

**PENGARUH INOKULASI MIKORIZA VA DAN KEDALAMAN AIR TANAH
TERHADAP PEMBENTUKAN BINTIL AKAR DAN KANDUNGAN N
TANAMAN KEDELAI (*Glycine max*)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JEMBER

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Strata Satu

Jurusan Tanah
pada Fakultas Pertanian
Universitas Jember

02 NOV 2000
1023216/2000
KLASIFIKASI
633.3
BEL
n
C.1

Oleh :

Yudi Beliyanto

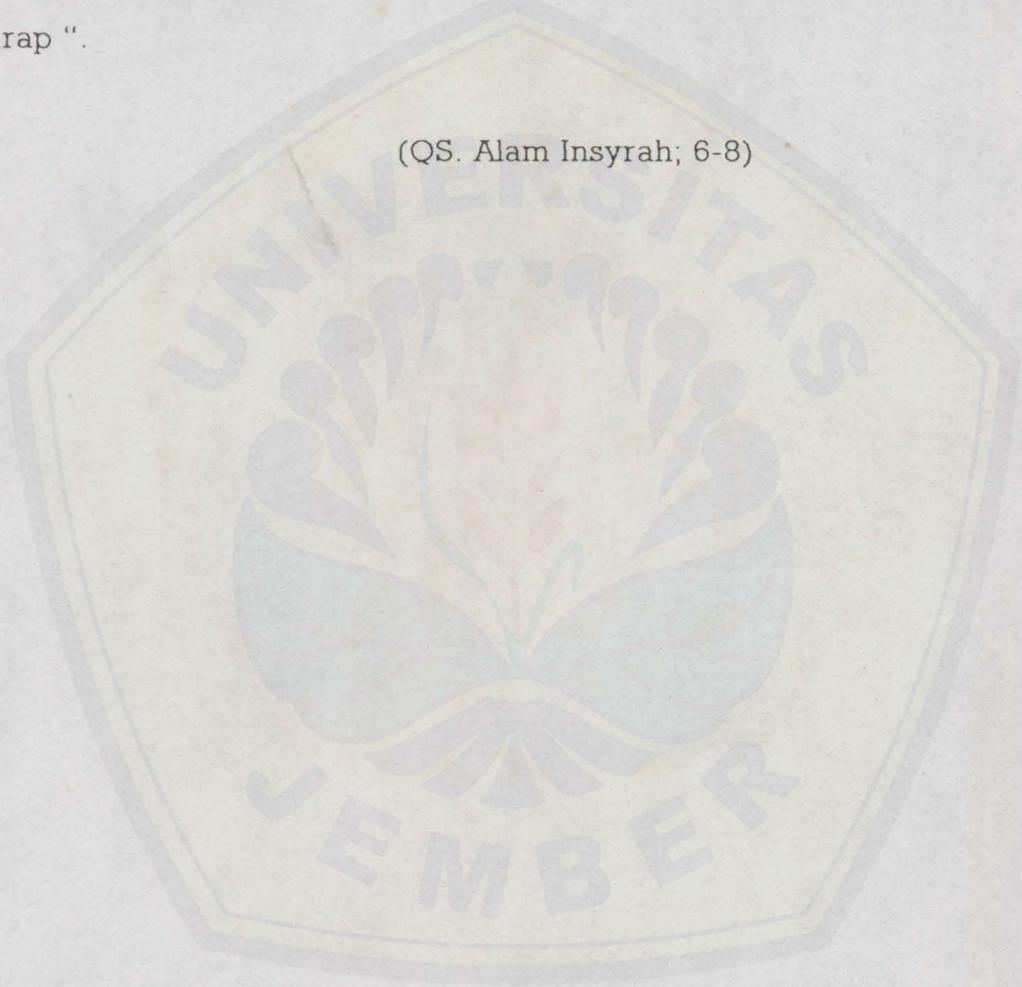
NIM. F1C195150

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER
Nopember, 2000**

MOTTO:

“ Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah kendaknya berharap “.

(QS. Alam Insyrah; 6-8)



Kupersembahkan kepada :

Bapak dan Ibu tercinta

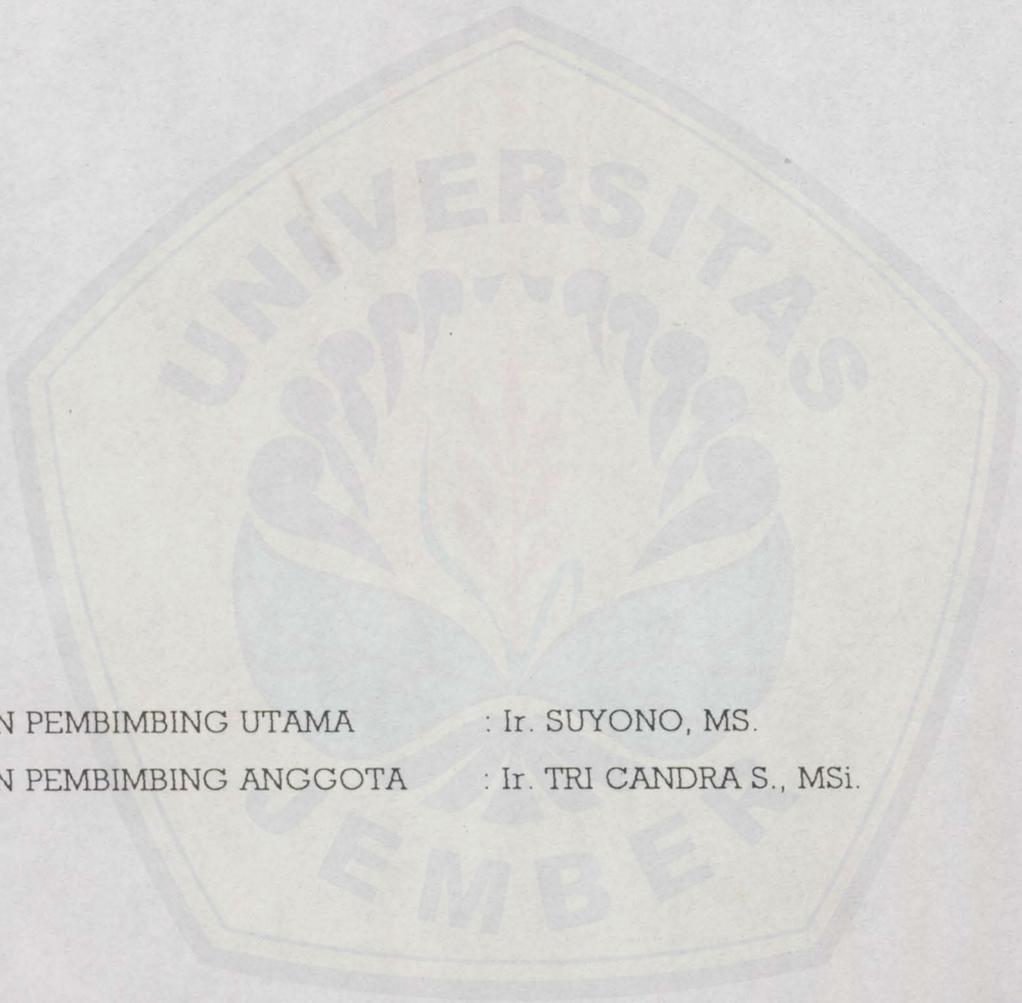
Mas Didik, Aries, Shinta, Ba Uti

dan Keluarga Besar Bondowoso

Lilik tersayang dan keluarga Lumajang

Himahita ' 95

Keluarga Halmahera



DOSEN PEMBIMBING UTAMA : Ir. SUYONO, MS.

DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA : Ir. TRI CANDRA S., MSi.

Diterima oleh

Fakultas Pertanian Universitas Jember

Sebagai

Karya Ilmiah Tertulis (SKRIPSI)

Dipertahankan pada :

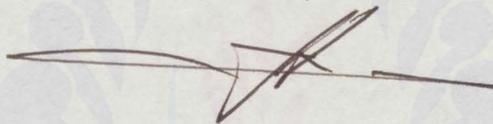
Hari : **Sabtu**

Tanggal : **7 Oktober 2000**

Tempat : **Fakultas Pertanian
Universitas Jember**

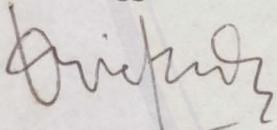
Tim Penguji

Ketua,



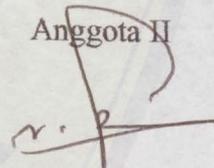
(Ir. Suyono, MS.)
NIP.131 417 211

Anggota I



(Ir. Tri Candra S., Msi.)
NIP. 132 046 359

Anggota II



(Ir. Nur Sasongko, MP.)
NIP. 131 793 385

Mengesahkan

Dekan,



(Ir. Afie Mudjiharjati, MS.)
NIP. 130 690 808

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Inokulasi Mikoriza VA dan Kedalaman Air Tanah Terhadap Pembentukan Bintil Akar dan Kandungan N Tanaman Kedelai (*Glycine max*)” ini dapat diselesaikan.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Sarjana pada Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Selama penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan baik moral maupun material serta petunjuk yang sangat berharga dari berbagai pihak, oleh karenanya pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

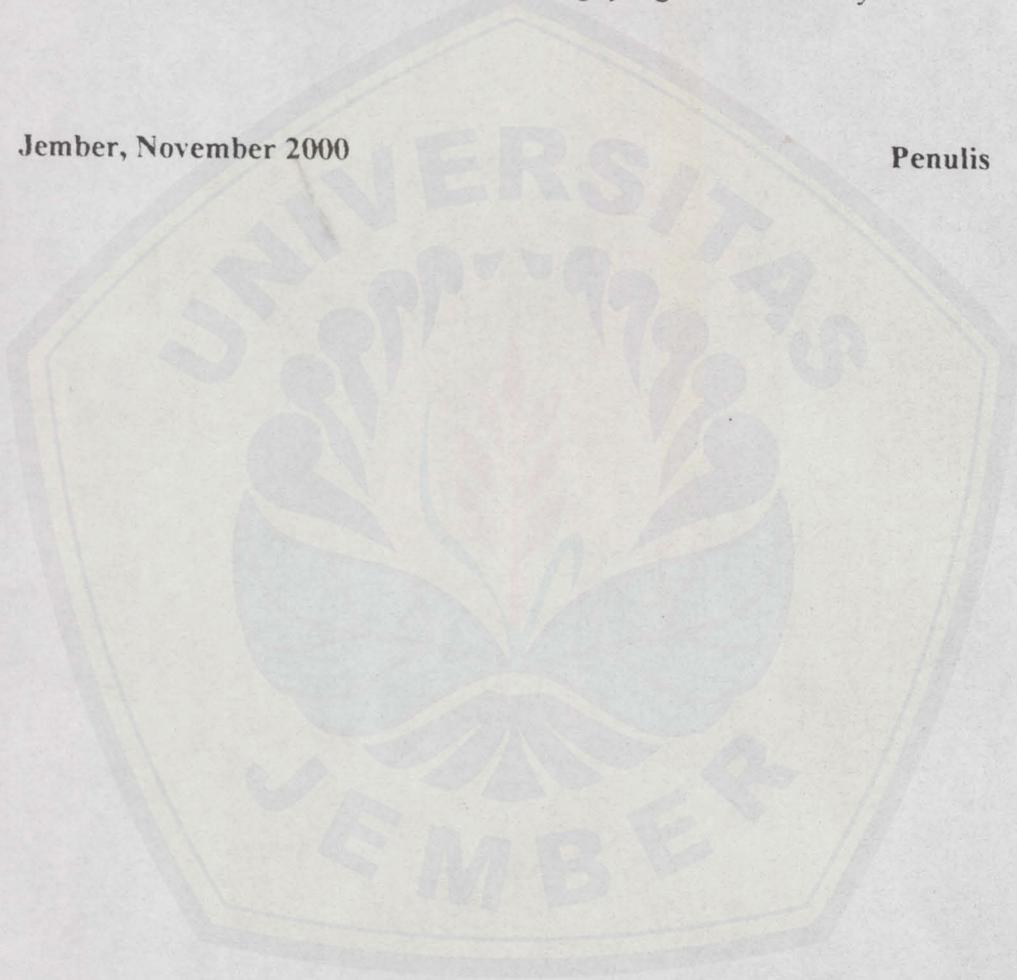
1. Ibu Ir. Arie Mudjiharjati, MS. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas belajar kepada penulis.
2. Bapak Ir. Suyono, MS. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Ir. Tri Candra Setiawati, MSi. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. T. Sutikto, MSc. Selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk menggunakan fasilitas laboratorium Jurusan Tanah yang diperlukan dalam penelitian.
4. Bapak Ir. Bambang Hermiyanto, MP. Selaku dosen yang memprakarsai penelitian ini dan telah memberikan dorongan serta bimbingan kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu sejak awal hingga tersusunnya penulisan karya tulis ilmiah ini.

6. Terakhir penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua yang telah banyak berkorban untuk keberhasilan penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Namun penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi yang memerlukannya.

