yang mengalami peningkatan dalam penggunaannya adalah karbofuran. Karbofuran mempunyai daya racun akut tertinggi yang berdampak bagi lingkungan dan manusia.

Upaya untuk memperbaiki kondisi lingkungan akibat residu pestisida tersebut dapat dilakukan melalui penambahan mikoriza sebagai bioprotektor tanaman dari pestisida kimia, dan pemberian pestisida organik sebagai alternatif pengganti pestisida kimia. Mikoriza merupakan suatu bentuk asosiasi simbiotik mutualisme antara akar tumbuhan tingkat tinggi dan miselium cendawan tertentu. Hubungan simbiosis ini saling ketergantungan dimana tanaman inang memperoleh hara mineral dari cendawan dan cendawan memperoleh karbon hasil fotosintesis.

Penggunaan pestisida organik dapat memanfaatkan tanaman yang yang berada di sekitar petani. Pestisida organik ini tidak menimbulkan resiko terhadap lingkungan dan kesehatan. Adapun pestisida organik yang digunakan berasal dari dua sumber, yaitu daun mimba dan bawang putih. Kedua pestisida organik ini dapat diusahakan petani tanpa adanya ketergantungan dan resiko yang ditimbulkan. Dalam penelitian ini menguji pengaruh dari pestisida kimia dan pestisida organik terhadap infektivitas dan efektivitas mikoriza.

B. Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini perumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh macam pestisida kimia sintetis dan pestisida organik alami terhadap tingkat infektivitas mikoriza?
2. Bagaimana pengaruh macam pestisida kimia sintetis dan pestisida organik alami terhadap tingkat efektivitas mikoriza?

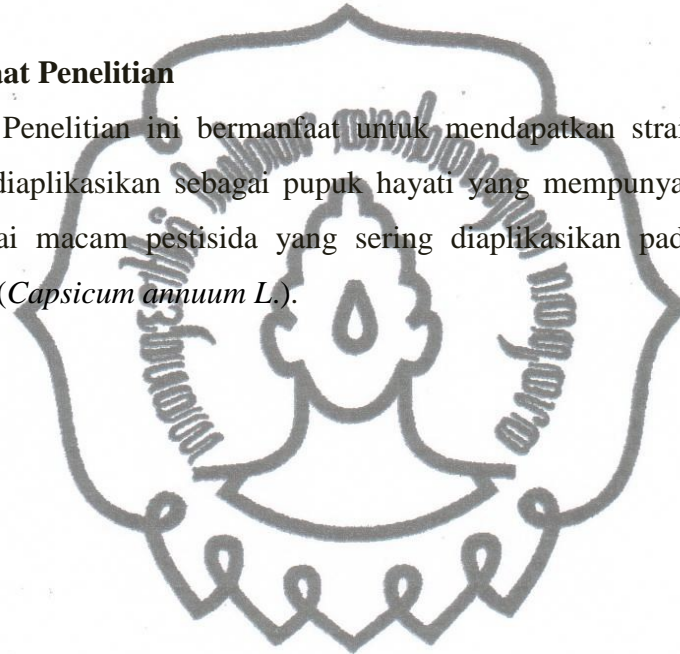
C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh berbagai macam pestisida terhadap tingkat infektivitas mikoriza pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*)
2. Mengetahui pengaruh berbagai macam pestisida terhadap tingkat efektivitas mikoriza pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*)

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mendapatkan strain mikoriza yang dapat diaplikasikan sebagai pupuk hayati yang mempunyai ketahanan pada berbagai macam pestisida yang sering diaplikasikan pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*).



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikoriza

Mikoriza (*mycorrhiza*) merupakan istilah yang berasal dari Bahasa Latin yang berarti *myces* (cendawan) dan *rhyza* (akar). Mikoriza diartikan sebagai suatu struktur yang khas pada sistem perakaran tanaman, struktur ini terbentuk sebagai manifestasi adanya simbiosis mutualisme antar cendawan tertentu dengan sistem perakaran tanaman. Dikenal dua macam golongan Mikoriza yaitu ektomikoriza dan endomikoriza (Setiadi, 1998; Smith dan Read, 1997 *cit.* Cahyani, 2000).

Nuhamara (1993) *cit.* Subiksa (2007) mengatakan bahwa mikoriza adalah suatu struktur yang khas yang mencerminkan adanya interaksi fungsional yang saling menguntungkan antara suatu autobion/tumbuhan tertentu dengan satu atau lebih galur mikobion dalam ruang dan waktu. Struktur yang terbentuk dari asosiasi ini tersusun secara beraturan dan memperlihatkan spektrum yang sangat luas, baik dalam hal tanaman inang, jenis cendawan maupun penyebarannya.

Secara umum mikoriza di daerah tropika tergolong didalam dua tipe yaitu: Mikoriza Vesikular-Arbuskular (MVA)/Endomikoriza dan Ektomikoriza (ECM/EM). Jamur ini pada umumnya tergolong kedalam kelompok ascomycetes dan basidiomycetes (Pujianto, 2001).

Berdasarkan struktur tubuh dan cara infeksi terhadap tanaman inang, mikoriza dapat digolongkan menjadi 2 kelompok besar (tipe) yaitu ektomikoriza dan endomikoriza (Rao, 1994). Pola asosiasi antara cendawan dengan akar tanaman inang menyebabkan terjadinya perbedaan morfologi akar antara ektomikoriza dengan endomikoriza. Pada ektomikoriza, jaringan hifa cendawan tidak sampai masuk ke dalam sel tapi berkembang diantara sel kortek akar membentuk *hartig net* dan mantel dipermukaan akar. Sedangkan endomikoriza, jaringan hifa cendawan masuk ke dalam sel kortek akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut vesicle dan sistem percabangan hifa yang disebut arbuscula, sehingga

endomikoriza disebut juga *vesicular-arbuscular micorrhizae* (Subiksa, 2007).

B. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikoriza

Pertumbuhan mikoriza sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, seperti:

a. Suhu

Suhu yang relatif tinggi akan meningkatkan aktifitas cendawan.

b. Kadar air tanah

Adanya mikoriza dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air tanaman inang.

c. pH tanah

Cendawan pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah.

d. Bahan organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting disamping air dan udara. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1-2 persen sedangkan pada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0,5 persen kandungan spora sangat rendah (Pujianto, 2001).

e. Cahaya dan ketersediaan hara

Tanah yang mempunyai intensitas cahaya yang tinggi, kekahatan sedang, nitrogen atau fosfor akan meningkatkan jumlah karbohidrat di dalam akar sehingga membuat tanaman lebih peka terhadap infeksi cendawan mikoriza.

f. Logam berat dan unsur lain

Keberadaan MVA pada suatu tanah dapat menurun dengan naiknya kandungan Al dalam tanah. Aluminium diketahui menghambat muncul jika ke dalam larutan tanah ditambahkan kalsium (Ca). Jumlah Ca didalam larutan tanah juga mempengaruhi perkembangan MVA.

g. Fungisida

commit to user

Fungisida merupakan racun kimia yang dibuat untuk membunuh cendawan penyebab penyakit pada tanaman, akan tetapi selain itu juga dapat membunuh mikoriza, dimana pemakaian fungisida ini menurunkan pertumbuhan dan kolonisasi serta kemampuan mikoriza dalam menyerap P.

(Atmaja, 2001).

Menurut Balai Kehutanan Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Balai Perbenihan Tanaman Hutan Jawa dan Madura (2006) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan mikoriza di lapangan, diantaranya:

a. Kondisi inokulum mikoriza

Carrier mikoriza bisa berupa tanah (*soil inokulum*) atau zeolith dan sebagainya. Inokulum mikoriza yang baik adalah inokulum yang bersih dari parasit dan bahan-bahan kontaminan (steril) dan mikroorganisme pengganggu.

b. Kondisi tempat tumbuh

Kondisi tempat tumbuh sangat mempengaruhi keberhasilan infeksi dan asosiasi mikoriza dengan tanaman inangnya. Peningkatan unsur fosfor dalam tanah akan menurunkan tingkat asosiasi mikoriza dengan tanaman (Bougher *et al.*, 1990; Jones *et al.*, 1990; Schweiger *et al.*, 1995; Balai Kehutanan Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Balai Perbenihan Tanaman Hutan Jawa dan Madura, 2006).

c. Kondisi suhu yang ekstrim

Kondisi suhu yang terlalu panas (misalnya pada peristiwa kebakaran hutan) akan mengurangi pertumbuhan mikoriza dan merusak hifa serta spora yang ada di tanah.

C. Manfaat Mikoriza

Hubungan timbal balik antara cendawan mikoriza dengan tanaman inangnya mendatangkan manfaat positif bagi keduanya (simbiosis

mutualistis). Karenanya inokulasi cendawan mikoriza dapat dikatakan sebagai *biofertilization*, baik untuk tanaman pangan, perkebunan, kehutanan maupun tanaman penghijauan (Killham, 1994 *cit* Subiksa, 2007).

Bagi tanaman inang, adanya asosiasi ini, dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi pertumbuhannya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, cendawan mikoriza berperan dalam perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk. Sedangkan secara langsung, cendawan mikoriza dapat meningkatkan serapan air, hara dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik. Nuhamara (1994) mengatakan bahwa sedikitnya ada 5 hal yang dapat membantu perkembangan tanaman dari adanya mikoriza ini yaitu :

- a. Mikoriza dapat meningkatkan absorpsi hara dari dalam tanah
- b. Mikoriza dapat berperan sebagai penghalang biologi terhadap infeksi patogen akar.
- c. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan kelembaban yang ekstrim
- d. Meningkatkan produksi hormon pertumbuhan dan zat pengatur tumbuh lainnya seperti auxin.
- e. Menjamin terselenggaranya proses biogeokemis.

D. Cabai Merah

Cabai merah (*Capsicum annuum L.*) disebut juga cabai hot beauty adalah cabai hibrida yang unggul dengan produktivitas mencapai 25 ton/hektar pada setiap periode tanam. Dalam setahun hanya dua periode tanam. Cabai hot beauty di kalangan petani lebih dikenal dengan sebutan cabai taiwan. Cabai ini memiliki ukuran yang besar, panjang, dan lurus. Daging buahnya tipis dan rasanya kurang pedas jika dibandingkan dengan cabai merah kering. Warna buahnya merah menyala sehingga tampak menggiurkan. Kesegaran cabai hot beauty lebih lama dibandingkan cabai jenis lainnya. Cabai ini banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan

saus dan bumbu masak. Cabai hot beauty pertama kali dipanen pada umur 2-3 bulan. Panjang umur panennya berlangsung selama 1,5-2 bulan atau tanaman dapat berproduksi hingga umur 3,5-5 bulan (Anonim,2008)^a.

