



Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

**PERTUMBUHAN AKAR DAN BINTIL AKAR TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* (L) Merrill) AKIBAT APLIKASI
MIKROBA PENGURAI BAHAN ORGANIK DAN
PUPUK *SLOW-RELEASE***

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Jurusan Budidaya Pertanian Program Studi Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh :

Asas : Hadiah
Pembelias

Terima : Tgl. 17 SEP 2003

No. Isu :

S
Klass

633.342 3

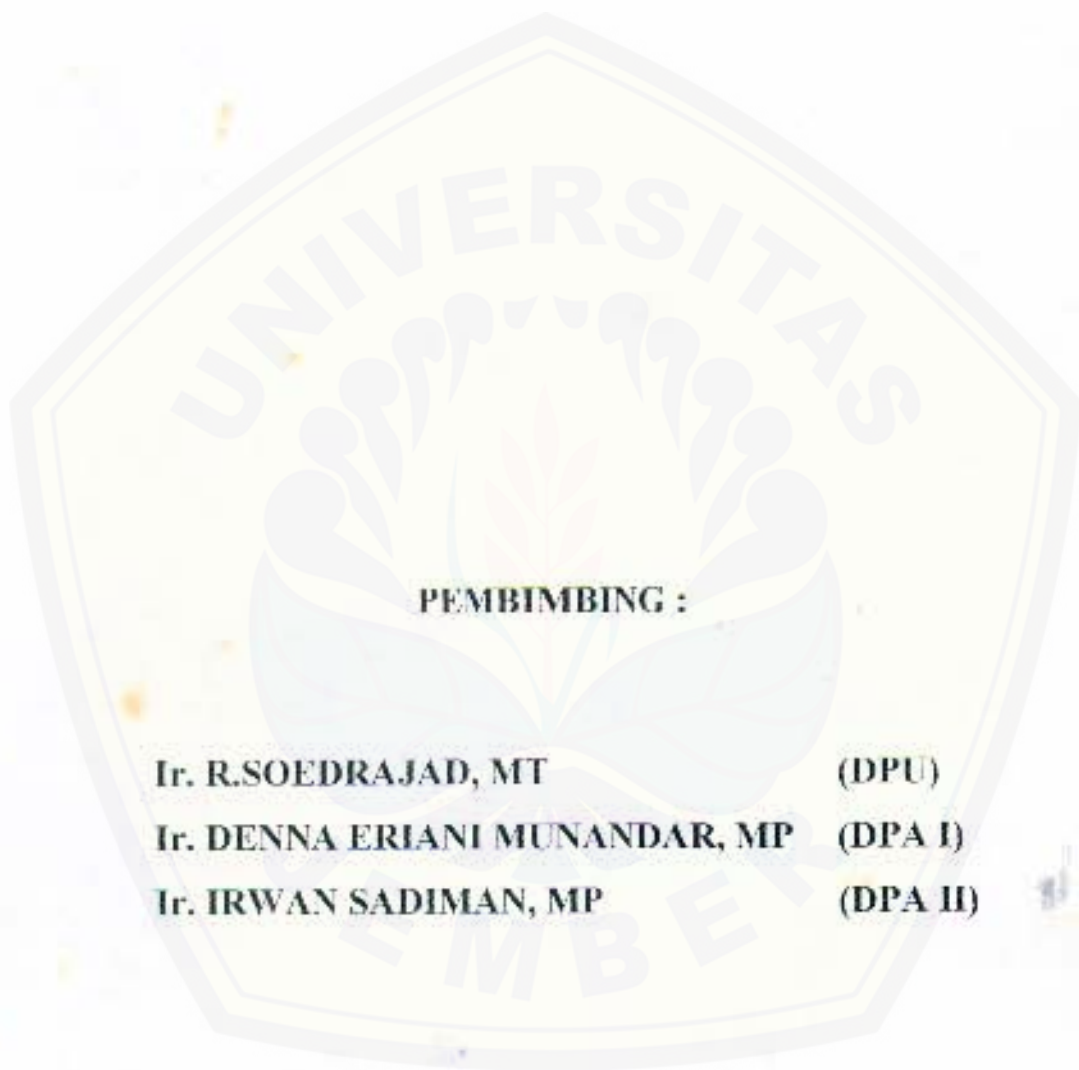
WIB

Mle P

MIRWAN UNGGUL WIBOWO

NIM. 981510101215

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN
Agustus, 2003**



PEMBIMBING :