Jember, November 2000

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
RINGKASAN	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Mikoriza pada Tanaman	5
2.2 Air Tanah	6
2.3 Lahan Kering	9
2.4 Interaksi Mikoriza VA dengan Legum	9
2.5 Bintil Akar	11
2.6 Nitrogen	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	14
3.3 Rancangan Percobaan	14
3.4 Pelaksanaan Percobaan	15
3.4.1 Pengambilan Tanah	15
3.4.2 Pembuatan Lysimeter	15
3.4.3 Penanaman	16
3.4.4 Pemeliharaan	17

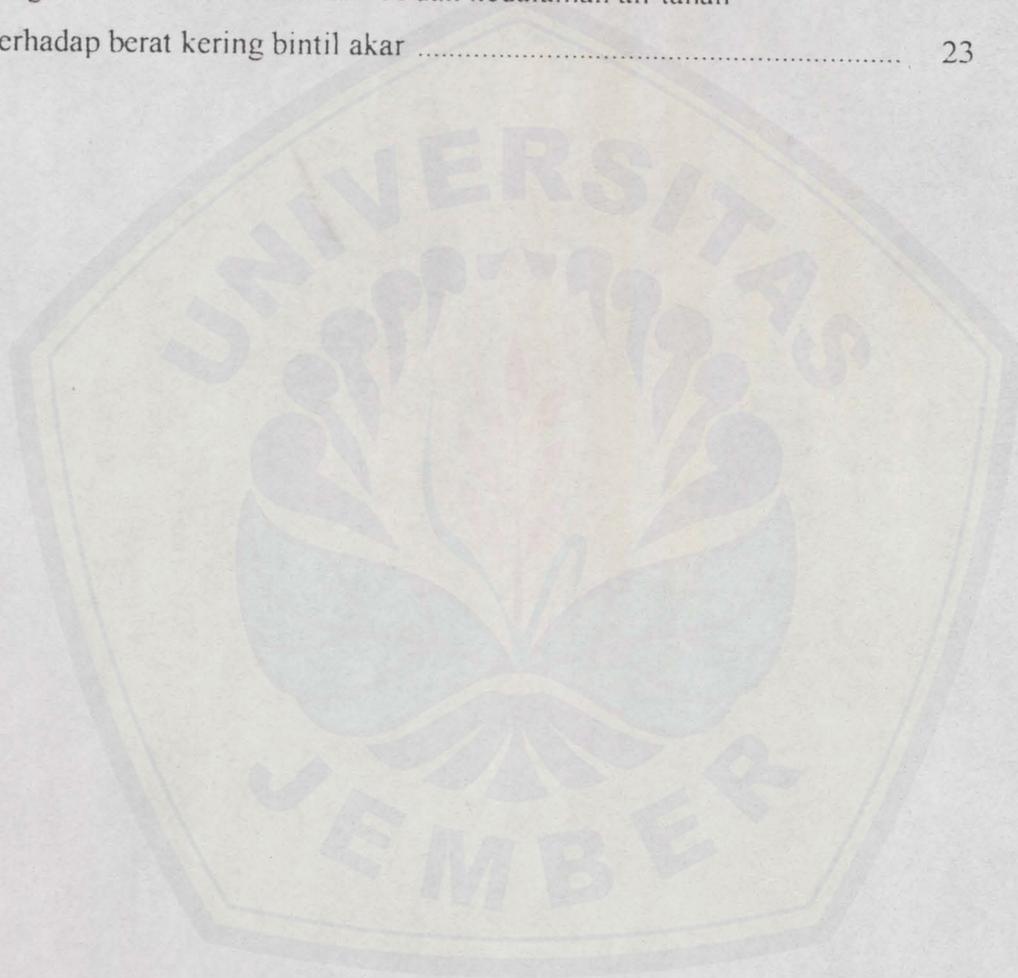
3.4.5 Pemanenan	17
3.5 Pengamatan Penelitian	17
3.6 Analisa Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Inokulasi mikoriza VA dan Kedalaman Air Tanah terhadap Pembentukan Bintil Akar	19
4.1.1 Jumlah Bintil Akar	19
4.1.2 Berat Basah Bintil Akar.....	21
4.1.3 Berat Kering Bintil Akar	22
4.2 Pengaruh Inokulasi mikoriza VA dan Kedalaman Air Tanah terhadap kandungan N tanaman	25
4.3 Pengaruh Inokulasi mikoriza VA dan Kedalaman Air Tanah terhadap tingkat evapotranspirasi	27
4.4 Pengaruh Inokulasi mikoriza VA dan Kedalaman Air Tanah terhadap Komponen Pertumbuhan Tanaman	28
4.4.1 Berat Jaringan Tanaman	29
4.4.2 Berat Akar tanaman	30
4.4.3 Infeksi Mikoriza	32
4.5 Pembahasan	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kebutuhan tanah tiap pot	16
Tabel 2. Dosis pemupukan tiap pot	17
Tabel 3. Rangkuman hasil sidik ragam bintil akar, kandungan N tanaman dan evapotranspirasi.....	19
Tabel 4. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap jumlah bintil akar	20
Tabel 5. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat basah bintil akar	21
Tabel 6. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat kering bintil akar	24
Tabel 7. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap kandungan N tanaman	25
Tabel 8. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap tingkat evapotranspirasi	27
Tabel 9. Rangkuman hasil sidik ragam parameter agronomis dan infeksi mikoriza	29
Tabel 10. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat jaringan.....	30
Tabel 11. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat akar tanaman	31
Tabel 12. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah Terhadap infeksi mikoriza	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Model pot (lysimeter) dalam percobaan	15
Gambar 2. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah Terhadap berat basah bintil akar	23
Gambar 3. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah Terhadap berat kering bintil akar	23



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Karakteristik Tanah Latosol Desa Bintoro Kecamatan Patrang Kabupaten Jember	40
Lampiran 2a. Jumlah Bintil Akar	41
Lampiran 2b. Berat Basah Bintil	41
Lampiran 2c. Berat Kering Bintil	41
Lampiran 3a. Kandungan Nitrogen Tanaman	42
Lampiran 3b. Tingkat Evapotranspirasi	42
Lampiran 4a. Berat Basah Jaringan	43
Lampiran 4b. Berat Kering Jaringan	43
Lampiran 5a. Berat Basah Akar	44
Lampiran 5b. Berat Kering Akar	44
Lampiran 6a. Persen Infeksi Mikoriza	45
Lampiran 6b. Jumlah Spora Mikoriza	45
Lampiran 7a. Tinggi Tanaman	46
Lampiran 7b. Jumlah Daun	46
Lampiran 7c. Lebar Daun	46
Lampiran 8. Jumlah penyiraman air selama percobaan	47

RINGKASAN

PENGARUH INOKULASI MIKORIZA VA DAN KEDALAMAN AIR TANAH TERHADAP PEMBENTUKAN BINTIL AKAR DAN KANDUNGAN N TANAMAN KEDELAI (*Glycine max*) OLEH : YUDI BELIYANTO (F1C1 95150) DI BAWAH BIMBINGAN Ir. SUYONO, MS. (DPU) DAN Ir. TRI CANDRA S., MSi. (DPA)

Penelitian mengenai pengaruh inokulasi Mikoriza Vesikular-Arbuskular (MVA) terhadap pembentukan bintil akar dan kandungan nitrogen tanaman kedelai pada berbagai kedalaman air tanah ini dilaksanakan di rumah kaca Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni sampai bulan Desember 1999.

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh inokulasi Mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap pembentukan bintil akar dan kandungan nitrogen tanaman kedelai. Manfaat penelitian ini antara lain dapat mengetahui kedalaman air tanah yang masih efektif bagi mikoriza dalam membantu penyerapan air dan hara oleh tanaman. Penelitian dapat menjadi dasar untuk menentukan tipe lahan kering berdasarkan kedalaman air tanah yang masih dapat dimanfaatkan tanaman kedelai dengan bantuan inokulasi jamur mikoriza.

Percobaan dilaksanakan secara faktorial 2×3 menggunakan pola dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Perlakuan percobaan meliputi dua faktor yakni faktor inokulasi jamur MVA dan faktor kedalaman air tanah. Faktor pertama terdiri dari dua taraf yaitu inokulasi dan non inokulasi. Faktor kedua terdiri dari tiga taraf yaitu kedalaman air tanah 50 cm, 100 cm, dan 150 cm.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa :

1. Perlakuan kombinasi inokulasi jamur MVA dan kedalaman air tanah dapat meningkatkan berat bintil akar. Berat bintil akar tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi inokulasi jamur MVA pada kedalaman air tanah 50 cm.
2. Inokulasi jamur MVA dapat meningkatkan jumlah bintil akar, memperbesar evapotranspirasi, menambah berat jaringan dan berat akar dan meningkatkan persen infeksi mikoriza.

Digital Repository Universitas Jember

3. Inokulasi jamur MVA tidak mempengaruhi aras kandungan N tanaman.
4. Perlakuan kedalaman air tanah 50 cm menghasilkan jumlah bintil yang lebih banyak, kandungan nitrogen tanaman, persen infeksi mikoriza, berat jaringan dan berat akar yang lebih tinggi serta evapotranspirasi yang lebih besar.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai merupakan salah satu tanaman penting yang selalu dibutuhkan masyarakat di Indonesia. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan pengembangan pemanfaatan kedelai untuk berbagai keperluan selain untuk konsumsi pangan. Kebutuhan kedelai juga meningkat sesuai perkembangan penduduk, ilmu pengetahuan dan teknologi serta industri. Komoditi kedelai menjadi makin penting dalam pemenuhan kecukupan gizi dan pangan, yang terlihat dari jumlah impor yang meningkat. Untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan kedelai diperlukan usaha perluasan lahan pertanian dan peningkatan produktivitas per satuan luas.

Luas lahan kering di Indonesia sekitar 123 juta Ha dan lahan basah sekitar 38 juta Ha. Dari 123 juta Ha, 25 juta lahan kering merupakan wilayah datar sampai bergelombang. Dari wilayah datar sebanyak 25 juta Ha tersebut, baru sebagian saja yang dimanfaatkan sebagai pertanian rakyat permanen. Secara potensial masih tersedia lahan kering yang dapat dimanfaatkan untuk budidaya pertanian misalnya tanaman pangan dan palawija (Satari, 1981).

Dalam sistem pertanian lahan kering, lengas tanah merupakan faktor pembatas utama. Kedalaman dan distribusi curah hujan, terutama pada musim kemarau, keduanya merupakan faktor iklim terpenting yang menentukan ketersediaan lengas tanah dalam sistem pengelolaan lahan kering.

Salah satu permasalahan pokok lahan kering adalah ketersediaan air yang terbatas. Satu-satunya sumber terbesar adalah air hujan. Meskipun demikian sumbangan air tanah melalui bentuk air kapiler yang mengalir karena beda potensial tampaknya tidak dapat diabaikan. Hal ini terlihat jelas di lapangan dengan banyaknya tanaman yang masih mampu hidup dan bahkan berbuah (berproduksi) di lahan-lahan kering yang mempunyai air tanah yang dalam, dengan bulan kering ($<60 \text{ mm/bln}$) > 6 bulan. Potensi air kapiler bagi tanaman sampai saat ini masih belum banyak dikaji (Hermiyanto, 1999).

Penelitian tentang akar umumnya dilaksanakan di rumah kaca atau lingkungan artifisial lainnya, sangat jarang yang dilaksanakan langsung di lapang. Saat sekarang telah diketahui bahwa kondisi perakaran tanaman berbeda antara di rumah kaca dengan lapangan. Mungkin lebih dari 90% spesies tanaman menunjukkan bahwa sistem perakarannya terinfeksi oleh jamur dan membentuk mikoriza (Lakitan, 1995).

Banyak tumbuhan di gurun dan di daerah semi arid umumnya bermikoriza, fenomena ini menunjukkan bahwa infeksi mikoriza dapat terjadi di bawah kondisi kekurangan air. Di wilayah beriklim kering tanaman sering mengalami kekurangan air relatif dalam waktu lama dan pertanyaan menarik yaitu apakah penyerapan air tanah oleh tanaman dapat dibantu dengan Mikoriza Vasikular-Arbuskular (MVA) (Dommergues dan Diem, 1982).

Peningkatan serapan air dan hara banyak dibuktikan oleh penelitian di daerah tropik kering yaitu tanaman yang terinfeksi mikoriza dapat lebih bertahan hidup atau berproduksi lebih baik dibanding tanaman tak bermikoriza. Cendawan menerima hara organik dari tumbuhan, tapi ia memperbaiki kemampuan akar dalam menyerap air dan mineral (Salisbury dan Ross, 1995). Penelitian Arifandi, dkk (1994) menyebutkan bahwa pengaruh tunggal pemberian inokulum fungi mikoriza adalah nyata, yakni baik meningkatkan baik terhadap serapan P-total jaringan tanaman, serapan N-total jaringan tanaman, tinggi tanaman dan infeksi fungi pada akar tanaman kedelai.

Asosiasi tripartite antara tanaman, rhizobium dan VA fungi mulai banyak diperhatikan. Penyediaan P tidak hanya untuk pertumbuhan tanaman tapi juga untuk kebutuhan nodulasi dan fiksasi N_2 . Interaksi antara MVA dan bakteri penambat N_2 simbiotik telah banyak dipelajari pada legum di daerah tropik (Dommergues dan Diem, 1982). Tanaman menyediakan fotosintat sebagai makanan bagi jamur MVA dan Rhizobium. Rhizobium menyumbang nitrogen bagi tanaman melalui fungsi bintil akar. Jamur MVA meningkatkan serapan hara P dan air oleh tanaman.

Rhizobium dan mikoriza VA sering berinteraksi secara sinergistik menghasilkan bintil akar, pengambilan unsur hara tanaman, dan hasil panen yang lebih baik. Pada tanah-tanah yang memiliki kandungan P rendah, interaksi ini sangat jelas. Manfaat

praktis dari pengaruh ganda ini masih tetap perlu diselidiki meskipun ada keterbatasan yang menjadi sifat dari jamur MVA yang merupakan simbion obligat dan tidak dapat dihasilkan secara besar-besaran dalam kultur murni dengan metode apapun yang sudah diketahui (Rao, 1994).