Menurut Sunoto (2008) botani cabai merah adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Subkelas	: Sympetale
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum annuum L.</i>

Budidaya atau usaha tani tanaman cabai merah selama ini dilakukan secara monokultur dan pola rotasi tanaman. Pada pola rotasi tanaman maka pola yang lazim di anut para petani adalah dengan melakukan pergiliran tanaman pola 1 : 2 yaitu satu kali tanaman cabai merah dan 2 - 3 kali tanaman palawija/sayuran lainnya yang tidak sama famili tanamannya dengan cabai merah. Untuk model kelayakan ini digunakan monokultur cabai merah sepanjang tahun, dengan masa lahan kosong selama 1 bulan di antara kedua siklus tanaman (Anonim,2008)^b.

Syarat tumbuh tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*) adalah sebagai berikut:

a. Tanah

- Tanah berstruktur remah/ gembur dan kaya akan bahan organik.
- Derajat keasaman (pH) tanah antara 5,5 - 7,0
- Tanah tidak becek/ ada genangan air
- Lahan pertanaman terbuka atau tidak ada naungan.

b. Iklim

- Curah hujan 1500-2500 mm pertahun dengan distribusi merata
- Suhu udara 16° - 32 ° C

- Saat pembungaan sampai dengan saat pemasakan buah, keadaan sinar matahari cukup (10 - 12 jam)

(Balai Penelitian Hortikultura Lembang, 1999).

Pada umumnya tanaman cabai merah dapat di tanam di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah, yaitu lebih dari 500 - 1200 m di atas permukaan laut, yang terdapat di seluruh Indonesia terutama di Pulau Jawa. Meskipun luasan lahan yang cocok untuk cabe masih sangat luas, tetapi penanaman cabai di dataran tinggi masih sangat terbatas. Pengembangan tanaman cabai merah, lebih diarahkan ke areal pengembangan dengan ketinggian sedikit di bawah 800 m di atas permukaan laut. Terutama pada lokasi yang air irigasinya sangat terjamin sepanjang tahun (Anonim, 2008)^b.

E. Pestisida Kimia

Pestisida dapat digolongkan menjadi dua golongan besar yaitu pestisida yang mudah larut (hancur) dan pestisida yang sukar hancur. Golongan yang sukar hancur (larut) merupakan polusi pestisida yang utama. Disamping sukar larut jenis pestisida ini diserap oleh butir-butir tanah halus seperti halnya unsur P sehingga lebih banyak terangkut ke tempat lain bersama tanah-tanah yang tererosi. Seperti halnya unsur hara, polusi pestisida banyak menimbulkan masalah pada persediaan air, terutama mengganggu pada bidang kesehatan (Anonim, 2005)^c.

Dari segi racunnya pestisida dapat dibedakan atas:

- a. Racun sistemik, artinya dapat diserap melalui sistem organisme misalnya melalui akar atau daun kemudian diserap ke dalam jaringan tanaman yang akan bersentuhan atau dimakan oleh hama sehingga mengakibatkan peracunan bagi hama.
- b. Racun kontak, langsung dapat menyerap melalui kulit pada saat pemberian insektisida atau dapat pula serangga target kemudian kena sisa insektisida (residu) insektisida beberapa waktu setelah penyemprotan.

(Tarumingkeng, 2009).

commit to user

Nama IUPAC :2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl
methylcarbamate
Nama lain :Karbofuran, Furadan, Curater
Rumus molekul : $C_{12}H_{15}NO_3$
Berat molekul :221.25
(Anonim, 2008)^d.

Karbofuran merupakan insektisida golongan karbamat yang sangat banyak digunakan pada masa kini. Karbofuran dikenal dengan nama dagang Furadan[®] dan Curater[®]. Mempunyai daya larut dalam air yang sangat tinggi (700 mg/l air pada suhu 25° C). Sifat ini memudahkannya untuk dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan. Dapat digunakan pada daun dan juga tanah. Karbofuran tidak dapat bertahan lama di dalam tanah (hanya seminggu saja), kemudian akan diserap oleh akar dan diangkut ke bagian lain dari tumbuhan. Masa paruhnya dalam tanah sangat bervariasi tergantung pada jenis tanahnya (Sastroutomo,1992).

Karbofuran adalah yang paling beracun dari pestisida karbamat. Pestisida ini dipasarkan dibawah nama dagang Furadan. Digunakan untuk mengendalikan serangga di dalam berbagai bidang tanaman, termasuk kentang, jagung dan kedelai. Pestisida ini merupakan insektisida sistemik, yang berarti bahwa tanaman menyerap melalui akar, dan dari sini tanaman mendistribusikan itu melalui organ (terutama kapal, batang dan daun; tidak buah), di mana konsentrasi dalam membasmi serangga yang dicapai. Karbofuran menghambat aktivitas hama karena mempunyai efek racun yang paling tinggi dibanding insektisida lain. Efek racunnya dikarenakan aktivitas zat cholinesterase yang mencegah pertumbuhan hama (pestisida neurotoksik) (Horrison,2006).

Dithane adalah fungisida mancozeb kualitas tinggi kontak fungisida dengan pendaftaran yang luas pada lebih dari 30 sayuran, buah, lapangan, pohon anggur dan tanaman khusus. Produk ini memberikan aktivitas spektrum yang luas tanpa masalah terhadap daya tahan. Digunakan untuk tanaman luar dan rumah kaca. Bahan aktif Dithane adalah mancozeb,

produk koordinasi ion seng dan mangan etilen bisdithiocarbamate (Anonim, 2010)^f.

Dithane M-45, juga dikenal sebagai fungisida mancozeb termasuk dalam kelas bahan kimia seperti *etilen bisdithiocarbamate* (EBDC). EBDC adalah fungisida yang digunakan untuk mencegah kerusakan tanaman di lapangan dan melindungi tanaman yang dipanen dari kerusakan selama penyimpanan atau transportasi. Penyimpangan kromosom dianggap sebagai indikator dapat diandalkan mutagenik aktivitas, karena ada bukti adanya korelasi antara kerusakan kromosom dan efek racun dari pestisida yang digunakan (Haiba, 2009).

F. Pestisida Organik

Selain pestisida kimia, petani juga menggunakan pestisida organik dalam mencegah adanya hama dan penyakit tanaman. Penggunaan pestisida organik harus dilakukan dengan hati-hati dan dengan kesabaran serta ketelitian. Banyaknya pestisida organik yang disemprotkan ke tanaman harus disesuaikan dengan hama. Waktu penyemprotan juga harus diperhatikan petani sesuai dengan siklus perkembangan hama. Untuk pencegahan adanya hama, penyemprotan dapat dilakukan secara periodik pada tanaman sayuran. Sebaiknya dalam waktu satu minggu sekali atau disesuaikan dengan ada tidaknya hama karena hama selalu berpindah (Anonim, 2008)^c.

Cara pembuatan pestisida organik dari ekstrak daun mimba (*Azadiracta indica*) dapat dilakukan dengan mengambil 2 genggam bijinya, kemudian ditumbuk. Campur dengan 1 liter air, kemudian diaduk sampai rata. Biarkan selama 12 jam, kemudian disaring. Bahan saringan tersebut merupakan bahan aktif yang penggunaannya harus ditambah dengan air sebagai pengencer. Cara lainnya adalah dengan menggunakan daunnya sebanyak 1 kg yang direbus dengan 5 liter air. Rebusan ini diamkan selama 12 jam, kemudian saring. Air saringannya merupakan bahan pestisida alami

yang dapat digunakan sebagai pengendali berbagai hama tanaman (Anonim, 2008)^e.

Mimba, terutama dalam biji dan daunnya mengandung beberapa komponen dari produksi metabolit sekunder yang diduga sangat bermanfaat, baik dalam bidang pertanian (pestisida dan pupuk), maupun farmasi (kosmetik dan obat-obatan). Beberapa diantaranya adalah azadirachtin, salanin, meliantriol, nimbin dan nimbidin (Ruskin, 1993).

Mimba tidak membunuh hama secara cepat, namun mengganggu hama pada proses makan, pertumbuhan, reproduksi dan lainnya (Senrayan, 1997 *cit.* Kardinan dan Azmi, 2003). Azadirachtin berperan sebagai *ecdysone blocker* atau zat yang dapat menghambat kerja hormon ecdysone, yaitu suatu hormon yang berfungsi dalam proses metamorfosa serangga. Serangga akan terganggu pada proses pergantian kulit, ataupun proses perubahan dari telur menjadi larva, atau dari larva menjadi kepompong atau dari kepompong menjadi dewasa. Biasanya kegagalan dalam proses ini seringkali mengakibatkan kematian (Chiu, 1988 *cit.* Kardinan dan Azmi, 2003).

Cara pembuatan pestisida organik dari ekstrak bawang putih (*Allium sativum*), begitu juga dengan bawang bombai dan cabai, digiling, tambahkan air sedikit, dan kemudian diamkan sekitar 1 jam. Lalu berikan 1 sendok makan deterjen, aduk sampai rata, dan kemudian ditutup. Simpan di tempat yang dingin selama 7 - 10 hari. Bila ingin menggunakannya, campur ekstrak tersebut dengan air. Campuran ini berguna untuk membasmi berbagai hama tanaman, khususnya hortikultura (Anonim, 2008)^e.

G. Tanah Inceptisol

Inceptisol adalah tanah muda dan mulai berkembang. Profilnya mempunyai horizon yang dianggap pembentukannya agak lambat sebagai hasil alterasi bahan induk. Horizon-horizonnya tidak memperlihatkan hasil hancuran ekstrem. Horizon timbunan liat dan besi aluminium oksida yang jelas tidak ada pada golongan ini. Perkembangan profil golongan ini lebih berkembang bila dibandingkan dengan Entisol. Tanah-tanah yang dulunya

dikelaskan sebagai hutan coklat, andosol dan tanah coklat dapat dimasukkan ke dalam Inceptisol (Hardjowigeno, 1987).