Ir. R.SOEDRAJAD, MT (DPU)

Ir. DENNA ERIANI MUNANDAR, MP (DPA I)

Ir. IRWAN SADIMAN, MP (DPA II)

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

PETUMBUHAN AKAR DAN BINTIL AKAR TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) AKIBAT APLIKASI
MIKROBA PENGURAI BAHAN ORGANIK DAN
PUPUK *SLOW-RELEASE*

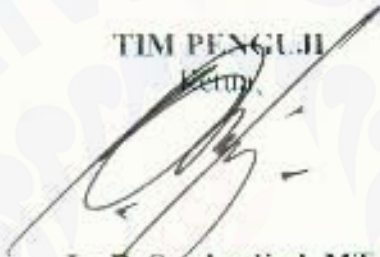
Dipersiapkan dan disusun oleh

Mirwan Unggul Wibowo
NIM. 981510101215


Telah diuji pada tanggal
20 Agustus 2003
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

TIM PENGUJI

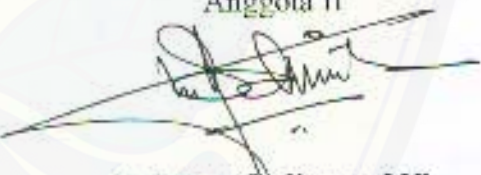
Ketua,


Ir. R. Soedradjad, MT
NIP. 131 403 357

Anggota I


Ir. Denna Eriani Munandar, MP
NIP. 131 759 541

Anggota II


Ir. Irwan Sadiman, MP
NIP. 131 287 089

MENGESAHKAN

Rekan,




Ir. Arie Medjiharjati, MS A.
NIP. 130 609 808

"JANGAN BERPANGKU TANGAN DIKARENAKAN KETIADAAN USAHA. ALLAH, SWT TIDAK AKAN MENGUBAH NASIB KITA, APABILA KITA TIDAK MERUBAH NASIB KITA SENDIRI. KITA BERUSAHA ALLAH YANG MENENTUKAN."

KEMENANGAN AKAN DAPAT DICAPAI DENGAN KESABARAN, DAN KESEMBERAN ITU SESUDAH KESUSAHAN, DAN TIAP ADA KESUKARAN AKAN ADA KELAPANGAN (Attirmidzy)



Karya tulis ini Unggul persembahkan sebagai ungkapan rasa terima kasih yang tiada terhingga kepada :

Ayahanda A. Muin dan Ibunda Setyowati yang telah mengukir nama Unggul di dunia ini.

Bapak Drs. Suprijono, BA dan Ibu Hj. Sumari atas limpahan kasih sayang serta do'a restu yang selalu menyertai setiap langkah Unggul.

Kelik, Yuniantoro, Ikrarwati, Mas Affandi atas bantuan dan nasehat yang slalu menyertai Unggul.

Ira, Andriea, Hesty, Herru, Dani dan Nyit'nyit atas keceriaan yang slalu menyertai Unggul selama ini.

"Dian" yang slalu memberikan dorongan semangat baru dalam menjalani kehidupan ini.

Rekan-rekan Agronomi angkatan '98 atas persahabatan slama ini yang tak'kan Unggul Lupakan.