Bintil akar merupakan asosiasi akar dengan bakteri penambat nitrogen udara (Rhizobium) yang berguna bagi tumbuhan (Hidayat, 1995). Bakteroid dalam bintil akar berperan menambat N_2 udara dan mengubahnya menjadi bentuk tersedia bagi tanaman. Pada tanaman leguminose yang berbintil akar efektif, umumnya dapat memenuhi kurang lebih dua pertiga kebutuhan nitrogen tanaman. Pada kedelai dapat memenuhi 74% kebutuhan nitrogen tanaman (Jutono, 1995). Berbagai penelitian menyebutkan bahwa pembentukan bintil akar berhubungan dengan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

Nitrogen dalam tanaman merupakan salah satu unsur esensial yang juga berpengaruh besar terhadap pertumbuhan tanaman. Nitrogen hadir sebagai satuan fundamental dalam protein asam nukleik, klorofil dan senyawa organik lainnya. Protein merupakan penyusun utama protoplasma. Fungsi protein sebagai bahan vital berbagai enzim yang merupakan petunjuk kepentingan sentralnya dalam seluruh proses metabolisme tanaman (Poerwowidodo, 1993). Berdasarkan pemikiran tersebut, bintil akar dan kandungan nitrogen tanaman menjadi parameter utama dalam penelitian.

Penelitian ini penting untuk membuktikan teori-teori yang telah ada ataupun hasil berbagai penelitian yang menyatakan bahwa mikoriza dapat membantu pertumbuhan tanaman di lahan kering. Peran mikoriza yang telah banyak dibicarakan adalah dalam peningkatan serapan posphor dan serapan air bagi tanaman. Hubungannya dengan kedua peran tersebut, perlu diteliti apakah mikoriza juga berperan dalam pembentukan bintil akar dan peningkatan kandungan nitrogen tanaman kedelai pada berbagai kondisi kedalaman air tanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap pembentukan bintil akar dan kandungan nitrogen tanaman kedelai.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain dapat mengetahui kedalaman air tanah yang masih efektif bagi mikoriza dalam membantu penyerapan air dan hara oleh tanaman dan pengaruhnya terhadap pembintilan akar dan kandungan nitrogen tanaman. Manfaat lain penelitian adalah sebagai dasar untuk menentukan tipe lahan kering menurut kedalaman air tanah yang masih layak untuk dimanfaatkan tanaman kedelai dengan menggunakan pupuk hayati mikoriza.

1.4 Hipotesis

Inokulasi jamur mikoriza VA pada tanaman kedelai dapat membantu penyerapan air oleh tanaman, meningkatkan pembentukan bintil akar dan penyerapan nitrogen oleh tanaman pada berbagai kedalaman air tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikoriza pada Tanaman

Pada beberapa tanaman terdapat jamur yang hidupnya sangat erat hubungannya dengan pertumbuhan akar tanaman. Jamur tersebut menempati akar dan hidup di dalam atau di luar akar, mengambil makanan dalam bentuk fotosintat dari tanaman yang ditempatinya dan juga memperoleh hara mineral dari dalam tanah. Sebagian hara mineral ini dapat disediakan untuk tanaman inangnya. Asosiasi jamur dengan akar tanaman ini disebut mikoriza (Islami dan Utomo, 1995).

Penelitian tentang akar umumnya dilaksanakan di rumah kaca atau lingkungan artifisial lainnya, sangat jarang yang dilaksanakan langsung di lapang. Saat sekarang telah diketahui bahwa kondisi perakaran tanaman berbeda antara di rumah kaca dengan di lapangan. Mungkin lebih dari 90% spesies tanaman menunjukkan bahwa sistem perakarannya terinfeksi oleh jamur dan membentuk mikoriza (Lakitan, 1995).

Endomikoriza terdiri dari 3 anak kelompok, namun sejauh ini yang paling lazim adalah Mikoriza Vesikular- Arbuskular (MVA). Cendawan yang menyusun MVA adalah anggota Endogoneaceae, dan cendawan ini membuat jala-jala hifa dalam di antara sel korteks yang kemudian meruak keluar menuju ke tanah untuk menyerap air dan garam mineral. Meskipun cendawan MVA tampaknya langsung menerobos ke sitosol sel korteks (dalam sitosol itu mereka membentuk struktur yang disebut vesikel-kantung; dan arbuskul-bercabang-cabang, sesuai dengan namanya), hifa itu dikelilingi membran plasma sel korteks yang membentuk kantung ke arah dalam (Salisbury dan Ross, 1995).

Kelompok Mikoriza Vesicular-Arbuskular (MVA) dikenalkan oleh Barbara Mosse (1973), salah satu pemula dalam percobaan lapang. Infeksi mikoriza oleh jamur VA ini meluas pada hampir sebagian besar tanaman berbunga. Pada sel inang mereka membentuk vesikel, yang mengembung, sel berisi minyak yang berakhir dengan hifa dan berfungsi menyimpan nutrisi energi. Vesikel terbentuk sebelum arbuskul, yang terbentuk setelah invasi pertama pada sel inang. Arbuskul ini merupakan hifa khusus pengirim ke sel inang dari hifa intersel (Garret, 1981).

Banyak tumbuhan di gurun dan daerah semi arid umumnya bermikoriza, menunjukkan bahwa infeksi mikoriza dapat terjadi di bawah kondisi kekurangan air. Pertumbuhan spora lebih baik pada tanah dengan kandungan lengas sama dengan atau di atas kapasitas lapang. Pada iklim kering tanaman sering mengalami kekurangan air relatif dalam waktu lama dan pertanyaan menarik yaitu apakah persediaan air tanah terhadap tanaman dapat dibantu oleh mikoriza VA. Tanaman bermikoriza tidak hanya tahan kekeringan, tapi juga tumbuh lebih cepat di banding tanaman tak bermikoriza. Hal ini diperkirakan karena penurunan ketahanan akar terhadap aliran air dan oleh karena itu terjadi peningkatan aliran air ke akar. Mekanisme lain yang mungkin yaitu absorpsi air oleh hifa eksternal akar bermikoriza (Dommergues dan Diem, 1982).

Tumbuhan yang hidup di tanah yang subur seringkali mempunyai mikoriza yang kurang berkembang dibandingkan tumbuhan yang hidup di tanah yang tandus. Keuntungan mikoriza pada tumbuhan yang dikenal baik adalah meningkatkan penyerapan fosfat, meskipun penyerapan hara lainnya dan air sering meningkat pula. Manfaat mikoriza yang paling besar barangkali dalam meningkatkan penyerapan ion yang biasanya berdifusi secara lambat menuju akar atau yang dibutuhkan dalam jumlah banyak terutama fosfat, NH_4^+ , K^+ dan NO_3^- (Salisbury dan Ross, 1995).

Sifat khusus dari inang menentukan jenis mikoriza yang akan dibentuk dan penting sekali untuk memperoleh pertumbuhan inang yang baik. Peran terpenting jamur kelihatannya adalah menyerap zat hara dari tanah, mengkonversi garam mineral dari bahan organik yang membusuk menjadi bentuk yang dapat diterima oleh inang. Sebaliknya, inang yang berklorofil memasok jamur dengan karbohidrat, asam amino, vitamin dan senyawa organik lainnya (Hidayat, 1995).

2.2 Air Tanah

Air merupakan bagian terbesar dari jaringan tumbuh-tumbuhan. Semua proses tumbuh dan perkembangan tanaman yang penting terjadi dalam air. Unsur-unsur hara dari tanah yang diperlukan tanaman harus larut atau dilarutkan dalam air sebelum dapat diserap oleh akar yang seterusnya diangkut ke semua bagian tanaman oleh air. Air

diperlukan dalam proses asimilasi (Heddy, 1987).

Air yang menggenang di atas lapisan batu-yang-tak-tembus air kita sebut air tanah dan air ini merupakan suatu persediaan untuk tumbuhan mendapatkan air yang dibutuhkannya. Air yang tertahan oleh misel-misel tanah dapat dibagi atas beberapa golongan yaitu air kimia, air higroskopik, air gravitasi dan air kapiler. Air kimia merupakan suatu persenyawaan dengan misel-misel dan oleh karena itu air ini tidak dapat dipergunakan oleh tanaman. Air higroskopik merupakan suatu selaput yang terikat oleh misel-misel yang hidrofil. Air gravitasi itu air yang terus menghilang dari lapisan tanah yang sudah mencapai maksimum kemampuan menahan air. Air kapiler ialah air yang mengisi rongga-rongga antar misel, dan air ini mudah diserap oleh akar tanaman. Air kapiler terutama berasal dari air yang menggenang di atas lapisan batu tak tembus air, jadi singkatnya dari air tanah. Di atas permukaan air tanah ini, kita dapati selapis tanah yang selalu basah disebabkan oleh molekul-molekul air yang naik melalui rongga-rongga kapiler yang terdapat di sela-sela misel tanah. Sampai berapa meter tingginya kenaikan air kapiler itu tergantung jenis tanah. Dalam tanah liat air kapiler dapat naik sampai hampir 3 m di atas permukaan air tanah (Dwijoseputro, 1992).

Hubungan antara atmosfer, tanaman dan tanah menentukan penggunaan air oleh tanaman. Hilangnya air oleh transpirasi menciptakan gaya utama yang mengendalikan pengambilan air ke atas oleh tanaman. Potensi air yang rendah ditimbulkan dalam daun-daun oleh karena hilangnya air oleh transpirasi yang dipindahkan ke xylem (pembuluh-pembuluh konduksi air) pada batang dan seterusnya ke akar-akar. Potensi air kurang dari -4 atau -5 bar biasa di dalam xylem pohon dan mereka cukup untuk menggerakkan air ke bagian teratas (Foth, 1998).

Aliran air ke atas dapat terjadi di dalam suatu profil tanah oleh sebab transpirasi tanaman dan atau penguapan dari permukaan tanah. Apabila air dipasok oleh air bumi (ground water), aliran air keatas ini akan menurunkan permukaan air bumi, kecuali jika bumi diisi kembali oleh air dari tempat lain. Sebagai contoh, pengisian kembali ini dapat terjadi oleh aliran air ke samping (perembesan) dari sekeliling yang lebih tinggi letaknya. Jika perembesan ini dapat mengimbangi evapotranspirasi, permukaan air bumi

akan tetap tingginya. Dalam laboratorium keadaan seperti ini dapat dipelajari (simulated) dengan suatu sistem tertentu (Kertonegoro dan Soekodarmodjo, 1987).

Air di dalam tanaman berada dalam suatu keadaan aliran yang berkesinambungan. Apabila kebutuhan evapotranspirasi (evaporasi tanah dan transpirasi tanaman) melebihi kapasitas air tanah yang dapat disediakan dan diserap oleh tanaman, defisiensi air akan terjadi. Hingga batas tertentu tanaman masih mampu memekanismekan organnya untuk menyesuaikan diri terhadap kebutuhan evaporatif dari udara atau atmosfer tersebut. Tapi apabila semua keadaan itu berkepanjangan "benang" air tersebut akan putus dan berakibat fatal. Tanaman akan layu selama-lamanya (Indranada, 1994).

Selisih antara kandungan air pada kapasitas lapang dan titik layu tetap dinamakan air tanah tersedianya bagi tanaman. Tetapi kita harus berhati-hati dalam menggunakan konsep ini. Di satu pihak, jumlah ini sering dikaitkan dengan air yang dipasok lewat kenaikan kapiler dari permukaan air bumi (ground water) dan juga oleh air dari langit atau air pengairan selama masa pertumbuhan tanaman. Di pihak lain penurunan hasil panen sering kali di dapat sebelum tanah mencapai pF 4,2, sementara itu tanaman jarang sekali dapat menyedot air secara seragam di seluruh mintakat perakaran (Kertonegoro dan Soekodarmodjo, 1987).

Faktor pembatas yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman adalah tersedianya air. Tanaman yang efisien dalam menggunakan air dapat diharapkan untuk ditanam pada periode yang kurang uap daripada tanaman tersebut tidak efisien terhadap penggunaan air (Heddy, 1987).

Gardner, dkk (1991) menyatakan bahwa potensial air tumbuhan dan tanah merupakan penjumlahan komponen potensial yaitu $\psi_w = \psi_m + \psi_s + \psi_p + \psi_z$, keterangannya adalah sebagai berikut :

ψ_m = potensial matriks, gaya yang menahan air dalam tumbuhan dan tanah karena gaya adsorpsi dan kapilaritas.

ψ_s = potensial zat terlarut (osmosis), energi dipengaruhi konsentrasi bahan terlarut yang

dapat mengurangi energi potensi air.

ψ_p = potensial tekanan (turgor) , disebabkan tekanan hidrostatik.

ψ_z = potensial gravitasi.

Tanaman yang menderita cekaman air secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal. Cekaman air mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman. Dalam hal ini cekaman air mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tanaman (Islami dan Utomo, 1995).

2.3 Lahan Kering

Perbedaan pokok antara pertanian lahan basah dan lahan kering adalah pada cara penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Pada pertanian lahan basah, kebutuhan air tanaman tersediakan secara alamiah berupa air muka darat maupun melalui pengairan. Sedang pertanian lahan kering memperoleh air yang dibutuhkan tanaman dari air hujan melalui pengalihan ke bentuk lengas tanah. Dalam pengertian ini mencakup air hujan yang ditampung dalam bak penampungan hujan di lapangan. Pada umumnya pertanian lahan kering sebagian besar terdiri dari tegalan yakni lahan yang ditanami tanaman semusim, lahan kritis (rusak), lahan bekas tegalan, padang alang-alang, lahan pekarangan dan kebun campuran (Poerwowidodo, 1982).

2.4 Interaksi Mikoriza VA dan Legum

Tanamana legum dapat berbintil dan bermikoriza. Hal ini jelas sangat menguntungkan bagi tanaman legum. Penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang bermikorhiza mengandung fosfat 3,3 kali lebih besar daripada yang tidak diinokulasi. Mungkin hal itu dapat diterangkan sebagai berikut : Mikoriza menguras karbon tanamannya, namun hal ini masih perlu diteliti lebih lanjut tentang arti dan maknanya dan jumlah yang terkuras. Juga ditemukan bahwa infeksi oleh mikorhiza meningkatkan

kadar air tanaman inang, meningkatkan luas daun dan asimilasi karbon. Jadi dengan demikian dapat mengurangi pengaruh pengurusan karbon hasil fotosintesis oleh mikorhiza terhadap tanaman inang (Joetono, 1995).