Inceptisol mempunyai karakteristik dari kombinasi sifat-sifat tersedianya air untuk tanaman lebih dari setengah tahun atau lebih dari tiga bulan berturut-turut dalam musim kemarau, satu atau lebih horizon pedogenik dengan sedikit akumulasi bahan selain karbonat atau silika amorf, tekstur lebih halus dari pasir berlempung dengan beberapa mineral lapuk dan kemampuan menahan kation fraksi lempung yang sedang sampai tinggi. Penyebaran liat ke dalam tanah tidak dapat diukur. Kisaran kadar C-organik dan kapasitas tukar tempat, kecuali daerah kering, mulai dari kutub sampai tropika (Kemas, 2005).

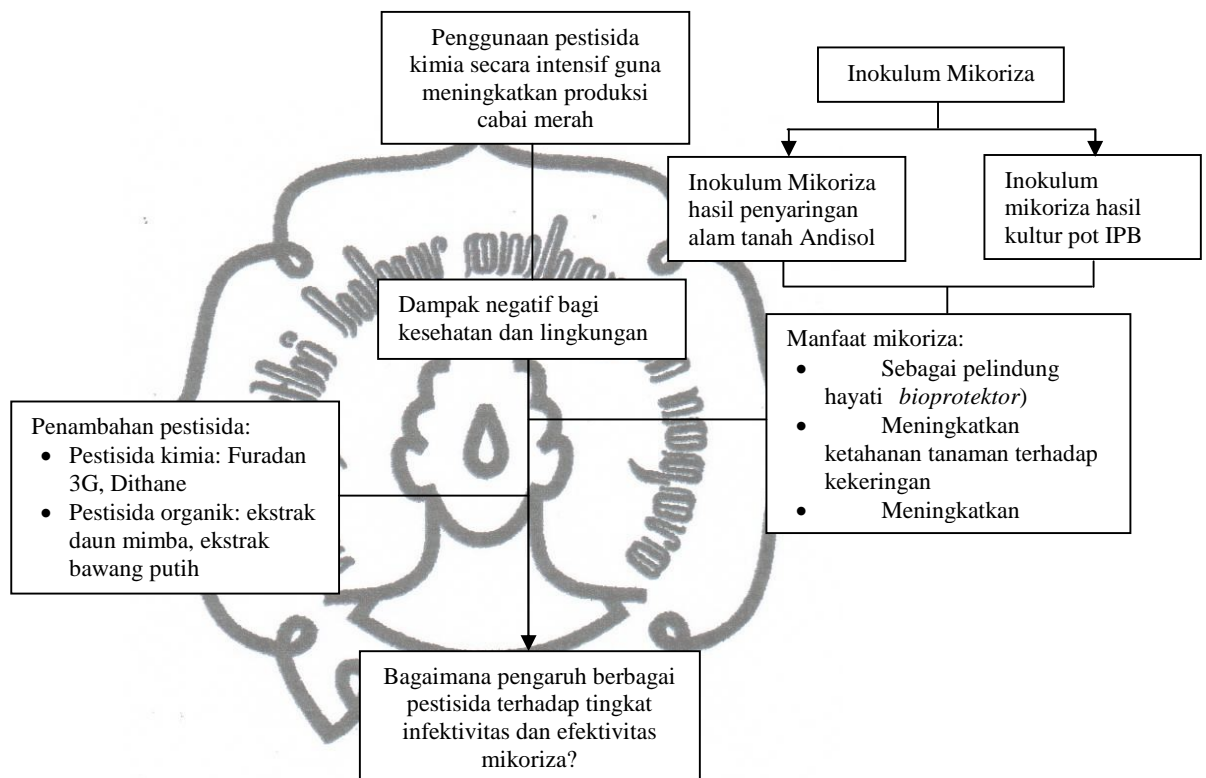
Tanah Inceptisol memiliki tekstur kasar dengan kadar pasir 60 %, hanya mempunyai horizon yang banyak mengandung sulfat masam (*cat clay*) $\text{pH} < 3,5$, terdapat karatan. Tanah Inceptisol umumnya memiliki horizon kambik. Horizon kambik merupakan indikasi lemah atau spodik (Hardjowigeno, 1987). Menurut Hakim (1986) horizon B yang mengalami proses- proses genesis tanah seperti fisik, biologi, kimia dan proses pelapukan mineral. Perubahan ini menjadi struktur kubus.

Inceptisol dapat berkembang dari bahan induk batuan beku, sedimen, metamorf. Karena Inceptisol merupakan tanah yang baru berkembang biasanya mempunyai tekstur yang beragam dari kasar hingga halus, dalam hal ini dapat tergantung pada tingkat pelapukan bahan induknya. Bentuk wilayah beragam dari berombak hingga bergunung. Kesuburan tanahnya rendah, jeluk efektifnya beragam dari dangkal hingga dalam. Di dataran rendah pada umumnya tebal, sedangkan pada daerah-daerah lereng curam solumnya tipis. Pada tanah berlereng cocok untuk tanaman tahunan atau untuk menjaga kelestarian tanah (Munir, 1996).

Sifat fisik dan kimia tanah Inceptisol antara lain; berat jenis $1,0 \text{ g/cm}^3$, kalsium karbonat kurang dari 40 %, pH mendekati netral atau lebih ($\text{pH} < 4$ tanah bermasalah), kejenuhan basa kurang dari 50 % pada kedalaman 1,8 m, COLE antara 0,07 dan 0,09, nilai porositas 68 % sampai

85 %, air yang tersedia cukup banyak antara 0,1 – 1 atm (Smith, 1965 *cit.* Resman *et al.*, 2006).

H. Kerangka Berpikir



I. Hipotesis

1. Berbagai jenis pestisida berpengaruh tidak nyata terhadap infektivitas dan efektivitas mikoriza.
2. Berbagai jenis pestisida berpengaruh nyata terhadap infektivitas dan efektivitas mikoriza.

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca BBP Mondromino Tanaman Hias dan Hortikultura, yang terletak di Pokoh Kelurahan Wonobojo Kecamatan Wonogiri. Analisis infeksi mikoriza dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Analisis tanah dan jaringan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian pada bulan Mei 2009 sampai Mei 2010.

B. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan

Bahan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah tanah Inceptisol yang diambil dari daerah Jogonalan, Klaten; inokulum mikoriza hasil saringan tanah Andisol daerah Tenganan, Salatiga dan inokulum mikoriza hasil kultur pot IPB Bogor; pestisida kimia (Furadan 3G); fungisida kimia (Dhithane); Hyponex red; pestisida organik (ekstrak daun mimba dan ekstrak bawang putih); benih cabai merah *Hot Beauty*, khemikalia untuk analisis tanah, jaringan tanaman, dan pengecatan akar; tissu gulung; kertas label; dan aquades.

2. Alat

Alat yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah pot plastik ukuran sedang, mikroskop okuler dan binokuler, kamera digital, alat tulis, timbangan analitik, saringan spora 3 tingkat (250 mikron, 90 mikron, dan 60 mikron), saringan tanah (ukuran 0,5 mm dan 2 mm), petridish, botol film (flakon), kaca preparat, deglass, sprayer, pH meter, pipet, paranet, plastik, dan oven.

C. Perancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian percobaan di rumah kaca dengan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor perlakuan, yaitu

1. Faktor I adalah jenis mikoriza (M)

M_0 = tanpa mikoriza,

M_1 = mikoriza saringan tanah Andisol Tenganan,

M_2 = mikoriza hasil biakan IPB (kultur pot).

2. Faktor II adalah jenis pestisida (P)

P_0 = tanpa pestisida,

P_1 = pestisida Furadan,

P_2 = fungisida Dithane,

P_3 = pestisida organik yang berasal dari daun mimba,

P_4 = pestisida organik yang berasal dari bawang putih

Dari dua faktor tersebut maka diperoleh 45 kombinasi perlakuan dan masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 95 HST dengan parameter pengamatan tinggi tanaman yang diukur secara periodik. Sedangkan pemanenan dilakukan setelah masa vegetatif tanaman cabai. Parameter yang diamati pada saat panen meliputi infektivitas mikoriza, efektivitas mikoriza, dan analisis fisik tanaman. Tingkat infektivitas mikoriza dapat dilihat dari parameter pengamatan tingkat infeksi spora mikoriza dan kepadatan spora dalam 100 gr tanah; tingkat efektivitas mikoriza dapat dilihat dari berat kering brangkas dan serapan P tanaman; dan analisis fisik tanaman dapat dilihat dari parameter tinggi tanaman, panjang akar, berat basah brangkas, berat kering brangkas, dan P jaringan tanaman. Analisis awal dilakukan terhadap beberapa sifat kimia tanah (pH, kadar air, kadar bahan organik tanah, P total, P tersedia) dan sifat fisika tanah (tekstur).

Tabel 3.1 Rancangan Kombinasi Perlakuan

Macam pestisida (kimia dan organik)	Perlakuan inokulum MVA		
	Kontrol (M ₀)	Inokulum MVA tanah Andisol (M ₁)	Inokulum kultur biakan IPB (M ₂)
Tanpa pestisida (P ₀)	M ₀ P ₀	M ₁ P ₀	M ₂ P ₀
Furadan 3G (P ₁)	M ₀ P ₁	M ₁ P ₁	M ₂ P ₁
Dhythane (P ₂)	M ₀ P ₂	M ₁ P ₂	M ₂ P ₂
Ekstrak daun mimba (P ₃)	M ₀ P ₃	M ₁ P ₃	M ₂ P ₃
Ekstrak bawang putih (P ₄)	M ₀ P ₄	M ₁ P ₄	M ₂ P ₄

D. Tata Laksana Penelitian

1. Survey dan Penyaringan spora Mikoriza

a. Pengambilan sampel inokulum mikoriza

Mengambil sampel tanah Andisol di daerah Tenganan, Salatiga untuk mendapatkan inokulum mikoriza. Pengambilan dilakukan di daerah perakaran tanaman (rhizosfer) tanaman jagung.

b. Penyaringan spora mikoriza

Pemisahan spora dilakukan dengan metode penyaringan basah. Tanah Andisol disaring dengan menggunakan saringan kasar dan halus (spora) melalui tahap 3 tingkatan saringan (ukuran 250 mikron, 90 mikron, dan 60 mikron) (Cahyani, 2008). Kemudian pada hasil saringan terakhir diamati dibawah mikroskop binokuler sehingga didapat spora bawaan tanah Andisol.