Rhizobia dan mikorhiza VA sering berinteraksi secara sinergistik menghasilkan bintil akar, pengambilan nutrien, dan hasil panen yang lebih baik. Pada tanah-tanah yang memiliki kandungan P yang rendah, interaksi ini sangat jelas, terutama dengan tambahan fosfat. Interaksi yang menguntungkan ini telah diketahui pada legum-legum berikut: *Stylosanthes guyanensis*, *Centrosema pubescens*, *Medicago sativa*, *Phaseolus sp.*, *Glycine max*, *Arachis hypogea*, *Vigna unguiculata*, *Pueraria sp.*, *Trifolium repens* dan *Trifolium subterraneum*. Manfaat praktis dari pengaruh ganda ini masih tetap perlu diselidiki meskipun ada keterbatasan yang menjadi sifat dari jamur VAM yang merupakan simbiosis obligat dan tidak dapat dihasilkan secara besar-besaran dalam kultur murni dengan metode apapun yang sudah diketahui (Rao, 1994).

Mulai banyak diperhatikan tentang asosiasi tripartite antara tanaman, rhizobium dan VA fungi. Penyediaan P tidak hanya untuk pertumbuhan tanaman tapi juga untuk kebutuhan nodulasi dan fiksasi N_2 , VA mikoriza meningkatkan pengambilan P oleh tanaman, merupakan faktor penting dalam asosiasi tripartite. Interaksi antara VAM dan bakteri penambat N_2 simbiotik telah banyak dipelajari pada legum di daerah tropik. VAM berpengaruh dalam peningkatan pembentukan nodul dan fiksasi N_2 pada legum. Pengaruh ini ditunjukkan dalam penelitian yang dilakukan pada tanah yang kekurangan P. Pengamatan nodulasi dan pertumbuhan dibedakan pada tanaman yang menggunakan tanah steril dan non steril (Dommergues dan Diem, 1982).

Menurut Rao (1977) dalam Arifandi, dkk (1994) menyatakan bahwa pengaruh menguntungkan fungi mikoriza V-A ternyata dapat juga dimanfaatkan oleh tanaman leguminose dan jika diinokulasi dilakukan bersama bakteri rhizobium akan diperoleh simbiosis ganda yang menguntungkan. Adanya infeksi oleh fungi mikoriza VA pada akar tanaman legum berpengaruh positif pada pembentukan bintil akar, meningkatkan aktivitas penambatan nitrogen, meningkatkan serapan fosfor, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Penelitian Arifandi, dkk (1994) menyebutkan bahwa pengaruh tunggal pemberian inokulum fungi mikoriza adalah nyata, yakni meningkatkan baik terhadap serapan P-total jaringan tanaman, serapan N-total jaringan tanaman, tinggi tanaman umur 48 hari setelah tanam dan infeksi fungi pada akar tanaman kedelai.

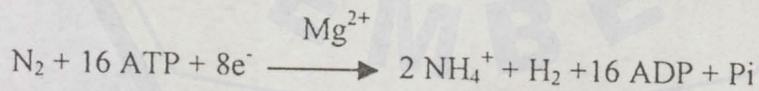
Hasil penelitian Singh dan Varma (1994) menyebutkan bahwa kandungan leghemoglobin bintil akar yang diperoleh dari tanaman terinokulasi *Rhizobium* dan mikoriza lebih tinggi daripada inokulasi *Rhizobium* saja. Adenosine triphosphate (ATP) pada bintil yang terpengaruh infeksi rhizobium sangat kecil. ATP level ternyata sangat tinggi pada nodul yang diberi dua jenis inokulasi (VAM dan *Rhizobium*) daripada *Rhizobium* saja.

Telah ditunjukkan bahwa asosiasi mikroorganisme akar tergantung tipe tanah, nutrisi tanaman, kelembapan tanah, bahan organik tanah, suhu dan persediaan cahaya terhadap tanaman. Mikroorganisme daerah perakaran lebih tergantung pada faktor dalam daerah perakaran seperti infeksi akar oleh patogen, mikoriza dan *Rhizobium*, juga spesies tanaman dan kultivar (Jensen, 1986).

2.5 Bintil Akar

Suatu bakteri yang menggantungkan nutrisinya pada legum (kacang-kacangan) dapat mengubah unsur N_2 menjadi tersedia bagi tanaman induknya. Di sini terjadi suatu hubungan yang saling menguntungkan (simbiotik). Contoh fiksasi nitrogen simbiotik dapat dilihat pada kedelai dan rhizobium (Indranada, 1994).

Reaksi penambatan N_2 udara dalam bintil akar adalah sebagai berikut :



Penambatan nitrogen di bintil akar terjadi secara langsung di dalam bakteroid. Tumbuhan inang menyediakan karbohidrat bagi bakteroid, yang akan dioksidasi sehingga diperoleh energi. Karbohidrat ini pertama kali dibentuk di daun selama fotosintesis, kemudian diangkut lewat floem ke bintil akar. Sukrosa adalah bentuk

karbohidrat yang umum dan banyak diangkut pada tumbuhan kacang. Elektron dan ATP hasil oksidasi digunakan untuk mereduksi N_2 (Salisbury dan Ross, 1995).

Bintil akar merupakan asosiasi akar dengan bakteri penambat nitrogen udara (*Rhizobium*) yang berguna bagi tumbuhan. Bintil akar yang diakibatkannya merupakan ciri khas bagi *Fabaceae*. Bakteri memasuki akar terutama melalui rambut akar, dan dengan memperbanyak diri, membentuk benang infeksi. Caranya adalah dengan menyelubungi seludang yang terdiri dari bahan seperti gum. Benang ini amat dalam menembus akar dan menembus proliferasi sel (pembelahan sel secara cepat dan banyak menghasilkan sel) pada lapisan korteks sebelah dalam. Hasil proliferasi ini, yang menyerupai bakal akar cabang, akan menjadi bintil (Hidayat, 1995).

Bagian tengah bintil membentuk daerah bakteroid yang dikelilingi oleh beberapa lapis sel kortek. Volume relatif jaringan bakteroid (16 sampai 50% berat kering bintil) jauh lebih besar pada bintil yang efektif dibanding pada bintil yang tidak efektif. Volume jaringan bakteroid dalam bintil yang efektif memiliki hubungan langsung yang positif dengan jumlah nitrogen yang difiksasi. Bintil yang tidak efektif yang dihasilkan oleh galur yang tidak efektif umumnya kecil dan mengandung jaringan bakteroid yang tidak berkembang baik berhubungan langsung dengan keabnormalan strukturnya. Bintil yang efektif umumnya besar dan berwarna merah muda (karena leghemoglobin) dengan jaringan bakteroid yang berkembang dan terorganisasi dengan baik (Rao, 1994).

Menurut Islami dan Utomo (1995), bintil akar yang ukurannya lebih kecil dari normal umumnya diakibatkan karena bintil akar tersebut terinfeksi oleh bakteri *Rhizobium* yang tidak efektif. Bintil akar yang tidak efektif dapat dilihat dari bentuknya, juga dari warnanya yang lebih muda. Hal ini disebabkan karena kurangnya kandungan leghemoglobin (leguminose ghemoglobin).

Hasil berbagai percobaan membuktikan bahwa ukuran dan jumlah bintil yang terbentuk pada akar terutama ditentukan oleh perimbangan karbohidrat – nitrogen pada tumbuhan itu (Loveless, 1991).

Bentuk nitrogen dalam NH_3 (mungkin sebagai NH_4^+) diangkut keluar dari bakteroid sebelum dapat dimetabolisme lebih lanjut dan digunakan oleh tumbuhan

inang. Sel sitosol yang mengandung bakteroid, NH_4^+ diubah menjadi glutamin, asam glutamat, asparagin dan pada berbagai spesies menjadi bahan kaya nitrogen yang disebut ureida. Senyawa ini merupakan bentuk utama nitrogen yang diangkut dari bintil ke bagian tumbuhan lainnya (Salisbury dan Ross, 1995).

Pada tanaman yang tidak diinokulasi memperlihatkan pencapaian nitrogen hanya sekitar 0,6 mg dan tidak adanya nodula yang terbentuk, sedang tanaman yang diinokulasi memperlihatkan pencapaian sekitar 34.1 dan 40.6 mg nitrogen dan melimpahnya nodula. Hasil ini dikonfirmasi sejumlah peneliti (Sutedjo, dkk, 1991).

2.6 Nitrogen

Udara kita mengandung lebih kurang 80 % N, namun persediaan sebanyak ini tidak dapat digunakan secara langsung oleh tanaman tingkat tinggi. Nitrogen masuk ke dalam tubuh tanaman dalam bentuk persenyawaan N yang terdapat di dalam tanah terutama dalam bentuk nitrat. Ada dua jalan terjadinya persenyawaan N; yang pertama ialah secara fisika dan yang kedua secara biologis (Dwijoseputro, 1992).

Proses reduksi N_2 menjadi NH_4^+ dinamakan penambatan nitrogen yang hanya dilakukan oleh mikroorganisme prokariot. Penambat N_2 yang penting mencakup bakteri tanah yang hidup bebas dan bakteri atau mikroba lainnya yang berasosiasi secara simbiotik dengan akar, khususnya tumbuhan kacang (Salisbury dan Ross, 1995).

Nitrogen merupakan bagian pokok tanaman hidup. Nitrogen hadir sebagai satuan fundamental dalam protein asam nukleik, klorofil dan senyawa organik lainnya. Protein merupakan penyusun utama protoplasma. Fungsi protein sebagai bahan vital berbagai enzim yang merupakan petunjuk kepentingan sentralnya dalam seluruh proses metabolisme dalam tanaman (Poerwowidodo, 1993).

Nitrogen pada umumnya merupakan faktor pembatas utama dalam produksi tanaman budidaya. Biomassa tanaman rata-rata mengandung Nitrogen sebesar 1 sampai 2 % dan mungkin sebesar 4 sampai 6 %. Dalam hal kuantitas total yang dibutuhkan untuk produksi tanaman budidaya, nitrogen termasuk peringkat keempat diantara 16 unsur esensial (Gardner, dkk, 1991).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni sampai bulan Desember 1999 di rumah kaca Fakultas pertanian Universitas Jember, Laboratorium Biologi Tanah, laboratorium Fisika Tanah dan Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tanah Latosol (Desa Bintoro-Jember), inokulum (propagul) jamur mikoriza *Gigaspora sp.*, legin *Rhizobium japonicum*, benih kedelai varietas Willis, pupuk urea (N), rock phosphate (P), KCl (K), pestisida dan reagensia yang digunakan dalam analisis laboratorium.

Alat yang digunakan meliputi pipa pralon, bak plastik, hand sprayer, meteran, Ks-meter, piknometer, ayakan basah, kjeldahl aparattus, mikroskop, pH-meter, spektrofotometer, gelas ukur dan alat-alat untuk analisis di laboratorium.

3.3 Rancangan Percobaan

Percobaan di rumah kaca secara faktorial dengan dua faktor menggunakan pola dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor pertama adalah inokulasi mikoriza (M) dengan dua taraf. Taraf pertama adalah tanpa inokulasi mikoriza (M0), dan taraf kedua dengan inokulasi mikoriza (M1) sebanyak 25 spora (10 gr propagul) per lisymeter . Faktor kedua adalah kedalaman air tanah (ground water) yang terdiri atas tiga taraf yaitu kedalaman 50 cm (A1), 100 cm (A2), 150 cm (A3). Jadi dalam percobaan ini terdapat 6 kombinasi perlakuan dengan masing-masing tiga ulangan. Kombinasi perlakuan yang ada yaitu :

M0A1	M0A2	M0A3
M1A1	M1A2	M1A3

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Pengambilan Tanah

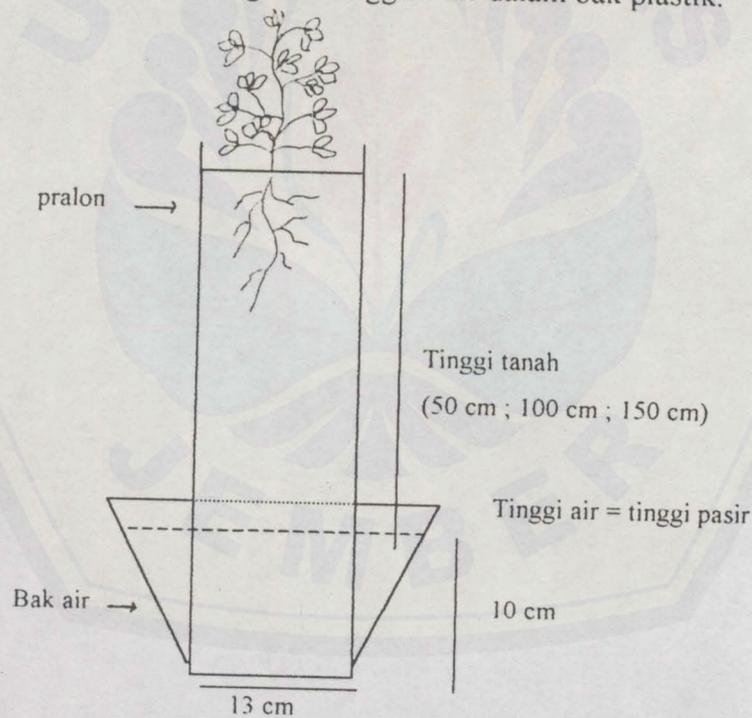
Pengambilan contoh tanah Latosol di Kecamatan Bintoro, Jember sampai pada kedalaman 150 cm dan memisahkannya sesuai dengan lapisan yang ada di lapang. Kemudian tanah dikeringanginkan dan ditumbuk hingga diameter butir sekitar 1-2 mm.