2. Percobaan di Rumah Kaca

a. Pengambilan tanah Inceptisol

Mengambil sampel tanah Inceptisol untuk media tanam dan analisis tanah awal di daerah Jogonalan, Klaten. Sampel tanah diambil pada satu lahan dengan kedalaman 20 cm di beberapa titik secara diagonal kemudian dikompositkan.

b. Persiapan media tanam

Sampel tanah yang telah diambil kemudian dikeringanginkan, ditumbuk dan diayak dengan ayakan Ø 2 mm untuk media tanam dan Ø 0,5 mm untuk keperluan analisis laboratorium. Media tanam dibuat dengan menimbang tanah yang akan diisikan sebagai media biakan berdasarkan penghitungan massa volume tanah untuk tanah Inceptisol kemudian dimasukkan ke dalam pot plastik (500 gram/ pot).

c. Pemberian Furadan 3G

Sampel tanah yang telah diayak diberi Furadan 3G dengan dosis 3gr per tanaman untuk menghindari adanya jamur atau hama yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman nantinya.

d. Penyemaian cabai merah

Benih cabai merah disemai lebih dahulu pada media pakis yang dicampur dengan sedikit tanah sehingga muncul perakaran dan siap ditanam di lapang (BBP Tanaman Hias dan Hortikultura Mondromino, Konsultasi Pribadi).

e. Penanaman

Benih cabai merah disemai kemudian ditanam dalam koakan berukuran 2 x 3 cm pada media tanam yang telah disiapkan. Spora hasil pemisahan dibiakkan dalam pot kultur yang media tanah dalam pot ukuran sedang (500 gr). Biakan inokulum ini menggunakan spora dalam jumlah 50/pot untuk spora hasil penyaringan tanah Andisol dan 50gr/pot untuk spora hasil biakan kultur pot IPB. Dan sumber hara pada pembiakan tersebut adalah pupuk daun Hyponex merah yang diberikan dengan dosis 5 g/10 l air (Gunawan, 1998 *cit.* Fauzi, 2006).

f. Penyulaman

Penyulaman dilakukan karena ada tanaman cabai merah yang tidak tumbuh atau mati.

g. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman cabai merah dilakukan dengan menjaga kandungan lengas tanah dengan cara penyiraman sehingga tanaman tidak akan mengalami kekurangan air.

h. Pemberian perlakuan pestisida

Pemberian pestisida dilakukan sesuai dengan perlakuan tanaman, yaitu dosis yang digunakan adalah dosis maksimal dari dosis yang biasa digunakan, yaitu 2 gr/lit untuk Furadan 3G, 3-6 gr/lit untuk Dhythane, 1kg daun mimba dijadikan 5lt, dan 5g bawang putih dijadikan 1lt. Pestisida disemprotkan langsung ke bagian tubuh tumbuhan, mulai dari batang sampai daun tanaman, serta disekitar tanaman.

i. Pengamatan tinggi tanaman

Pengamatan dilakukan selama masa vegetatif tanaman cabai dengan parameter tinggi tanaman yang diukur secara periodik, satu minggu sekali dimulai pada saat tanaman berumur 7 HST .

j. Pemanenan

Panen dilakukan setelah pertumbuhan vegetatif maksimal tanaman, yaitu tanaman berumur 95 hari

k. Pengambilan akar tanaman dan berat brangkasan kering

Pengambilan akar untuk analisis infeksi mikoriza dilakukan dengan mengambil beberapa potong akar pada tiap sisi. Sampel akar tanaman dibersihkan dari tanah, kemudian dicuci dengan air ledeng, dibilas dengan aquadest, dan direndam dalam larutan etanol 50%, disimpan di almari es hingga saat analisis infektivitas mikoriza. Akar tanaman dianalisis persentase infeksi mikorizanya dengan metode pengecatan menggunakan larutan 0,05% trypan blue dalam laktogliserol (Phillips dan Hayman, 1970; Sukarno, 1998 *cit.* Cahyani, 2008). Sedangkan sisa akar dan bagian tanaman lain ditimbang sebagai

parameter berat brangkasian basah, kemudian keringkan dan ditimbang lagi sebagai parameter berat brangkasian.

1. Analisis Laboratorium

1) Tanah

- Derajat kemasaman tanah (pH H₂O dan KCl)

Besarnya nilai pH dianalisis dengan metode elektrometri (Balittan, 2005).

- Kadar lengas tanah

- Tekstur tanah

Penentuan tekstur tanah ditentukan dengan metode pemipetan (Balittan, 2005).

- Bahan organik tanah

Besarnya kadar bahan organik dianalisis dengan metode *Walkley and Black* (Balittan, 2005).

- P total

Besarnya nilai P total dianalisis dengan metode ekstrak HCl

- P tersedia

Besarnya nilai P tanah dianalisis dengan metode Bray I (Balittan, 2005).

2) Mikoriza

- Kepadatan spora mikoriza (jumlah spora mikoriza/ 100 gr tanah)
- Tingkat infeksi mikoriza (pengecatan akar)

3) Sampel Tanaman

- Tinggi tanaman
- Berat basah brangkasian tanaman

Diketahui dengan menimbang berat tanaman cabai merah yang dihasilkan sewaktu panen. Brangkasan segar meliputi seluruh bagian tanaman (daun, batang maupun akar) per pot.

– Berat kering brangkasan tanaman

Bobot brangkasan yang telah dioven pada suhu 70°C hingga bobot konstan.

– P jaringan tanaman

P jaringan tanaman dianalisis dengan metode ekstrak HClO_4 dan HNO_3 .

E. Variabel Pengamatan

1. Infektivitas Mikoriza:

- a. Infeksi pada akar dengan menggunakan metode pengecatan akar (Daniels dan Skipper, 1982 *cit.* Siradz dan Siti, 2007). Persentase nifeksi mikoriza dihitung berdasarkan metode Giovanetti dan Mosse (1980) *cit.* Haryuni (2001) *cit.* A. Dewi (2007) dengan cara:

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

- b. Kepadatan spora dalam 100 gr tanah setelah masa vegetatif maksimal dengan menggunakan metode penyaringan basah (Brundett *et al.*, 1996 *cit.* Siradz dan Siti, 2007)

2. Efektivitas mikoriza:

- a. Berat kering brangkasan tanaman (BK)

Bobot brangkasan yang telah dioven pada suhu 70°C hingga bobot konstan.

- b. Serapan P tanaman

Serapan P diperoleh dari hasil kali berat kering brangkasan (gr) dengan P jaringan tanaman (ppm).

3. Tanaman:

a. Tinggi tanaman

b. Berat brangkasan basah

Diketahui dengan menimbang berat tanaman cabai merah yang dihasilkan sewaktu panen. Brangkasan segar meliputi seluruh bagian tanaman (daun, batang maupun akar) per pot.

c. Berat brangkasan kering

Bobot brangkasan yang telah dioven pada suhu 70°C hingga bobot konstan.

d. Panjang akar

e. P jaringan tanaman

P jaringan tanaman dianalisis dengan metode ekstrak HClO_4 dan HNO_3 .

4. Tanah

a. Derajat kemasaman tanah ($\text{pH H}_2\text{O}$ dan KCl)

Besarnya nilai pH dianalisis dengan metode elektrometri (Balittan, 2005).

b. Kadar lengas tanah

c. Tekstur

Penentuan tekstur tanah ditentukan dengan metode pemipetan (Balittan, 2005).

d. Bahan organik tanah

Besarnya kadar bahan organik dianalisis dengan metode *Walkley and Black* (Balittan, 2005).

e. P total

Besarnya nilai P total dianalisis dengan metode ekstrak HCl

f. P tersedia

Besarnya nilai P tanah dianalisis dengan metode Bray I (Balittan, 2005).

F. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter menggunakan uji F dengan taraf kepercayaan 99% dan 95%, sedangkan untuk mengetahui hubungan antar rerata hasil perlakuan menggunakan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95% dan uji korelasi untuk hubungan antar variabel.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Tanah Sebelum Perlakuan

Analisis karakteristik tanah awal sebelum perlakuan disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Analisis Karakteristik Tanah sebelum Perlakuan

No.	Variabel Pengamatan	Satuan	Hasil	Pengharkatan
1.	BO	%	2.176	Sedang*
2.	pH H ₂ O	-	6.850	netral*
3.	pH KCl	-	6.403	
4.	P ₂ O ₅ tersedia	ppm	0.007	Sangat rendah*
5.	P total	%	0.372	
6.	Jumlah Spora mikoriza/100 gram tanah	-	0.000	-
7.	Tekstur	-	pasir : 94.34% debu : 0.27% lempung: 5.390%	Pasiran**

Keterangan:

*) Pengharkatan menurut Balai Penelitian Tanah 2005.

**) Pengharkatan menurut USDA

Berdasarkan hasil analisis tanah awal dapat diketahui bahwa tanah Inceptisol yang digunakan adalah tanah yang mempunyai tingkat BO sedang, yaitu 2,18 %. Hal ini dikarenakan tanah Inceptisol belum matang (*immature*) dan belum mengalami perkembangan lanjut, sehingga kebanyakan tanah ini bersifat cukup subur. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil di daerah Jogonalan, Klaten dan tidak terdapat spora mikoriza di dalamnya. Pada lokasi pengambilan sampel ini tanah tidak digunakan sebagai lahan usaha pertanian, melainkan merupakan tanah yang belum diolah oleh manusia.

Kandungan unsur hara P tersedia pada tanah ini sangat rendah, yaitu 0.007 ppm. Hal ini berhubungan dengan tanah Inceptisol yang termasuk tanah muda dan masih berkembang, sehingga belum mampu menyediakan P untuk tanaman. Kandungan hara P yang rendah memungkinkan mikoriza dapat berkembang dan meningkatkan aktivitasnya. Keunggulan kemampuan mikoriza dalam pengambilan hara, terutama hara yang bersifat tidak mobil seperti P, Zn, dan Cu, disebabkan mikoriza memiliki struktur hifa yang mampu menjelajah daerah di antara partikel tanah, melampaui jarak yang dapat dicapai akar

(rambut akar), kecepatan translokasi hara enam kali kecepatan rambut akar, dan nilai ambang batas konsentrasi hara yang dapat diserap mikoriza lebih rendah (setengah ambang batas konsentrasi hara yang dapat diserap akar). Mikoriza secara tidak langsung juga dapat meningkatkan ketersediaan P-tanah melalui produksi enzim fosfatase oleh akar tanaman (Nursanti dan Abdul, 2009).

Pada umumnya cendawan lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Meskipun demikian daya adaptasi masing-masing spesies cendawan mikoriza terhadap pH tanah berbeda-beda, karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman (Mosse, 1981). Berdasarkan analisis tanah awal, Inceptisol mempunyai pH yang netral. Hal ini sesuai dengan kondisi lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan mikoriza.

B. Pengaruh Perlakuan Terhadap Parameter Pertumbuhan Tanaman Saat Vegetatif Maksimal

Mikoriza adalah jamur (cendawan) yang hidup di sekitar perakaran tanaman, bersifat parasit obligat dan bersimbiosis mutualisme dengan tanaman inangnya. Bagi tanaman inang, simbiosis ini dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung cendawan mikoriza berperan dalam meningkatkan serapan air, hara, dan perlindungan tanaman terhadap patogen. Sedangkan secara tidak langsung berperan dalam proses perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara, dan proses pelapukan bahan induk.

Dinamika populasi suatu mikroorganisme di dalam tanah termasuk juga jamur-jamur endogene seperti jamur mikoriza dipengaruhi oleh lingkungan biotik dan lingkungan abiotik tanah. Lingkungan biotik yang mempengaruhi dinamika populasi jamur mikoriza antara lain mikroorganisme lain dalam tanah yang berperan sebagai kompetitor maupun sebagai simbiosis. Apabila populasi mikroorganisme kompetitor lebih dominan maka populasi mikroorganisme lawannya juga akan tertekan, sebaliknya apabila terjadi simbiosis antara dua mikroorganisme, maka populasi salah satu dari keduanya akan meningkat dengan tanpa menekan populasi mikroorganisme simbiosisnya. Sedangkan lingkungan abiotik yang mempengaruhi dinamika populasi mikroorganisme tanah antara lain suhu tanah, kelembaban tanah, kadar air tanah, maupun kandungan unsur-unsur tanah.

Perubahan sifat tanah dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya curah hujan, intensitas cahaya matahari dan jenis tanaman yang ada di tempat tersebut.

Tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza akan mengalami perubahan dalam morfologi dan fisiologi tanaman. Dalam penelitian ini digunakan parameter pertumbuhan yang dapat diamati secara langsung, diantaranya tinggi tanaman, panjang akar, berat basah brangkasan, berat kering brangkasan, dan P jaringan tanaman. Pada Lampiran 8 menunjukkan bahwa pemberian mikoriza (M), pemberian pestisida (P), dan interaksi antara keduanya (M*P) berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman dan panjang akar. Hal ini disebabkan pada waktu pemberian perlakuan (pestisida maupun mikoriza) tanaman berada pada fase pertumbuhan aktif sehingga pertumbuhan relatif cepat pada semua perlakuan dan menyebabkan pestisida yang diberikan tidak efektif diserap tanaman dan mikoriza tidak dapat menginfeksi dengan baik sehingga peran mikoriza sebagai bioprotektor tidak terlihat. Nawaningsih, Purwanto, dan Wahyudi (1995) menyatakan bahwa tanaman cabai merah *hot beauty* yang berada pada fase pertumbuhan aktif (fase juvenil) tumbuh secara cepat dan menumbuhkan tunas-tunas baru pada buku-buku batang utama dan berakhir pada waktu tanaman berbunga untuk pertama kali yaitu umur 45-50 hst (6-7 mst). Tekstur tanah Inceptisol yang lebih halus dari pasir berlempung dan kondisi tanah yang lembab juga mempengaruhi panjang akar tanaman dikarenakan akar tanaman tidak mudah bergerak menembus agregat tanah dan bertambah panjang karena dihambat oleh adanya tanah yang bertekstur berat.

Kondisi tempat tumbuh tanaman sangat mempengaruhi keberhasilan infeksi dan asosiasi mikoriza. Kandungan P yang tersedia dalam tanah rendah dinilai mampu meningkatkan asosiasi mikoriza. Seperti yang telah diketahui bahwa P berperan dalam proses metabolisme tanaman, sehingga akan berpengaruh terhadap berat brangkasan tanaman. Menurut Mengel dan Kirby (1978) *cit.* Fauzi (2006) bahwa P berfungsi dalam metabolisme sehingga peningkatan P dalam tanaman secara tidak langsung mempengaruhi berat segar dan berat kering brangkasan. Hal ini juga ditunjukkan pada Lampiran 8 bahwa pemberian mikoriza (M) memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah brangkasan dan berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering brangkasan, namun pemberian pestisida (P) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap keduanya. Sedangkan interaksi antara mikoriza dan pestisida (M*P) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah

brangkasan, tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering brangkasan. Hal ini disebabkan mikoriza mampu bertahan dan mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap dosis pestisida yang telah ditambahkan, sehingga tetap dapat menginfeksi akar tanaman dan membantu meningkatkan serapan air dan hara oleh akar tanaman. Selain itu interaksi mikoriza dan pestisida berpengaruh sangat nyata terhadap P jaringan tanaman sehingga proses metabolisme mengalami peningkatan dan berpengaruh terhadap berat brangkasan.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Tinggi Tanaman dan Panjang Akar Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Jenis perlakuan	Rerata	
	Tinggi tanaman (cm)	Panjang akar (cm)
(M0) Tanpa inokulum mikoriza	20.65 a	13.83 b
(M1) Inokulum mikoriza dari tanah Andisols	27.14 a	11.73 b
(M2) Inokulum mikoriza biakan	22.37 a	11.73 a

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

Tabel 4.3 Hasil Analisis Uji DMRT 5% Terhadap Tinggi Tanaman dan Panjang Akar Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Perlakuan	PARAMETER PENGAMATAN	
	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Akar (cm)
M0P0	20.15 a	14.00 a
M0P1	25.30 a	16.33 a
M0P2	17.47 a	13.00 a
M0P3	20.43 a	15.67 a
M0P4	19.90 a	10.17a
M1P0	22.48 a	12.67 a
M1P1	26.23 a	6.17 a
M1P2	22.83 a	5.67 a
M1P3	24.47 a	13.67 a
M1P4	39.70 a	20.50 a
M2P0	21.82 a	9.67 a
M2P1	26.42 a	16.67 a
M2P2	20.98 a	7.50 a
M2P3	20.33 b	11.83 a
M2P4	22.30 a	13.00 a

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

Pada Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5% (Tabel 4.2) diketahui bahwa pada parameter tinggi tanaman, semua perlakuan tidak berbeda nyata. Sedangkan pada panjang akar dapat dilihat bahwa perlakuan tanpa inokulum mikoriza (M0) dan perlakuan inokulum mikoriza dari tanah Andisol (M1) tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan

berbeda nyata dengan perlakuan inokulum mikoriza biakan (M2). Namun sebaliknya pada parameter berat basah (Tabel 4.4), perlakuan inokulum mikoriza dari tanah Andisol (M1) berbeda nyata dengan perlakuan tanpa inokulum mikoriza (M0) dan perlakuan inokulum mikoriza biakan (M2). Pada berat kering brangkas, perlakuan tanpa inokulum mikoriza (M0) berbeda nyata dengan perlakuan inokulum mikoriza dari tanah Andisol (M1) dan perlakuan inokulum mikoriza biakan (M2). Pada parameter P jaringan tanaman, diketahui bahwa semua perlakuan tidak berbeda nyata.

Rerata tinggi tanaman (Tabel 4.2) perlakuan tanpa inokulum mikoriza (M0) lebih rendah dibanding dengan rerata tinggi tanaman yang diberi inokulum mikoriza, baik dari tanah Andisol (M1) maupun inokulum mikoriza biakan (M2). Hal ini disebabkan karena mikoriza dapat bertahan dalam kondisi dosis pestisida yang diberikan sehingga inokulasi mikoriza dapat meningkatkan produksi hormon atau zat pengatur tumbuh (gibberelin, cytokinin, auxin) (Jarstfer dan Sylvia 1993 *cit.* Cahyani, 2008).

Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Parameter Pertumbuhan Tanaman

Jenis perlakuan	Rerata		
	BB (gr)	BK (gr)	P Jaringan (ppm)
(M0) Tanpa inokulum mikoriza	3.26 a	0.83 b	0.72 a
(M1) Inokulum mikoriza dari tanah Andisols	9.17 b	2.21 a	0.75 a
(M2) Inokulum mikoriza biakan	5.34 a	1.21 a	0.67 a

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

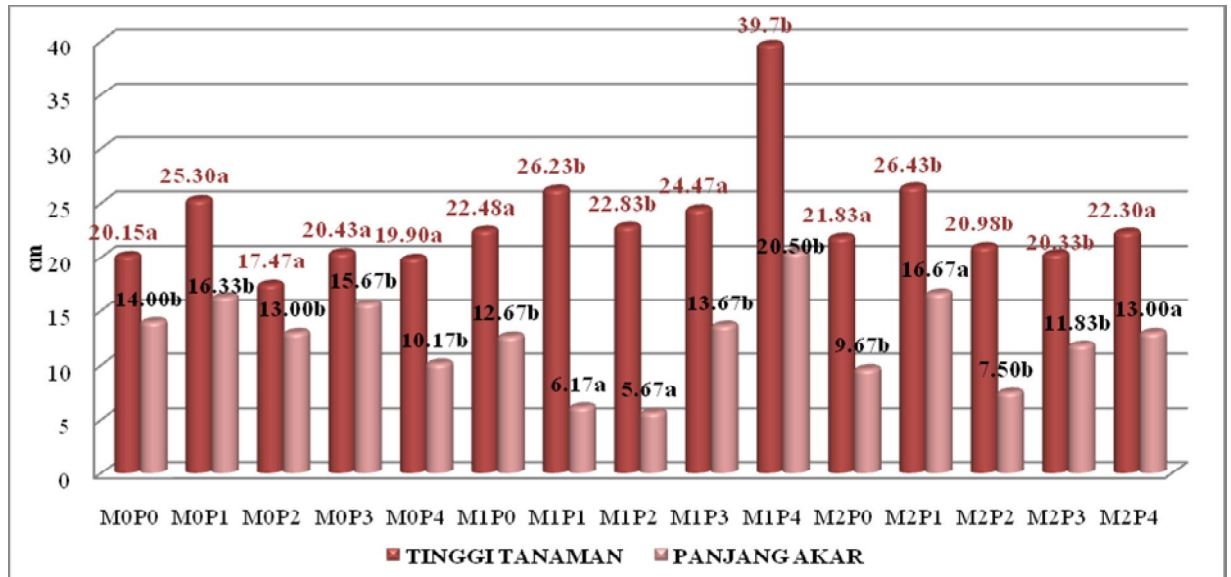
Tabel 4.5 Hasil Analisis Uji DMRT 5% Terhadap Berat Basah Brangkas, Berat Kering Brangkas, dan P Jaringan Tanaman