3.4.2 Pembuatan Lysimeter

Lysimeter terbuat dari pralon dengan diameter 13 cm dan tinggi sesuai dengan perlakuan kedalaman air tanah yaitu sebagai berikut :

- Kedalaman air tanah 50 cm (A1) = 10 cm (tinggi air) + 50 cm (tinggi tanah)
- Kedalaman air tanah 100 cm (A2) = 10 cm (tinggi air) + 100 cm (tinggi tanah)
- Kedalaman air tanah 150 cm (A3) = 10 cm (tinggi air) + 150 cm (tinggi tanah)

Dasar pralon ditutup kain dan diletakkan dalam bak plastik. Kemudian pralon diisi pasir bersih setinggi 10 cm sesuai dengan ketinggian air dalam bak plastik.



Gambar 1. Model pot (lysimeter) dalam percobaan

Pembuatan lysimeter sesuai tiruan profil tanah di lapang dengan cara memasukkan tanah sesuai lapisan yang ada di lapang ke dalam pipa paralon. Banyaknya tanah yang diperlukan dikonversi sesuai BV dan kadar lengas di lapang. Di bawah masing-masing lysimeter ditempatkan bak air dengan pengontrol volume pengukuran air yang hilang melalui evapotranspirasi.

Tabel 1. Kebutuhan tanah tiap pot (kg)

Lysimeter	Lapisan I (s/d 30 cm)	Lapisan II (s/d 100 cm)	Lapisan III (s/d 150 cm)	Total (kg)
50 cm	4.2	2.8	-	7
100 cm	4.2	9.9	-	14.1
150 cm	4.2	9.9	7.2	21.3

Pemberian simulasi hujan dengan cara penyiraman dari atas paralon untuk memampatkan tanah. Penyiraman dilakukan sampai tanah mendekati kapasitas jenuh air, kemudian diinkubasi selama 1 bulan untuk membentuk pori kapiler yang baik. Pada awal inkubasi dilakukan penyiraman dari atas untuk membentuk agregat yang stabil. Selama inkubasi juga dilakukan penambahan air pada bak di bawah paralon untuk membentuk aliran air kapiler.

3.4.3 Penanaman

Penanaman benih dilakukan segera setelah masa inkubasi berakhir. Kedelai yang dipakai adalah varietas Willis. Sebelum penanaman, biji diinokulasi bakteri *Rhizobium japonicum* dengan cara pencampuran legin pada benih.

Inokulasi jamur mikoriza dilakukan sebelum penanaman biji kedelai dengan cara memasukkan propagul spora mikoriza ke dalam tanah di bawah biji kedelai. Setelah tumbuh disisakan dua tanaman per pot yang tingginya sama. Pemberian pupuk dasar N dengan dosis setara 75 kg/ha, K (K_2O) setara 75 kg/ha dan P (P_2O_5) dengan dosis setara 170 kg/ha.

Tabel 2. Dosis pemupukan tiap pot

Jenis pupuk	Kandungan Unsur	Dosis pemupukan (kg/Ha)	kebutuhan pupuk	
			kg/Ha	gr/pot
Urea	47 % N	75 kg N	159,57	0,21
Rock Phospat	15 % P ₂ O ₅	170 kg P ₂ O ₅	1133,3	1,51
KCl	50 % K ₂ O	75 kg K ₂ O	150	0,20

3.4.4 Pemeliharaan

Selama masa pertumbuhan dilakukan pengendalian gulma, hama dan penyakit dengan cara penyiangan dan memberikan insektisida. Penyiraman juga dilakukan bila tanaman mulai tampak layu. Penyiraman bertujuan untuk menjaga agar tanaman tidak mati. Jumlah penyiraman pada lampiran 8.

3.4.5 Pemanenan

Panen dilakukan pada saat tanaman mulai muncul polong atau awal pengisian polong yaitu pada saat tanaman berumur 64 hari. Pemanenan dilakukan dengan cara pemotongan pangkal batang dekat permukaan tanah untuk analisa jaringan. Pengambilan tanah daerah perakaran untuk analisa tanah. Analisa akar dilakukan setelah dibersihkan dari tanah yang melekat.

3.5 Pengamatan Penelitian

3.5.1 Pengamatan Pendahuluan

Pengamatan pendahuluan sifat fisik tanah :

1. Tekstur (metode pipet)
2. Berat Volume tanah (metode ring sampel)
3. Berat Jenis Partikel tanah (metode piknometer)
4. Kadar lengas tanah segar (metode gravimetri)
5. Kadar lengas tanah kering angin (metode gravimetri)

Tabel 2. Dosis pemupukan tiap pot

Jenis pupuk	Kandungan Unsur	Dosis pemupukan (kg/Ha)	kebutuhan pupuk	
			kg/Ha	gr/pot
Urea	47 % N	75 kg N	159,57	0,21
Rock Phospat	15 % P ₂ O ₅	170 kg P ₂ O ₅	1133,3	1,51
KCl	50 % K ₂ O	75 kg K ₂ O	150	0,20

3.4.4 Pemeliharaan

Selama masa pertumbuhan dilakukan pengendalian gulma, hama dan penyakit dengan cara penyiangan dan memberikan insektisida. Penyiraman juga dilakukan bila tanaman mulai tampak layu. Penyiraman bertujuan untuk menjaga agar tanaman tidak mati. Jumlah penyiraman pada lampiran 8.

3.4.5 Pemanenan

Panen dilakukan pada saat tanaman mulai muncul polong atau awal pengisian polong yaitu pada saat tanaman berumur 64 hari. Pemanenan dilakukan dengan cara pemotongan pangkal batang dekat permukaan tanah untuk analisa jaringan. Pengambilan tanah daerah perakaran untuk analisa tanah. Analisa akar dilakukan setelah dibersihkan dari tanah yang melekat.

3.5 Pengamatan Penelitian

3.5.1 Pengamatan Pendahuluan

Pengamatan pendahuluan sifat fisik tanah :

1. Tekstur (metode pipet)
2. Berat Volume tanah (metode ring sampel)
3. Berat Jenis Partikel tanah (metode piknometer)
4. Kadar lengas tanah segar (metode gravimetri)
5. Kadar lengas tanah kering angin (metode gravimetri)

Pengamatan sifat kimia tanah antara lain :

1. pH H₂O dan pH KCl (pH meter)
2. Kadar N (metode kjeldahl)
3. Kadar P tersedia (metode Bray I)
4. Kadar P total (metode HCl)

Pengamatan biologi tanah :

1. Jumlah spora jamur mikoriza (metode ayakan basah)

3.5.2 Pengamatan Akhir

Pengamatan akhir meliputi :

1. Pengamatan evapotranspirasi yang diketahui dari banyaknya air yang hilang dalam bak plastik.
2. Parameter agronomis meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan lebar daun.
3. Kadar N jaringan (metode Lidner dan Harley)
4. Bintil akar meliputi jumlah bintil, berat basah dan berat kering bintil.
5. Persen infeksi mikoriza (metode philips dan Hayman)
6. Jumlah spora mikoriza (metode ayakan basah)
7. Akar tanaman meliputi berat basah dan berat kering.
8. Jaringan meliputi berat basah dan berat kering.

3.6 Analisa Data

Data dianalisa dengan sidik ragam Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang kemudian diuji dengan uji Duncan pada taraf 5 % untuk mengetahui beda rata-rata antar perlakuan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap pembentukan bintil akar

Hasil pengamatan bintil akar dapat dilihat pada lampiran (2a, 2b dan 2c). Pengaruh perlakuan inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap pembentukan bintil akar dapat dilihat pada tabel 3. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh interaksi adalah sangat nyata terhadap berat basah dan berat kering bintil. Pada jumlah bintil terdapat interaksi yang tidak nyata, tapi pengaruh faktor tunggal sangat nyata terhadap jumlah bintil.

Tabel 3. Rangkuman hasil sidik ragam bintil akar, kandungan N tanaman dan evapotranspirasi

Sumber Keragaman	Jumlah Bintil (T)	Berat Basah Bintil (T)	Berat Kering Bintil (T)	Nitrogen Tanaman	Evapotranspirasi
Perlakuan	13.21 **	40.726 **	48.2 **	2.726 ns	104.035 **
Faktor M	9.56 **	25.632 **	31.0 **	3.051 ns	18.568 **
Faktor A	25.33 **	80.947 **	97.5 **	5.238 *	249.840 **
M X A	2.93 ns	8.053 **	8.0 **	0.054 ns	0.965 ns
kk =	23.6 %	10.57 %	4.6 %	19.26 %	6.97 %

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 ns = tidak berbeda nyata
 (T) = data transformasi

4.1.1 Jumlah bintil akar

Perlakuan inokulasi mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap pembentukan bintil akar. Perlakuan inokulasi mikoriza VA menghasilkan jumlah bintil yang lebih banyak dibanding perlakuan non inokulasi. Peran mikoriza terhadap pembentukan bintil akar dapat melalui pertumbuhan tanaman yang lebih baik, karena mikoriza akan

meningkatkan serapan air dan hara terutama P oleh tanaman. Tanaman yang tumbuh lebih baik akan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak. Fotosintat tersebut merupakan makanan bagi *Rhizobium* yang menginfeksi akar tanaman, sehingga bakteri tumbuh dan berkembang dalam sel akar membentuk bintil akar. Penyediaan P tidak hanya untuk pertumbuhan tanaman tetapi juga untuk kebutuhan nodulasi dan fiksasi N_2 . VA mikoriza meningkatkan pengambilan P oleh tanaman (Dommergues dan Diem, 1982).

Perlakuan kedalaman air tanah berpengaruh sangat nyata terhadap pembentukan bintil akar. Pada perlakuan kedalaman air tanah 50 cm mempunyai jumlah bintil yang lebih baik dibanding perlakuan kedalaman air yang lain. Pada kedalaman air tanah 50 cm mempunyai permukaan air tanah yang lebih dangkal sehingga kelengasan tanah pada daerah perakaran lebih lembab dan kondisi tersebut sangat menguntungkan bagi pertumbuhan *Rhizobium* sehingga pembentukan bintil akar lebih banyak.

Tabel 4 Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap jumlah bintil akar tanaman⁻¹

Perlakuan	jumlah bintil (transformasi $V(\bar{y}+0.5)$)
Inokulasi :	
Non inokulasi	3.93 a
Inokulasi	5.56 b
Kedalaman air tanah :	
50 cm	7.08 c
100 cm	4.69 b
150 cm	2.47 a

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

Pada kedalaman air tanah 150 cm menghasilkan jumlah bintil paling sedikit karena kelengasan tanah daerah perakaran kurang lembab bagi pertumbuhan dan pembentukan bintil. Wilson (1975) dalam Gardner, dkk (1991) menyatakan

kelembapan dalam bintil harus di atas 80 % agar bintil tetap hidup. Pada kedelai kelembapan tanah sekitar kapasitas lapang optimal untuk temperatur rumah kaca yang tinggi.

4.1.2 Berat Basah bintil Akar

Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat pengaruh interaksi yang nyata terhadap berat basah bintil akar. Berdasarkan uji Duncan taraf 5% (tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza pada kedalaman air tanah 50 cm menghasilkan berat basah bintil terbaik.

Tabel 5. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat basah bintil akar (gr). tanaman⁻¹.

Perlakuan		Berat basah (transformasi $\sqrt{(y+0.5)}$)
Inokulasi : Non inokulasi	Kedalaman air tanah : 50 cm	1.85 b
	100 cm	0.25 a
	150 cm	0.04 a
Inokulasi	50 cm	3.63 c
	100 cm	1.43 b
	150 cm	0.08 a

Keterangan : angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Perlakuan inokulasi mikoriza pada kedalaman air tanah 50 cm menghasilkan berat basah bintil terbaik karena peran mikoriza bagi tanaman dan didukung kelengasan tanah yang cukup daerah perakaran. Mikoriza yang berperan meningkatkan pertumbuhan tanaman akan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak sehingga pertumbuhan bintil lebih baik. Tumbuhan inang menyediakan karbohidrat bagi bakteroid, yang akan dioksidasi sehingga diperoleh energi (Salisbury dan Ross, 1995).

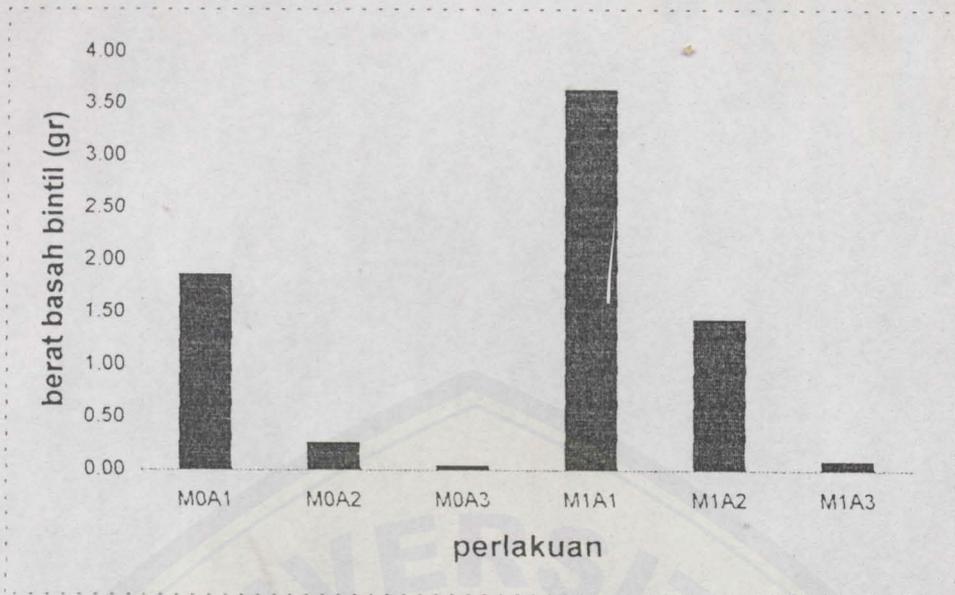
Pada kedalaman air tanah 50 cm kelengasan tanah daerah perakaran cukup baik bagi perkecambahan spora mikoriza. Infeksi akar oleh jamur mikoriza dimulai dari dari perkecambahan spora yang membentuk hifa dan menginfeksi akar tanaman. Powell dan Bagyaraj (1984) menyatakan bahwa perkecambahan spora jamur mikoriza terbaik pada kelembaban tanah sekitar kapasitas lapang. Hasil pengamatan infeksi mikoriza (tabel 12) menunjukkan pada perlakuan kedalaman air tanah 50 cm menghasilkan infeksi tertinggi dibanding perlakuan kedalaman air tanah 100 cm dan 150 cm. Pada kedalaman air tanah 50 cm jamur mikoriza tumbuh lebih baik sehingga infeksi pada akar tanaman lebih tinggi. Infeksi mikoriza yang lebih tinggi pada akar tanaman akan meningkatkan peran mikoriza bagi tanaman.

Selain peran mikoriza, pertumbuhan bintil akar yang lebih baik juga dipengaruhi kelembaban tanah yang lebih baik di daerah perakaran. Perlakuan inokulasi mikoriza pada kedalaman air tanah 150 cm kurang berpengaruh terhadap pertumbuhan bintil akar karena kelengasan daerah perakaran kurang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan bintil.

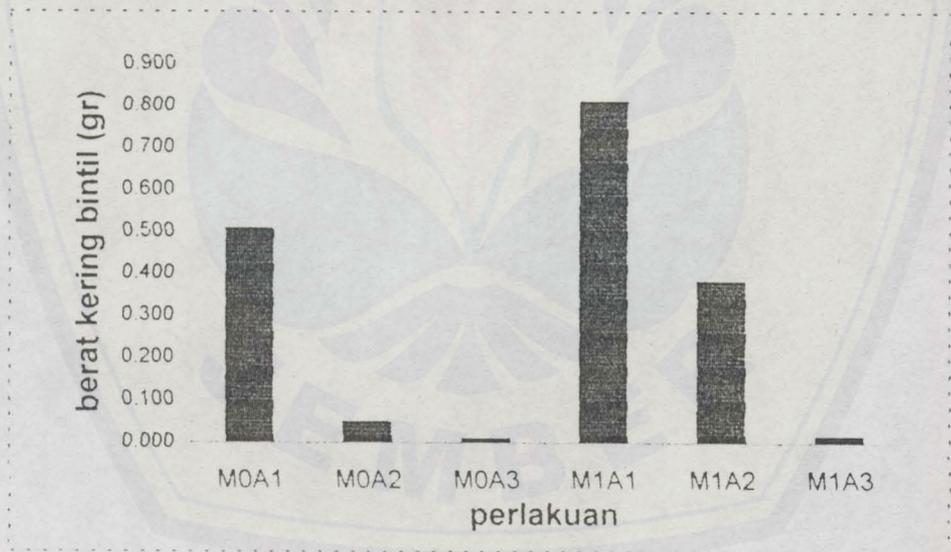
Hasil penelitian Winandari (1989) menyebutkan bahwa tingkat kelembaban tanah 70%-80% kapasitas lapang pada tanah latosol menghasilkan jumlah bintil dan berat bintil terbaik dibanding pada kelembaban 50%-60% kapasitas lapang. Hal ini diduga karena pada tingkat kelembaban 70%-80% ketersediaan air dan oksigen sesuai bagi *Rhizobium japonicum* untuk menginfeksi akar rambut dan berkembang membentuk bintil.

4.1.3 Berat Kering Bintil Akar

Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat pengaruh interaksi yang nyata terhadap berat kering bintil akar. Hasil uji statistik berat kering bintil (tabel 6) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza pada kedalaman air tanah 50 cm menghasilkan berat kering bintil terbaik.



Gambar 2. Pengaruh inokulasi mikoriza dan kedalaman air tanah terhadap berat basah bintil



Gambar 3. Pengaruh inokulasi mikoriza dan kedalaman air tanah terhadap berat kering bintil



Tabel 6. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat kering bintil akar (gr). tanaman⁻¹.

Perlakuan		Berat kering (transformasi $V(y+0.5)$)
Inokulasi : Non inokulasi	Kedalaman air tanah : 50 cm	0.507 b
	100 cm	0.047 a
	150 cm	0.007 a
Inokulasi	50 cm	0.810 c
	100 cm	0.380 b
	150 cm	0.013 a

Keterangan : angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Secara umum menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza pada kedalaman air tanah 50 cm merupakan perlakuan terbaik bagi perkembangan bintil akar yang ditunjukkan peningkatan berat bintil tertinggi.

Pada legum terdapat simbiosis mutualistik antara legum dan bakteri *Rhizobium japonicum* dalam bintil akar, sehingga terdapat saling ketergantungan antara pembentukan bintil akar efektif dan pertumbuhan tanaman. Pembentukan bintil akar efektif memerlukan energi yang diperoleh dari hasil oksidasi karbohidrat yang berasal dari fotosintesis tanaman, sedang tanaman memperoleh nitrogen hasil fiksasi oleh bakteroid dalam bintil akar.

Hasil berbagai penelitian membuktikan bahwa ukuran dan jumlah bintil yang terbentuk pada akar terutama ditentukan oleh perimbangan karbohidrat-nitrogen pada tumbuhan itu (Loveless, 1991).

Perlakuan inokulasi mikoriza pada kondisi kelengasan yang cukup di daerah perakaran akan meningkatkan aktivitas simbiosis legum dan *Rhizobium* melalui peningkatan peran mikoriza dalam penyediaan P bagi tanaman dan juga bagi pembentukan bintil dan fiksasi N₂ udara.

4.2 Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap kandungan N tanaman

Data pengamatan kandungan N tanaman dapat dilihat pada lampiran (3a). Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan inokulasi mikoriza dan kedalaman air tanah terhadap kandungan N tanaman dapat dilihat pada tabel 3. Data menunjukkan bahwa pengaruh inokulasi adalah tidak nyata terhadap kandungan N tanaman. Pengaruh perlakuan kedalaman air tanah adalah nyata, sedangkan pengaruh interaksi kedua faktor adalah tidak nyata.

Kedalaman air tanah berpengaruh nyata terhadap kandungan N tanaman. Kandungan N tanaman paling besar pada kedalaman air tanah 50 cm (A1), karena mempunyai lengas tanah yang lebih baik (tabel 7). Nitrogen dalam tanah akan lebih mudah diserap tanaman bila kelengasan tanah cukup bagi tanaman. Status air tanah berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Pada kandungan air tanah yang rendah dapat mengakibatkan rendahnya konsentrasi unsur hara yang ada di dalam larutan tanah (Agustina, 1990).

Tabel 7. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap kandungan nitrogen tanaman

Perlakuan	Nitrogen tanaman (%)
Inokulasi :	
Non inokulasi	2.48 a
Inokulasi	2.92 a
Kedalaman air tanah :	
50 cm	3.19 b
100 cm	2.72 b
150 cm	2.21 a

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

Hasil sidik ragam menyebutkan faktor inokulasi tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan N tanaman. Namun demikian, nilai rata-rata kandungan N tanaman dengan perlakuan inokulasi lebih besar daripada perlakuan non inokulasi mikoriza (tabel 7).

Peningkatan N tanaman dengan perlakuan mikoriza dapat dimungkinkan karena peran mikoriza melalui peningkatan pembentukan bintil akar efektif dan peningkatan serapan P oleh tanaman.

Mose (1981) dalam Sutikto, dkk (1996) menyatakan fiksasi N_2 secara simbiotik oleh bakteri simbiotik pada tanaman legum memerlukan P yang tinggi, karena senyawa yang kaya P merupakan energi bagi proses fiksasi. Penambatan N_2 udara oleh bakteri bintil memerlukan lebih banyak fosfat dibandingkan dengan akar yang tidak berbintil. Asosiasi mikoriza VA dengan legum membantu memenuhi kebutuhan fosfat legum, dan membuat sistem perakaran kedelai yang terbatas menjadi lebih mampu bersaing dalam pengambilan fosfat tanah karena tambahan permukaan adsorptif hifa jamur mikoriza.

N_2 udara dapat difiksasi oleh bakteroid dalam bintil akar dengan bantuan leghemoglobin sebagai pengatur pasok oksigen bagi bakteri, maka banyaknya leghemoglobin dapat menunjukkan tingkat aktivitas penambatan N_2 udara dalam bintil akar.

Singh dan Varma (1994) menyebutkan bahwa kandungan leghemoglobin bintil akar yang diperoleh dari tanaman terinokulasi *Rhizobium* dan mikoriza lebih tinggi daripada inokulasi *Rhizobium* saja. Adenosine triphosphate (ATP) ternyata sangat tinggi pada nodul yang diberi dua jenis inokulasi dari pada *Rhizobium* saja. ATP ini diperlukan dalam reaksi penambatan N_2 udara dalam bintil akar. Peningkatan ATP akan diikuti peningkatan proses fiksasi N_2 udara dalam bintil akar.

4.3 Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap tingkat evapotranspirasi

Hasil pengamatan tingkat evapotranspirasi disajikan pada lampiran (3b). Pengaruh perlakuan inokulasi mikoriza dan kedalaman air tanah terhadap tingkat evapotranspirasi dapat dilihat pada tabel 2. Hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh yang sangat nyata pada faktor perlakuan inokulasi mikoriza atau perlakuan kedalaman air tanah saja. Pengaruh interaksi adalah tidak nyata terhadap tingkat evapotranspirasi.

Evapotranspirasi pada perlakuan inokulasi mikoriza lebih besar daripada perlakuan non inokulasi (tabel 8). Evapotranspirasi diukur berdasarkan jumlah air yang hilang dalam bak air lysimeter. Kehilangan air dalam pot melalui dua proses yaitu transpirasi tanaman dan evaporasi tanah. Jamur mikoriza berperan dalam transpirasi melalui hubungannya dengan perakaran tanaman.

Tabel 8. Pengaruh inokulasi jamur MVA dan kedalaman air tanah terhadap evapotranspirasi

Perlakuan	Evapotranspirasi (liter. pot ⁻¹)
Inokulasi :	
Non inokulasi	6.40 a
Inokulasi	7.37 b
Kedalaman air tanah :	
50 cm	9.94 c
100 cm	6.94 b
150 cm	3.65 a

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

Perlakuan inokulasi mikoriza berpengaruh nyata terhadap evapotranspirasi. Jamur MVA mempunyai hifa eksternal yang menyebar di daerah sekitar perakaran yang juga berfungsi menyerap air dari tanah. Hifa tersebut akan menambah luas permukaan serapan air oleh akar sehingga laju penyerapan air akan meningkat. Peningkatan serapan air akan menunjang laju transpirasi tanaman yang juga meningkat.

Perlakuan kedalaman air tanah berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat evapotranspirasi. Evapotranspirasi pada kedalaman air tanah 50 cm lebih besar daripada kedalaman air tanah 100 cm dan 150 cm (tabel 8).

Pada kedalaman air tanah 50 cm (A1) jarak permukaan tanah dan muka air tanah lebih dekat sehingga laju penguapan melalui tanah akan lebih cepat. Permukaan air tanah pada kedalaman air tanah 50 cm lebih dekat ke daerah perakaran sehingga kehilangan air melalui transpirasi tanaman juga lebih banyak. Hal ini berhubungan dengan kenaikan air kapiler. Makin dekat dengan permukaan air tanah maka daya aliran kapiler akan meningkat. Pada kedalaman air tanah 150 cm (A3) yang mempunyai jarak permukaan air tanah-permukaan tanah lebih jauh, maka laju penguapan lebih lambat karena kekuatan aliran air kapiler lebih kecil. Hasil percobaan mengenai air kapiler menyebutkan bahwa tekanan air berkurang dalam sebuah pipa kapiler dengan ketinggian di atas air dalam bejana (Foth, 1998).

4.4 Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap komponen pertumbuhan tanaman dan infeksi mikoriza

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi berat basah jaringan, berat kering jaringan, berat basah akar, berat kering akar, tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun dan persen infeksi mikoriza. Data hasil pengamatan berat basah jaringan, berat kering jaringan, berat basah akar, berat kering akar dapat dilihat pada lampiran (4a, 4a, 5a, 5b). Data hasil pengamatan tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun dan infeksi mikoriza dapat dilihat pada lampiran (6a, 7a, 7b, 7c).

Pengaruh perlakuan inokulasi mikoriza dan kedalaman air tanah terhadap pertumbuhan tanaman ditunjukkan pada tabel 9. Hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh faktor tunggal perlakuan inokulasi mikoriza sangat nyata pada semua parameter pertumbuhan yang meliputi berat basah dan berat kering jaringan, berat basah dan berat kering akar dan infeksi mikoriza. Pengaruh faktor tunggal perlakuan

kedalaman air juga sangat nyata terhadap semua parameter pertumbuhan. Pengaruh interaksi kedua faktor adalah tidak nyata pada semua parameter pertumbuhan tanaman.