Perlakuan	Variabel Pengamatan		
	BB (gr)	BK (gr)	P Jaringan (ppm)
M0P0	3.62 a	0.89 a	0.45 a
M0P1	4.59 a	0.61 a	0.72 a
M0P2	2.66 a	1.05 a	0.83 a
M0P3	3.40 a	0.94 a	0.70 a
M0P4	2.06 a	0.63 a	0.88 a
M1P0	6.58 a	1.24 a	0.95 a
M1P1	7.84 a	2.42 a	0.75 a
M1P2	5.33 a	1.92 a	0.58 a
M1P3	7.07 a	1.39 a	0.91 a
M1P4	19.03 a	4.07 a	0.54 a
M2P0	3.44 a	0.64 a	0.67 a
M2P1	11.11 a	2.59 a	0.59 a
M2P2	4.69 a	1.09 a	0.59 a
M2P3	4.99 a	1.04 a	0.74 a
M2P4	2.48 a	0.71 a	0.74 a

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

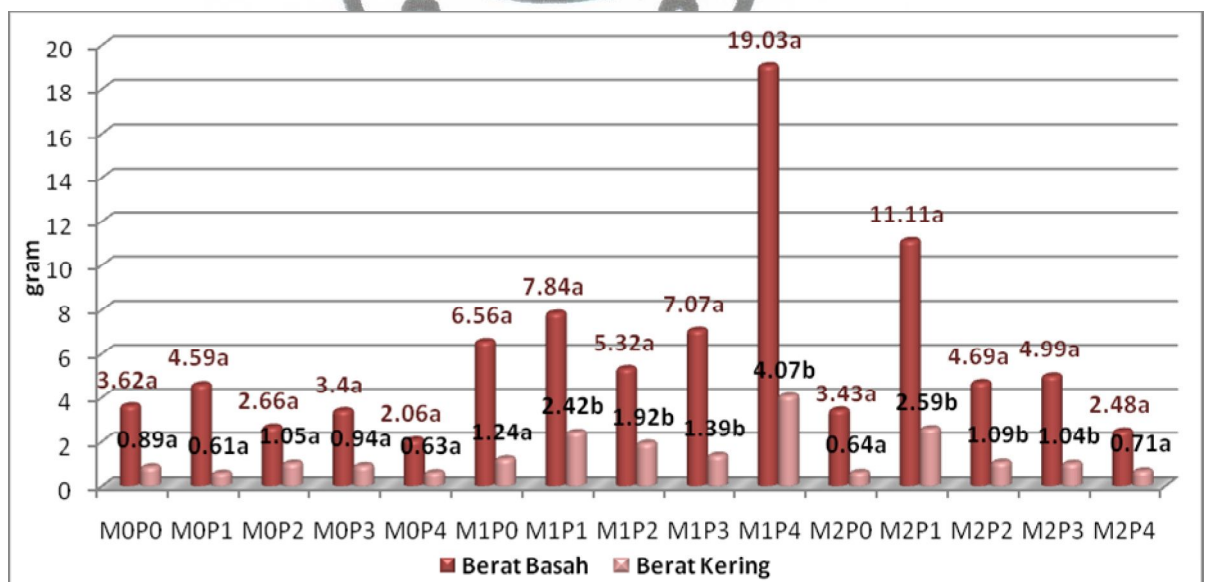
Secara visual (Gambar 4.1 dan Gambar 4.2) perlakuan M1P4 mempunyai tinggi tanaman, panjang akar, berat basah dan berat kering brangkas paling tinggi dibanding perlakuan lainnya. Pada perlakuan ini mikoriza mampu bertahan dari dosis pestisida organik ekstrak bawang putih sehingga menyebabkan meningkatnya perkembangan akar, batang, dan daun tanaman cabai merah menjadi lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Perkembangan daun yang lebih baik pada tanaman mengakibatkan tanaman mampu melakukan fotosintesis lebih optimal, karena lebih luas permukaan daun yang menerima radiasi matahari sebagai energi utama dalam proses fotosintesis. Daun yang lebih luas mempunyai kandungan klorofil per satuan luas daun total lebih banyak dibandingkan daun yang lebih sempit (kecil), sehingga proses fotosintesis lebih baik (Salisbury dan Ross, 1995 *cit.* Zulaikha dan Gunawan, 2006). Namun peningkatan parameter pertumbuhan tanaman pada perlakuan ini tidak diikuti dengan peningkatan P jaringan tanaman. Parameter P jaringan tanaman paling tinggi terdapat pada perlakuan M1P0 (Gambar 4.3), disebabkan infeksi mikoriza mampu meningkatkan serapan hara P oleh akar, meskipun akar tanaman pada perlakuan ini tidak terlalu panjang. Hifa mikoriza diduga mampu memperluas daerah serapan hara di sekitar perakaran tanaman.

Pada korelasi antar variabel pengamatan (Lampiran 10) diketahui bahwa panjang akar tanaman berkorelasi positif dengan tinggi tanaman, berat basah brangkasan, berat kering brangkasan, dan berkorelasi negatif dengan P jaringan tanaman.



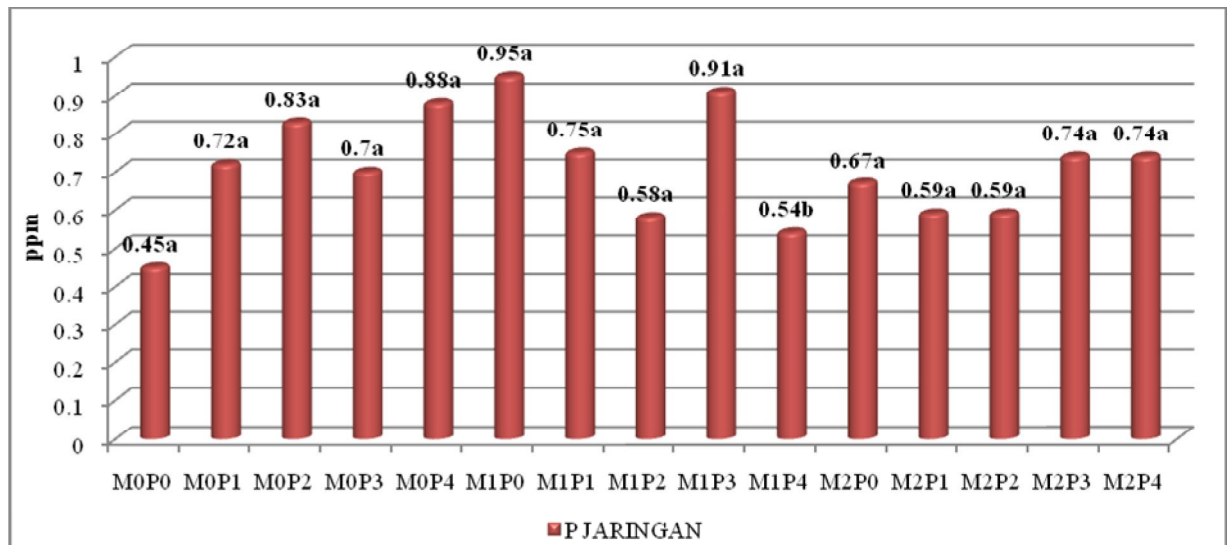
Gambar 4.1 Grafik Rerata Parameter Tinggi Tanaman dan Panjang Akar Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

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



Gambar 4.2 Grafik Rerata Berat Basah Brangkasan dan Berat Kering Brangkasan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

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



Gambar 4.3 Grafik Rerata P Jaringan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum L.*)

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

C. Pengaruh Perlakuan Terhadap Infektivitas Mikoriza

Infektivitas mikoriza dapat diukur dari kemampuannya menembus/ penetrasi dan berkembang menyebar di dalam akar tanaman yang ditargetkan (Abbot dan Robson, 1981 cit. Cahyani, 2008). Infektivitas mikoriza dipengaruhi oleh bahan organik tanah, lengas tanah, tipe tanah, tingkat kesuburan tanah, dan suhu tanah.

Hasil analisis ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa pemberian mikoriza (M) berpengaruh sangat nyata terhadap infeksi mikoriza, namun pemberian pestisida (P) dan interaksi antara keduanya (M*P) berpengaruh tidak nyata terhadap infeksi mikoriza pada tanaman cabai (*Capsicum annuum L.*). Pada lampiran ini juga diketahui bahwa pemberian mikoriza (M) dan interaksi antara keduanya (M*P) berpengaruh sangat nyata terhadap kepadatan spora tanah, namun pemberian pestisida (P) tidak berpengaruh nyata terhadap kepadatan spora tanah. Hal ini disebabkan mikoriza yang diberikan mampu menginfeksi akar tanaman karena kondisi tanah yang mendukung untuk perkecambahan spora, seperti kondisi pH tanah yang agak masam, kelembaban tanah, dan P_2O_5 tersedia sangat rendah (Tabel 4.1) (Sumadi, 2006).

Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Tingkat Infeksi Mikoriza dan Kepadatan Spora Tanah

Jenis perlakuan	Rerata	
	Infeksi Mikoriza (%)	Kepadatan Spora Tanah (spora/100 gr tanah)
(M0) Tanpa inokulum mikoriza	0.00 a	0.00 b
(M1) Inokulum mikoriza dari tanah Andisol	8.20 a	5.40 b
(M2) Inokulum mikoriza biakan	3.02 a	5.07 a

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

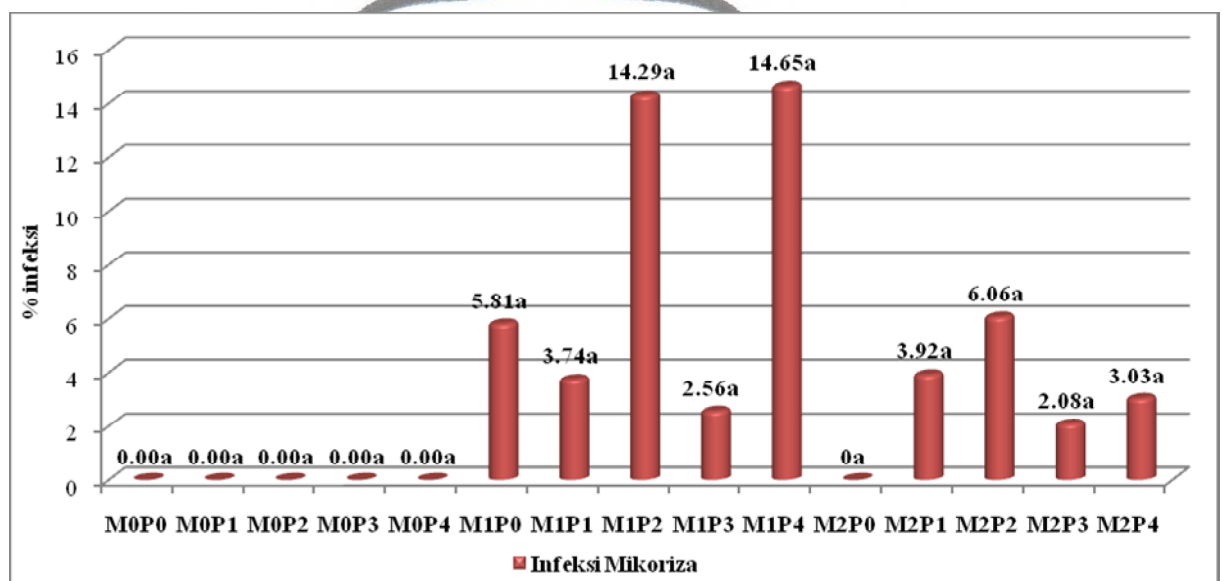
Tabel 4.7 Hasil Analisis Uji DMRT 5% terhadap Tingkat Infeksi Mikoriza dan Kepadatan Spora Tanah

Perlakuan	PARAMETER PENGAMATAN	
	Infeksi Mikoriza (%)	Kepadatan Spora Tanah (spora/100 gr tanah)
M0P0	0.00 a	0.00 a
M0P1	0.00 a	0.00 a
M0P2	0.00 a	0.00 a
M0P3	0.00 a	0.00 a
M0P4	0.00 a	0.00 a
M1P0	5.81 a	2.67 a
M1P1	3.70 a	2.67 a
M1P2	14.23 a	7.00 a
M1P3	2.56 a	5.00 a
M1P4	14.65 a	9.67 a
M2P0	0.00 a	1.67 a
M2P1	3.92 a	7.00 a
M2P2	6.06 a	2.67 a
M2P3	2.08 a	3.67 a
M2P4	3.03 a	10.33 a

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

Dari Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5% (Tabel 4.6) diketahui bahwa pada parameter infeksi mikoriza semua perlakuan tidak berbeda nyata. Namun, pada parameter spora tanah perlakuan tanpa inokulum mikoriza (M0) dan perlakuan inokulum mikoriza dari tanah Andisol (M1) berbeda nyata dengan perlakuan inokulum mikoriza biakan (M2). Hal ini disebabkan perbedaan kemampuan menginfeksi mikoriza terhadap akar tanaman dan kepadatan spora mikoriza dalam 100 gram tanah. Spora yang akan dihasilkan oleh mikoriza akan meningkat apabila kolonisasinya tinggi. Penempatan pot tanaman cabai merah di dalam rumah kaca yang ternaungi dengan intensitas cahaya yang kurang dapat mempengaruhi kolonisasi spora mikoriza, seperti yang disampaikan Suhardi (1989) bahwa

suhu maupun sinar menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap koloni dan perkembangan spora mikoriza. Peningkatan intensitas sinar biasanya meningkatkan kolonisasi akar. Pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa infeksi mikoriza yang tinggi tidak selalu diikuti dengan kepadatan spora dalam 100 gr tanah yang tinggi pula. Grafik infeksi mikoriza pada perlakuan M1P4 menunjukkan tingkat infeksi paling tinggi (14,65 %) diantara perlakuan yang ada, namun tidak diimbangi dengan kepadatan spora mikoriza dalam 100 gr tanah. Rerata kepadatan spora dalam 100 gr tanah paling tinggi terdapat pada perlakuan M2P4 (10 spora/ 100 gram tanah).

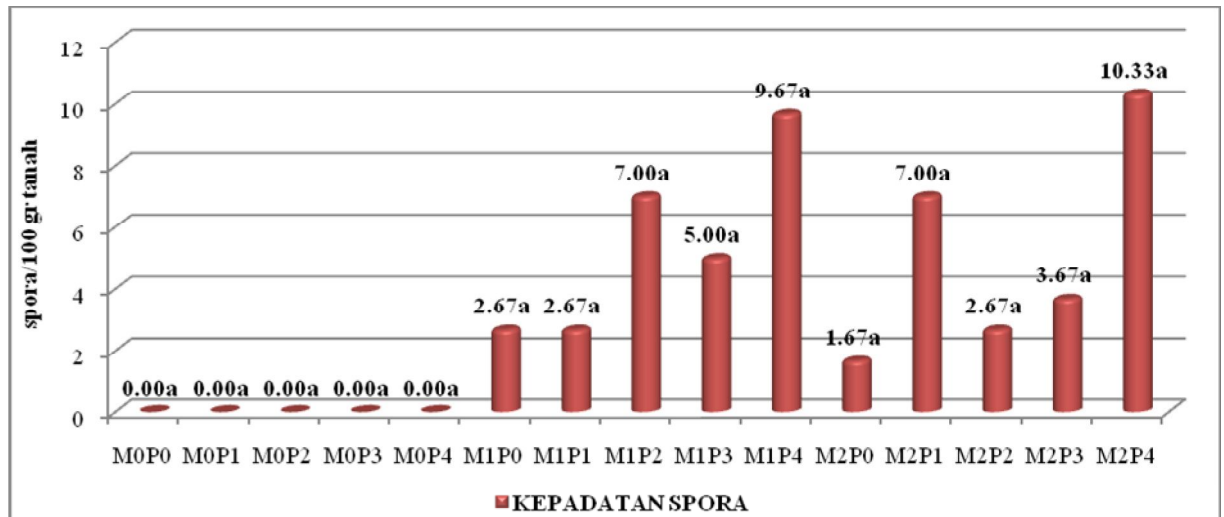


Gambar 4.4 Grafik Rerata Infeksi Mikoriza pada Akar Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum L.*)

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

Gambar grafik perlakuan lainnya juga menunjukkan perbedaan tingkat infeksi mikoriza dan kepadatan spora dalam 100 gr tanah akibat adanya perlakuan. Pada perlakuan M1P3, M2P0, M2P1, M2P3, dan M2P4 menunjukkan bahwa tingkat kepadatan spora dalam 100 gr tanah lebih tinggi dibanding tingkat infeksi spora mikoriza. Dari perlakuan ini dapat diketahui bahwa kepadatan spora yang tinggi tidak menjamin tingkat infeksi spora mikoriza pada akar tanaman juga tinggi. Hal ini disebabkan inokulum mikoriza yang ditambahkan ke dalam tanah selama masa vegetatif tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*) baru mengalami proses perkecambahan spora dan belum mengalami proses infeksi akar tanaman. Proses perkecambahan dan pembentukan mikoriza sendiri dapat

melalui tiga tahap, yaitu perkecambahan spora di tanah, penetrasi hifa ke dalam sel akar dan perkembangan hifa di dalam korteks akar.



Gambar 4.5 Grafik Rerata Kepadatan Spora Tanah setelah Tanam

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

Berdasarkan Tabel Korelasi Antar Variabel Pengamatan (Lampiran 10) infeksi mikoriza berkorelasi positif dengan tinggi tanaman dan berat brangkasan tanaman (berat basah dan berat kering), dan berkorelasi negatif terhadap panjang akar. Korelasi negatif antara infeksi mikoriza dengan panjang akar diduga karena akar yang mempunyai rambut-rambut akar yang banyak dan panjang belum tentu terinfeksi oleh mikoriza. Spora mikoriza yang dapat beradaptasi dengan lingkungan perakaran tanaman mampu berkecambah dan berkembang sehingga menginfeksi akar. Pada lampiran ini juga diketahui bahwa kepadatan spora dalam tanah berkorelasi positif dengan infeksi mikoriza dimana dengan meningkatnya infeksi mikoriza pada akar maka akan meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, panjang akar, berat kering dan berat basah brangkasan), dan serapan P oleh tanaman.

D. Pengaruh Perlakuan Terhadap Efektivitas Mikoriza

Efektivitas mikoriza dapat diartikan sebagai kemampuan mikoriza dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman atau dalam toleransi tanaman terhadap berbagai stres maupun kondisi tanah yang kurang menguntungkan. Efektivitas mikoriza dipengaruhi oleh faktor lingkungan tanah yang meliputi faktor abiotik, yaitu konsentrasi hara, pH, kadar air,

temperatur, pengolahan tanah dan penggunaan pupuk/pestisida; dan faktor biotik, yaitu interaksi mikrobial, spesies cendawan, tanaman inang, tipe perakaran tanaman inang, dan kompetisi antar cendawan mikoriza. Menurut Delvian (2005), setidaknya ada empat faktor yang berhubungan dengan keefektifan dari suatu spesies mikoriza, yaitu: (a) kemampuan untuk membentuk hifa yang ekstensif dan penyebaran hifa yang baik di dalam tanah, (b) kemampuan untuk membentuk infeksi yang ekstensif pada seluruh sistem perakaran yang berkembang dari suatu tanaman, (c) kemampuan dari hifa untuk menyerap fosfor dari larutan tanah, dan (d) umur dari mekanisme transpor sepanjang hifa ke dalam akar tanaman.