Tabel 9. Rangkuman hasil sidik ragam parameter agronomis dan infeksi mikoriza

Sumber Keragaman	Berat Basah Jaringan	Berat Kering Jaringan	Berat Basah Akar	Berat Kering Akar	Infeksi mikoriza (T)
Perlakuan	21.797 **	14.525 **	16.324 **	14.381 **	10.54 **
Faktor M	12.798 **	6.611 *	19.622 **	14.434 **	26.40 **
Faktor A	46.820 **	32.078 **	30.09 **	28.717 **	10.57 **
M X A	1.273 ns	0.929 ns	0.905 ns	0.019 ns	2.58 ns
kk =	19.66 %	23.36 %	24.88 %	20.72 %	22.6 %

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata
 * = berbeda nyata
 ns = tidak berbeda nyata
 (T) = data transformasi

4.4.1 Berat Jaringan Tanaman

Perlakuan inokulasi mikoriza berpengaruh nyata terhadap berat jaringan tanaman. Perlakuan inokulasi menghasilkan berat jaringan yang lebih besar daripada perlakuan non inokulasi (tabel 10). Inokulasi mikoriza akan meningkatkan penyerapan air dan hara oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik. Bila serapan air dan hara oleh tanaman lebih baik maka fotosintesis meningkat dan ini membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Penelitian Arifandi, dkk (1994) menyebutkan bahwa pengaruh tunggal pemberian inokulum jamur mikoriza adalah nyata, baik meningkatkan serapan P-total jaringan tanaman, serapan N-total jaringan tanaman, tinggi tanaman dan infeksi fungi pada akar tanaman kedelai.

Perlakuan kedalaman air tanah berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan adanya perbedaan berat jaringan tanaman antara kedalaman air tanah 50 cm, 100 cm dan 150 cm (tabel 9).

Tabel 10. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat jaringan (gr). tanaman⁻¹

Perlakuan	Berat basah jaringan (gr)	Berat kering jaringan (gr)
Inokulasi :		
Non inokulasi	31.73 a	9.88 a
Inokulasi	44.61 b	13.47 b
Kedalaman air tanah :		
50 cm	53.42 b	16.79 b
100 cm	46.79 b	14.46 b
150 cm	14.31 a	3.78 a

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

Berat basah dan berat kering jaringan pada perlakuan kedalaman air tanah 50 cm lebih besar daripada perlakuan kedalaman air tanah 100 cm dan 150 cm. Hal ini sangat berkaitan dengan persediaan air bagi tumbuhan di daerah perakaran. Makin dekat jarak permukaan air tanah maka tanaman makin mudah memperoleh air bagi pertumbuhannya. Pembentukan setiap satuan berat jaringan tanaman memerlukan sejumlah air. Setiap kali air berkurang maka akan menurunkan pertumbuhan dan perkembangan yaitu dengan penurunan berat basah tanaman budidaya (Gardner, 1991).

4.4.2 Berat Akar Tanaman

Perlakuan inokulasi mikoriza berpengaruh nyata terhadap berat basah dan berat kering akar (tabel 9). Perlakuan inokulasi mikoriza VA menghasilkan berat basah dan berat kering akar yang lebih baik daripada perlakuan non inokulasi (tabel 11).

Peningkatan berat basah dan berat kering akar dengan perlakuan inokulasi mikoriza dimungkinkan karena peran jamur mikoriza dalam pertumbuhan tanaman.

Peran jamur mikoriza dalam penyerapan air dan hara akan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang kemudian akan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak. Fotosintat ini akan disebarkan ke seluruh bagian tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman termasuk dalam pertumbuhan akar.

Tabel 11. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap berat akar (gr). tanaman⁻¹

Perlakuan	Berat basah akar (gr)	Berat kering akar (gr)
Inokulasi :		
Non inokulasi	3.10 a	0.90 a
Inokulasi	5.27 b	1.32 b
Kedalaman air tanah :		
50 cm	5.97 b	1.43 b
100 cm	5.03 b	1.37 b
150 cm	1.56 a	0.53 a

Keterangan : angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Perlakuan kedalaman air tanah berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar. Berat basah dan berat kering akar meningkat dengan makin dekatnya permukaan air tanah. Pada kedalaman air tanah 50 cm, menghasilkan berat basah dan berat kering akar yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan dua perlakuan kedalaman air tanah yang lain yaitu 100 cm dan 150 cm (tabel 10).

Pengaruh kedalaman air tanah terhadap pertumbuhan akar berhubungan dengan pertumbuhan tajuk tanaman. Pada kedalaman air tanah 50 cm yang menyediakan air lebih baik bagi tanaman akan meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama bagian tajuk. Peningkatan pertumbuhan tanaman bagian atas (tajuk) tersebut harus didukung pertumbuhan akar yang baik.

Peningkatan berat basah dan berat kering akar oleh perlakuan kedalaman air tanah juga berhubungan dengan kadar air di daerah perakaran atau jarak rizhosper dengan permukaan air tanah. Pada kedalaman 50 cm, kondisi lengas rizosfer mencukupi

bagi tanaman sehingga terbentuk akar sekunder dan tersier yang lebih banyak. Panjang pendek akar dipengaruhi oleh faktor-faktor pembawaan dan juga oleh faktor-faktor luar seperti keras-lunak tanah, banyak- sedikit air, jauh-dekat air tanah dan lain sebagainya (Dwijoseputro, 1992).

Pada kedalaman air tanah 150 cm akar yang terbentuk umumnya lebih sedikit tapi lebih besar, memanjang dan agak dalam menembus tanah mendekati sumber air tanah. Sivakumar (1977) dalam Gardner, dkk (1991) menyatakan bahwa air penting untuk pertumbuhan akar, terbukti bahwa akar tidak tumbuh melalui lapisan- lapisan tanah yang kering. Kekurangan kelembaban tanah secara signifikan menyebabkan panjang akar kedelai secara berarti berkurang pada potensi air kurang dari -2 bar atau 16%.

4.4.3 Infeksi Mikoriza

Hasil pengamatan persen infeksi dan jumlah spora mikoriza dapat dilihat pada lampiran (6a dan 6b). Pengaruh inokulasi adalah sangat nyata terhadap infeksi mikoriza. Pengaruh kedalaman air tanah adalah nyata terhadap infeksi mikoriza. Pengaruh interaksi adalah tidak nyata terhadap infeksi mikoriza (tabel 9).

Perlakuan inokulasi menghasilkan infeksi mikoriza yang lebih banyak daripada perlakuan non inokulasi (tabel 12). Adanya infeksi mikoriza pada perlakuan non inokulasi menunjukkan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian sudah mengandung jamur mikoriza dan ini dimungkinkan karena tanah tidak disterilkan. Pengamatan infeksi akar dilakukan sampai kedalaman akar 30 cm dari permukaan tanah karena pertumbuhan akar dan organisme tanah optimal.

Perlakuan inokulasi mikoriza ke dalam tanah akan menambah populasi jamur mikoriza VA sehingga persen infeksi pada akar tanaman lebih besar atau karena spora jamur mikoriza yang diinokulasikan lebih berkembang dan sesuai dengan perakaran tanaman kedelai daripada spora asli yang sudah ada pada tanah. Peningkatan persen infeksi akan meningkatkan peran mikoriza bagi tanaman inangnya.

Kedalaman air tanah berpengaruh nyata terhadap infeksi mikoriza. Jumlah spora dan persen infeksi mikoriza lebih besar pada perlakuan kedalaman air tanah yang lebih dekat dengan daerah perakaran. Pada kedalaman air 50 cm dan 100 cm menghasilkan persen infeksi yang lebih baik daripada kedalaman air tanah 150 cm (tabel 12).

Tabel 12. Pengaruh inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah terhadap persen infeksi mikoriza tanaman¹

Perlakuan	Infeksi mikoriza (%) (transformasi arcsin)
Inokulasi :	
Non inokulasi	57.93 a
Inokulasi	101.68 b
Kedalaman air tanah :	
50 cm	93.43 b
100 cm	93.86 b
150 cm	52.12 a

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

Infeksi pada akar oleh jamur mikoriza diawali dari pembentukan hifa setelah perkecambahan spora jamur mikoriza. Hifa jamur akan menembus sel akar dan terjadi hubungan saling menguntungkan antara jamur dan tanaman. Makin cepat perkecambahan spora maka infeksi akar lebih cepat terjadi. Perkecambahan spora jamur mikoriza terbaik pada kelembaban tanah sekitar kapasitas lapang. Potensial air yang rendah dapat menghambat perkecambahan dan mengurangi pertumbuhan hifa (*Gigaspora sp.* (Powell dan Bagyaraj, 1984).

Tingkat infeksi akar yang berbeda dapat dipengaruhi oleh perkembangan akar yang dipengaruhi kelengasan tanah daerah perakaran. Pada kedalaman air tanah 50 cm mempunyai kelengasan tanah yang lebih baik bagi daerah perakaran sehingga akar berkembang menyerupai akar serabut yang mempunyai banyak akar cabang yang halus. Pada kedalaman air tanah 150 cm akar tunjang lebih besar dan memanjang ke dalam tanah dengan sedikit percabangan. Mikoriza lebih mudah menginfeksi rambut akar yang

muda dan mempunyai dinding sel lebih lunak dan mudah diinfeksi oleh jamur mikoriza. Sesudah spora mikoriza tumbuh, hifa menyerbu akar-akar rambut, tumbuh di dalam dan di luar akar rambut (akar-akar panjang atau besar jarang diserbu) (Foth, 1998).

4.5 Pembahasan

Hasil penelitian menyebutkan bahwa pengaruh interaksi adalah nyata terhadap berat bintil tetapi tidak nyata terhadap jumlah bintil walaupun jumlah bintil dan berat bintil sangat berhubungan. Peningkatan jumlah bintil umumnya akan meningkatkan berat bintil akar. Namun hubungan tersebut tidak selalu terjadi karena berat bintil juga berhubungan dengan ukuran bintil.

Pembentukan bintil akar yang baik bagi tanaman tidak hanya berdasarkan jumlahnya, tapi juga melihat efektivitas bintil dalam menambat nitrogen udara. Bintil efektif umumnya terbentuk pada akar utama tanaman yang ditunjukkan adanya warna merah dalam bintil yang ukurannya lebih besar. Bintil akar yang tidak efektif dapat dilihat dari bentuknya, juga dari warnanya yang lebih muda karena kurangnya kandungan leghemoglobin (leguminose hemoglobin) (Islami dan Utomo, 1995).

Pengamatan bintil akar efektif dalam penelitian berdasarkan letak pembintilan dan ukuran bintil, sedang warna bintil hanya sebagian yang diamati. Pembentukan bintil akar efektif umumnya pada akar utama tanaman dan ukuran bintil lebih besar.

Perlakuan inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah mempengaruhi pembentukan bintil akar. Pengaruh kedua perlakuan tersebut dapat secara tidak langsung melalui pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman diamati berdasarkan parameter pertumbuhan yang meliputi berat basah dan berat kering jaringan, berat basah dan berat kering akar, tinggi tanaman, jumlah daun dan lebar daun. Pada perlakuan inokulasi mikoriza menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik daripada tanaman non inokulasi sehingga energi bagi pertumbuhan bakteroid dalam bintil lebih banyak.

Pada perlakuan kedalaman air tanah 50 cm mempunyai pertumbuhan tanaman yang lebih baik daripada tanaman dengan perlakuan kedalaman air tanah 100 cm dan

150 cm sehingga pembentukan bintil akar lebih baik. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa tumbuhan inang menyediakan karbohidrat bagi bakteroid yang akan dioksidasi sehingga diperoleh energi.

Kandungan N tanaman berhubungan dengan pembentukan bintil akar efektif. Pada perlakuan inokulasi mikoriza (M1) atau pada perlakuan kedalaman air tanah 50 cm (A1) membentuk bintil akar yang paling banyak dibanding perlakuan lain, sehingga dimungkinkan pada perlakuan ini juga mempunyai kandungan N yang tinggi. Penambahan N_2 dalam bintil akar tanaman legum merupakan hasil interaksi biologis dan biokhemis yang kompleks antara tanaman inang dengan *Rhizobium*, yaitu tanaman inang menyediakan karbohidrat hasil fotosintesis sedang *Rhizobium* menyediakan nitrogen (Rao, 1994). Yusuf (1996) menyatakan bahwa bintil akar efektif menyediakan 66,7 – 74 % dari kebutuhan N tanaman.

Inokulasi mikoriza VA dan kedalaman air tanah mempengaruhi evapotranspirasi. Evapotranspirasi juga dipengaruhi oleh tanaman. Tanaman yang mempunyai parameter pertumbuhan lebih baik terutama pada daunnya akan membutuhkan air yang lebih besar pula untuk proses transpirasinya.

Tanaman dengan perlakuan inokulasi mikoriza VA mempunyai parameter pertumbuhan yang lebih baik dibanding tanaman non inokulasi. Peran mikoriza terhadap evapotranspirasi dapat secara tidak langsung melalui peningkatan pertumbuhan tanaman. Pada perlakuan kedalaman air tanah 50 cm (A1) mempunyai parameter pertumbuhan yang lebih baik dibanding dua perlakuan kedalaman yang lain sehingga proses transpirasi tanaman meningkat. Parameter pertumbuhan yang berhubungan dengan evapotranspirasi meliputi jumlah daun, lebar daun, berat basah jaringan, berat kering jaringan dan tinggi tanaman.

Pada pot dengan perlakuan non inokulasi mikoriza VA terdapat spora jamur mikoriza yang menunjukkan bahwa tanah sudah mengandung jamur mikoriza. Perlakuan inokulasi akan menambah spora jamur mikoriza dalam tanah sehingga pada perlakuan inokulasi mempunyai spora yang lebih banyak. Spora yang lebih banyak dan infeksi akar

yang lebih tinggi dengan adanya inokulasi disebabkan jamur mikoriza yang diinokulasikan lebih bertahan dan lebih cocok bagi tanaman kedelai. Hal ini terbukti pada perlakuan non inokulasi pada kedalaman air tanah 150 cm (lampiran 6a dan 6b), walaupun terdapat spora tetapi tidak terdapat infeksi pada akar. Spora jamur mikoriza pada perlakuan tersebut merupakan spora asli yang terdapat pada tanah yang digunakan dalam percobaan.

Infeksi akar oleh jamur mikoriza tergantung pada pembentukan hifa setelah perkecambahan spora jamur mikoriza. Pada kedalaman air tanah 150 cm kondisi kelengasan tanah kurang optimal bagi perkecambahan spora sehingga sulit menginfeksi akar karena pembentukan hifa lambat atau bahkan spora tidak berkecambah. Perkecambahan spora jamur mikoriza terbaik pada kelembaban tanah sekitar kapasitas lapang. Potensial air yang rendah dapat menghambat perkecambahan dan mengurangi pertumbuhan hifa (*Gigaspora sp.* (Powell dan Bagyaraj, 1984).

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perlakuan kombinasi inokulasi jamur MVA dan kedalaman air tanah dapat meningkatkan berat bintil akar. Berat bintil akar tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi inokulasi jamur MVA pada kedalaman air tanah 50 cm.
2. Inokulasi jamur MVA dapat meningkatkan jumlah bintil akar, memperbesar evapotranspirasi, menambah berat jaringan dan berat akar tanaman dan meningkatkan persen infeksi mikoriza.
3. Inokulasi jamur MVA tidak mempengaruhi aras kandungan N tanaman.
4. Perlakuan kedalaman air tanah 50 cm menghasilkan jumlah bintil yang lebih banyak, kandungan nitrogen tanaman, persen infeksi mikoriza, berat jaringan dan berat akar yang lebih tinggi serta evapotranspirasi yang lebih besar.

5.2 Saran

Penelitian menunjukkan bahwa mikoriza berpengaruh nyata dalam meningkatkan pembentukan bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai pada berbagai kedalaman air tanah. Namun demikian, penelitian ini masih memerlukan penelitian-penelitian lanjutan untuk mengetahui peran mikoriza dan dosis spora yang diperlukan secara nyata di lapang yang mempunyai variasi permukaan air tanah dan faktor-faktor alami lainnya yang berbeda.

Pemeliharaan tanaman dalam rumah kaca harus memperhatikan jumlah penyiraman agar tidak mengganggu pengaruh kedalaman air tanah melalui aliran air kapiler. Dalam penelitian tentang pengaruh kedalaman air tanah di lahan kering, tanaman memperoleh air sebagian besar dari aliran air kapiler dan sebagian dari air hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, 1990. *Nutrisi Tanaman*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Arifandi, J.A., B. Hermiyanto dan Nur Sasongko, 1994. Pengaruh Penambahan Azolla dan Inokulasi Fungi Mikoriza VA Terhadap Serapan N dan P Tanaman Kedelai. *Prosiding Seminar Sehari HITI : Aplikasi Ilmu Tanah dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Dommergues, Y.R. dan H.G. Diem, 1982. *Microbiology of Tropical Soil and Plant Productivity*. DR W. Junk Publisher. London.
- Dwijoseputro, D., 1992. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Foth, H.D., 1998. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell, 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Garret, S.D., 1981. *Soil Fungi and Soil Fertility*. Pergamon International Library. New York.
- Heddy, S., 1987. *Ekofisiologi Pertanaman*. Sinar Baru. Bandung.
- Hermiyanto, B., 1998. *Peranan Asosiasi Mikoriza pada Tanaman Kedelai terhadap Peningkatan Aliran Air Kapiler pada Berbagai Kedalaman Air Tanah*. Proposal penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Hidayat, E.B., 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Indranada, H.K., 1994. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Islami, T. dan W.H. Utomo, 1995. *Hubungan Tanah, Air Dan Tanaman*. IKIP Semarang. Semarang.
- Jensen, V., 1986. *Microbial Communities In Soil*. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Joetono, 1995. *Mikrobiologi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Kertonegoro, B. D. dan S. Soekodarmodjo, 1987. *Anasir Fisika Tanah*. Faperta UGM. Yogyakarta.
- Lakitan, B., 1995. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajawali Press. Jakarta.
- Loveless, A.R., 1991. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik 1*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Poerwowidodo, 1993. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Powell, C.L. dan D.J. Bagyaraj, 1984. Ecology of Mycorrhizal Fungi. *VA Mycorrhiza*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Rao, N.S., 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross, 1995. *Fisiologi Tumbuhan II*. ITB, Bandung.
- Sanchez, P.A., 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika 2*. ITB Bandung. Bandung.
- Satari, 1981. *Unsur Tanah Sebagai Dasar Pengembangan Lahan Kering*. Pertemuan Teknis Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering. Bogor.
- Singh, K. dan A. Varma, 1988. Mycorrhizal Fungi Legume Growth and Root Nodulation. *Mycorrhiza Round Table*. Jawaharlal Nehru University, Delhi.
- Sutedjo, M.M., A.G. Kartasapoetra dan S. Sastroatmodjo, 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutikto, T., N. Sasongko dan B. Hermiyanto, 1996. *Usaha Konservasi Kelengasan Tanah dan Efisiensi Penggunaan Air Untuk Tanaman di Lahan Kering*. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Turner, A.K., 1984. *Soil-Water Management*. International Development Program. Canberra – Australia.
- Winandari, I., 1989. *Pengaruh Kelembaban Tanah terhadap Aktivitas Penambatan N oleh Rhizobium japonicum pada tanaman Kedelai*. Karya Ilmiah Tertulis. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Yusuf, C., 1996. *Kedelai dan Permasalahannya*. Politeknik Pertanian Universitas Jember. Jember.

Lampiran 1. Karakteristik tanah latosol Desa Bintoro Kecamatan Patrang-Jember

Jenis analisa	Nilai
BV (gr/cm^3)	1,17
BJP (gr/cm^3)	1,5
N tanah (%)	0,1268 (rendah)
PH H_2O	6,15 (sedang)
PH KCl	5,26 (sedang)
P_2O_5 Bray I (ppm)	14,83 (rendah)
P_2O_5 HCl (mg/100gr)	48,24 (rendah)
Tekstur :	
-% pasir	9,86
-% debu	44,36
-% lempung	45,78
Kelas tekstur	Silty clay (lempung debuan)
Jumlah spora asli (per 250 gr tanah)	5 spora
Kadar lengas tanah segar ;	
- lapisan I (s/d 30 cm)	16.6 %
- lapisan II (s/d 100 cm)	20.45 %
- lapisan III (s/d 150 cm)	2.045 %
Kadar lengas tanah kering angin :	
- lapisan I (s/d 30 cm)	7.5 %
- lapisan II (s/d 100 cm)	13 %
- lapisan III (s/d 150 cm)	14.1 %

Lampiran 2a. Jumlah bintil akar

perlakuan	ulangan			transformasi $V(y+0.5)$		
	1	2	3	1	2	3
M0A1	29	52	36	5.43	7.25	6.04
M0A2	17	2	12	4.18	1.58	3.53
M0A3	0	10	11	0.71	3.24	3.39
M1A1	64	67	56	8.03	8.22	7.52
M1A2	38	43	36	6.2	6.59	6.04
M1A3	10	12	0	3.24	3.53	0.71
kk = 26.54 %			kk = 23.6 %			

Lampiran 2b. Berat basah bintil (gr)

perlakuan	ulangan			transformasi $V(y+0.5)$		
	1	2	3	1	2	3
M0A1	1.26	2.03	2.27	1.33	1.59	1.66
M0A2	0.48	0.02	0.26	0.99	0.72	0.87
M0A3	0.00	0.07	0.04	0.71	0.75	0.94
M1A1	4.61	3.30	2.98	2.26	1.95	1.87
M1A2	1.73	1.26	1.30	1.49	1.33	1.34
M1A3	0.17	0.07	0.00	0.82	0.75	0.71
kk = 36.36 %			kk = 10.57 %			

Lampiran 2c. Berat kering bintil (gr)

perlakuan	ulangan			transformasi $V(y+0.5)$		
	1	2	3	1	2	3
M0A1	0.310	0.590	0.620	0.9	1.04	1.05
M0A2	0.100	0.010	0.030	0.77	0.71	0.73
M0A3	0.000	0.010	0.012	0.71	0.71	0.71
M1A1	1.000	0.730	0.700	1.22	1.11	1.09
M1A2	0.440	0.340	0.360	0.97	0.92	0.93
M1A3	0.030	0.010	0.000	0.73	0.71	0.71
kk = 34.48 %			kk = 4.6 %			

Lampiran 3a. Kandungan Nitrogen Tanaman (%)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	2.59	2.67	3.72	8.98	2.99
M0A2	2.55	2.62	2.15	7.32	2.44
M0A3	2.76	1.85	1.44	6.05	2.02
M1A1	3.72	2.89	3.52	10.13	3.38
M1A2	3.70	2.66	2.60	8.96	2.99
M1A3	2.65	2.61	1.90	7.16	2.39
Total	17.97	15.30	15.33	48.60	

Lampiran 3b. Tingkat Evapotranspirasi (liter)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	9.73	9.48	8.82	28.03	9.34
M0A2	5.70	6.48	6.85	19.03	6.34
M0A3	3.13	3.70	3.75	10.58	3.53
M1A1	10.65	10.70	10.25	31.60	10.53
M1A2	7.30	8.30	6.99	22.59	7.53
M1A3	4.05	4.44	3.67	12.16	4.05
Total	40.56	43.10	40.33	123.99	

Lampiran 4a. Berat basah Jaringan (gr)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	45.60	45.10	48.26	138.96	46.32
M0A2	47.94	21.61	50.97	120.52	40.17
M0A3	9.53	10.37	6.16	26.06	8.69
M1A1	57.08	63.49	60.97	181.54	60.51
M1A2	53.60	60.13	46.49	160.22	53.41
M1A3	15.47	21.58	20.30	57.35	19.12
Total	229.22	222.28	233.15	684.65	

Lampiran 4b. Berat Kering jaringan (gr)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	14.50	15.14	15.40	45.04	15.01
M0A2	15.09	4.91	17.72	37.72	12.57
M0A3	2.71	1.17	2.30	6.18	2.06
M1A1	17.19	19.95	18.55	55.69	18.56
M1A2	15.72	18.19	15.15	49.06	16.35
M1A3	4.26	6.62	5.59	16.47	5.49
Total	69.47	65.98	74.71	210.16	

Lampiran 5a. Berat basah akar (gr)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	6.07	3.04	4.15	13.26	4.42
M0A2	3.6	3.01	5.86	12.47	4.16
M0A3	1.19	0.42	0.55	2.16	0.72
M1A1	6.88	8.6	7.07	22.55	7.52
M1A2	5.85	6	5.82	17.67	5.89
M1A3	1.38	3.01	2.78	7.17	2.39
Total	24.97	24.08	26.23	75.28	

Lampiran 5b. Berat kering akar (gr)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	1.36	1.08	1.19	3.63	1.21
M0A2	1.25	0.77	1.47	3.49	1.16
M0A3	0.58	0.21	0.23	1.02	0.34
M1A1	1.45	1.99	1.51	4.95	1.65
M1A2	1.56	1.68	1.5	4.74	1.58
M1A3	0.52	0.88	0.76	2.16	0.72
Total	6.72	6.61	6.66	19.99	

Lampiran 6a. Persen infeksi mikoriza pada akar (%)

perlakuan	ulangan			transformasi arcsin		
	1	2	3	1	2	3
M0A1	32	8	16	34.45	16.43	23.58
M0A2	28	20	16	31.95	26.57	23.58
M0A3	0	0	0	5.74	5.74	5.74
M1A1	48	40	24	43.85	39.23	29.33
M1A2	40	28	32	39.23	31.95	34.45
M1A3	20	16	36	26.57	23.58	36.87
	kk = 40.06%			kk = 22.6%		

Lampiran 6b. Jumlah spora mikoriza

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	104	146	83	333	111.0
M0A2	26	15	24	65	21.7
M0A3	9	8	4	21	7.0
M1A1	209	98	124	431	143.7
M1A2	64	50	52	166	55.3
M1A3	10	41	3	54	18.0
Total	422	358	290	1070	

Lampiran 7a. Tinggi tanaman (cm)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	118	117	100	335	111.67
M0A2	80	50	79	209	69.67
M0A3	42	53	25	120	40.00
M1A1	130	142	110	382	127.33
M1A2	82	90	26	198	66.00
M1A3	65	65	60	190	63.33
Total	517	517	400	1434	

Lampiran 7b. Jumlah daun

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	83	94	79	256	85.3
M0A2	80	32	69	181	60.3
M0A3	23	36	37	96	32.0
M1A1	94	83	82	259	86.3
M1A2	83	82	84	249	83.0
M1A3	60	70	49	179	59.7
Total	423	397	400	1220	

Lampiran 7c. Lebar daun (cm)

perlakuan	ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
M0A1	4.5	4.5	4.5	14	4.5
M0A2	4	3.5	4.5	12	4.0
M0A3	3	3.5	3	10	3.2
M1A1	4.5	5	4.5	14	4.7
M1A2	4	4.5	4	13	4.2
M1A3	4	3.5	3.5	11	3.7
Total	24	25	24	73	

Lampiran 8. Penyiraman air selama percobaan (ml)

Perlakuan	16 okt	18 okt	20 okt	3-Nov	9-Nov	11-Nov	2 des	6 des	total
M0A1	50	100	100	100	100	100	100	100	750
M0A2	50	100	100	100	100	100	100	100	750
M0A3	50	100	100	100	100	100	100	100	750
M1A1	50	100	100	100	100	100	100	100	750
M1A2	50	100	100	100	100	100	100	100	750
M1A3	50	100	100	100	100	100	100	100	750



MILIK PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JEMBER