Pada penelitian ini tingkat efektivitas mikoriza dapat dilihat dari parameter pengamatan berat kering brangkas dan serapan P-nya. Pada analisis ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa pemberian mikoriza (M) berpengaruh sangat nyata, akan tetapi pemberian pestisida (P) dan interaksi antara keduanya (M*P) tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). Adanya mikoriza sebagai bioprotektor dari pestisida serta kemampuan infeksi pada akar tanaman cabai secara tidak langsung membuat serapan P tanaman juga meningkat. Menurut Fakuara dan Setiadi (1990); Niswati, *et al.* (1996) *cit* Zulaikha dan Gunawan (2006) mikoriza menghasilkan enzim fosfatase yang mampu mengkatalis hidrolisis kompleks fosfat tidak larut yang terdapat di dalam tanah menjadi bentuk fosfat larut yang tersedia bagi tanaman. Selanjutnya fosfat larut ini dengan cepat akan diserap langsung oleh hifa eksternal mikoriza dan kemudian ditransfer ke tanaman inang. Dengan demikian tanaman yang diinokulasi mikoriza mempunyai kemampuan untuk menyerap fosfat yang terikat dalam tanah (Manske, 1998 dalam Sastrahidayat, *et al.*, 1999), sehingga penyerapan P menjadi lebih besar dibanding tanaman yang tidak diinokulasi mikoriza.

Tabel 4.8 Hasil Uji DMRT 5% pada Pemberian Mikoriza terhadap Berat Kering Brangkas dan Serapan P

Jenis perlakuan	Rerata	
	BK (gr)	Serapan P (mg/tanaman)
(M0) Tanpa inokulum mikoriza	0.83 b	0.63×10^{-6} a
(M1) Inokulum mikoriza dari tanah Andisol	2.21 a	1.55×10^{-6} b
(M2) Inokulum mikoriza biakan	1.21 a	0.81×10^{-6} a

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

Tabel 4.9 Hasil Analisis Uji DMRT 5% Terhadap Parameter BK dan Serapan P

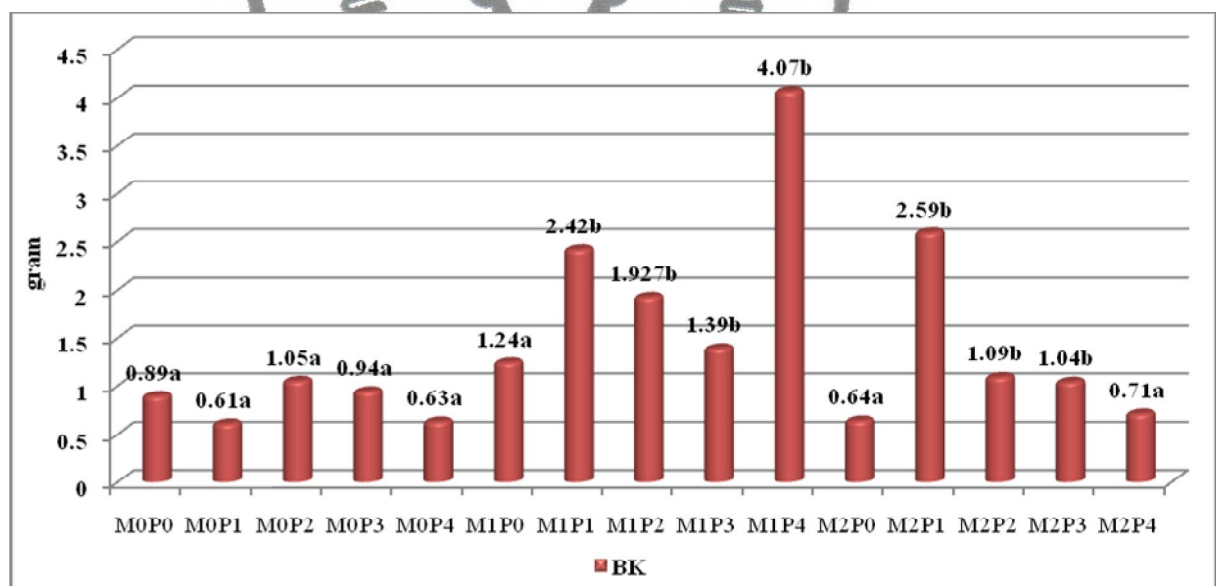
Pelakuan	PARAMETER PENGAMATAN	
	BK (gr)	SERAPAN P (mg/ tanaman)
M0P0	0.89 a	0.61×10^{-6} a
M0P1	0.61 a	0.44×10^{-6} a
M0P2	1.05 a	0.85×10^{-6} a
M0P3	0.94 a	0.65×10^{-6} a
M0P4	0.63 a	0.57×10^{-6} a
M1P0	1.24 a	1.19×10^{-6} a
M1P1	2.42 a	1.81×10^{-6} a
M1P2	1.92 a	1.18×10^{-6} a
M1P3	1.39 a	1.25×10^{-6} a
M1P4	4.07 a	2.25×10^{-6} a
M2P0	0.64 a	0.43×10^{-6} a
M2P1	2.59 a	1.70×10^{-6} a
M2P2	1.09 a	0.65×10^{-6} a
M2P3	1.04 a	0.76×10^{-6} a
M2P4	0.71 a	0.52×10^{-6} a

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

Pada Tabel 4.8 diketahui bahwa pada serapan P, perlakuan inokulum mikoriza dari tanah Andisol (M1) berbeda nyata dengan perlakuan tanpa inokulum mikoriza (M0) dan perlakuan inokulum mikoriza hasil biakan (M2), akan tetapi kontrol dengan perlakuan inokulum mikoriza hasil biakan (M2) berbeda tidak nyata. Hal ini disebabkan karena berat kering brangkas (BK) pada perlakuan dengan perlakuan inokulum mikoriza dari tanah Andisol mempunyai rerata yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan pemberian mikoriza biakan. Dilihat pada Tabel 4.9 rerata serapan P paling tinggi terdapat pada perlakuan yang mempunyai rerata berat kering brangkas (BK) paling tinggi juga, yaitu perlakuan M1P4. Pada Gambar 4.6 diketahui juga bahwa berat kering brangkas (BK) pada perlakuan dengan perlakuan inokulum mikoriza dari tanah Andisol menunjukkan perbedaan yang menonjol diantara perlakuan yang diberikan. Dengan demikian, secara tidak langsung berat kering brangkas tanaman mempengaruhi tingkat serapan P tanaman, dimana serapan P diperoleh dari hasil kali besar berat kering brangkas (BK) dengan P jaringan tanaman (Gambar 4.7). Akar tanaman yang diinfeksi mikoriza yang berasal dari tanah Andisol mampu menyerap air dan P tanah sehingga serapan P tanaman meningkat. Tanaman yang diinokulasi mikoriza mempunyai kemampuan dalam menyerap hara P yang terikat dalam tanah sehingga penyerapan P lebih

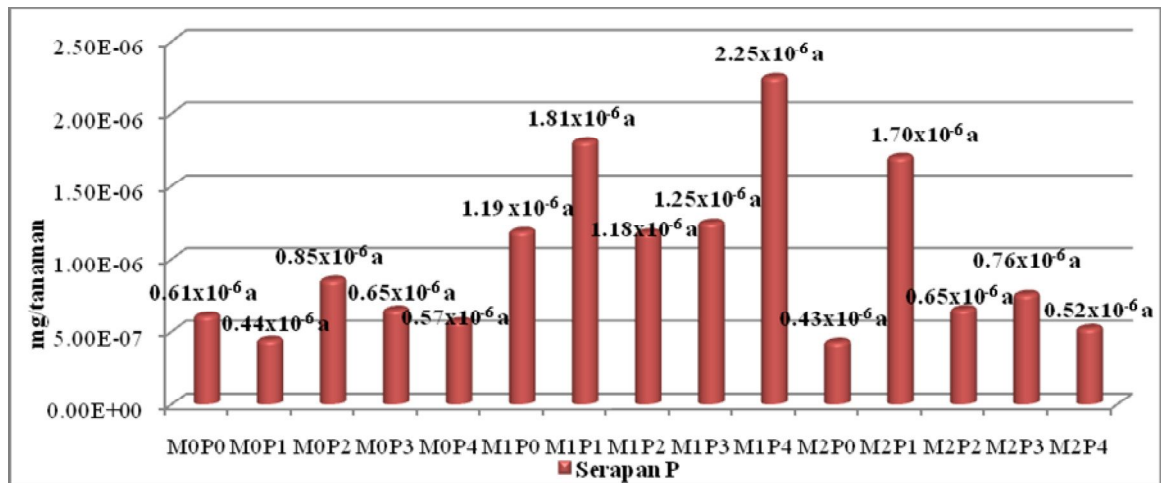
besar dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi mikoriza. Hal ini disebabkan akar yang terinfeksi oleh mikoriza mampu menembus pori-pori tanah dan memperluas jangkauan akar sehingga mampu menyerap hara dalam tanah tersebut. Selain itu seperti disampaikan oleh Fakuara dan Setiadi (1990); Niswati, *et al.* (1996) *cit.* Zulaikha dan Gunawan (2006) mikoriza juga menghasilkan enzim fosfatase yang mampu mengkatalis hidrolisis kompleks fosfat tidak larut yang terdapat di dalam tanah menjadi bentuk fosfat larut yang tersedia bagi tanaman. Selanjutnya fosfat larut ini dengan cepat akan diserap langsung oleh hifa eksternal mikoriza dan kemudian ditransfer ke tanaman inang.

Variabel serapan P mempunyai korelasi positif dengan infeksi mikoriza (Lampiran 6), dimana tingkat infeksi mikoriza terhadap akar tanaman semakin tinggi maka tingkat serapan P tanaman tersebut semakin tinggi pula, dimana tingginya serapan P diimbangi dengan meningkatnya P jaringan tanaman. Peningkatan serapan P ini akan mempengaruhi berat brangkasan tanaman dimana tingkat fotosintesis akan meningkat pula akibat peningkatan hara P.



Gambar 4.6 Grafik Rerata Berat Kering Brangkasan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum L.*)

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



Gambar 4.7 Grafik Rerata Serapan P

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



V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Pemberian mikoriza tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, panjang akar, dan P jaringan tanaman; tetapi sangat berpengaruh nyata terhadap berat brangkasan, tingkat infeksi spora, dan kepadatan spora.
2. Pemberian pestisida kimia sintetik dan organik alami tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan tanaman, tingkat infeksi mikoriza, dan serapan P oleh tanaman.
3. Tingkat infeksi mikoriza dan kepadatan spora tanah pada semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.
4. Rerata tingkat infeksi dan kepadatan spora yang paling tinggi berturut-turut pada perlakuan M1P4 (sebesar 14,65%) dan perlakuan M2P4 (sebesar 10,33%).

B. SARAN

Perlu dilakukan penelitian serupa dengan menggunakan salah satu jenis mikoriza yang lebih spesifik sehingga dapat diketahui peranannya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mengurangi dampak negatif pestisida kimia.