*Warga Jalak - 17, Kuljar - Crew, kompor - Crew,
Warga Himagro dan almamaterku
Universitas Jember.*

RINGKASAN

PERTUMBUHAN AKAR DAN BINTIL AKAR TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) AKIBAT APLIKASI
MIKROBA PENGURAI BAHAN ORGANIK DAN
PUPUK *SLOW-RELEASE*

Mirwan Unggul Wibowo
Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Perakaran tanaman kedelai memiliki kemampuan untuk membentuk bintil akar yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium*, dimana faktor-faktor lingkungan yang berada disekitar perakaran mempengaruhi pertumbuhan akar dan asosiasinya dengan bintil akar. Hara N yang tersedia baik yang dipasok oleh pupuk *slow-release* maupun dari bahan organik melalui aktifitas perombakan bahan organik oleh mikroba diduga dapat mempengaruhi pertumbuhan akar dan bintil akar. Hipotesis yang akan diuji adalah apakah benar pertumbuhan akar dan bintil akar dipengaruhi secara nyata oleh adanya mikroba pengurai bahan organik, pupuk *slow-release* maupun interaksi diantara keduanya.

Penelitian yang dilakukan bertujuan mempelajari (1) pengaruh mikroba pengurai bahan organik terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar, (2) pengaruh pupuk *slow-release* terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar dan (3) interaksinya terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar tanaman kedelai.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah kedelai varietas Baluran, larutan mikroba dan pupuk *slow-release*. Alat utama yang digunakan adalah neraca Fexplorer dengan tingkat ketelitian 0.001, oven pengering dan gelas ukur dengan volume 250 ml. Penelitian disusun secara faktorial dengan dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah mikroba pengurai bahan organik, yang terdiri atas dua faktor, yaitu tanpa mikroba dan dengan mikroba yang diberikan ke media tanam dalam bentuk larutan encer, yang didiamkan selama 24 jam pada hari ke-14 sebelum tanam dan hari ke-14 setelah tanam. Faktor kedua adalah pupuk *slow-release*, yang terdiri atas empat taraf dosis, yaitu dosis 0 butir pupuk/tanaman; dosis 1 butir pupuk/tanaman; dosis 2 butir pupuk/tanaman dan dosis 3 butir pupuk/tanaman. Parameter yang diamati adalah parameter utama, yaitu: berat bintil akar 14 dan 44 HST (mg); prosentase bintil aktif 14 dan 44 HST (% bintil aktif); laju pertumbuhan bintil akar (mg/hari); laju prosentase bintil aktif (% bintil aktif/hari); berat kering akar (g); Volume akar (ml); dan laju pertumbuhan akar (cm/hari), sedangkan laju pertumbuhan tanaman (cm/hari); jumlah polong hampa; jumlah polong isi; berat polong isi (g); berat brangkasan basah (g); berat brangkasan kering (g); analisis N – total jaringan dan analisis sifat kimia dan fisika tanah dikelompokkan ke dalam parameter pendukung. Analisis varian dirancang dengan menggunakan program Exel dan uji beda antar nilai rerata perlakuan dilakukan dengan menggunakan prosedur uji beda terkecil (LSD), masing-masing pada tingkat nyata 10%

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa (1) mikroba pengurai bahan organik maupun pupuk *slow-release* tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bintil akar, (2) mikroba pengurai bahan organik dan pupuk *slow-release* tidak meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, tetapi mampu meningkatkan pertumbuhan akar secara nyata dan (3) interaksi antara mikroba pengurai bahan organik dan pupuk *slow-release* mampu meningkatkan pertumbuhan akar dan jumlah polong hampa.

Kata kunci : Akar, Mikroba tanah, Pupuk *slow release*.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Sang kekasih tercinta yang tak terbatas penehayaan cinta bagi umat-Nya Allah, SWT atas rahmat, hidayah, safa'at dan inayah-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.

Terselesaikannya Karya Tulis ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan curahan kasih sayang dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.
2. Teman seperjuangan Sugeng Darmawan dan Mas Sunerko
3. Ir. R. Soedradjad, MT; Ir. Denna Eriani Munandar, MP dan Ir. Irwan Sadiman, MP bantuan dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama penelitian hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.
4. Bapak Ahmad Bisri atas bantuan dan arahan yang diberikan kepada penulis selama di lapang.
5. Bapak Misgo, Mas Budi, Mas Ervan dan M'bak Erni yang telah banyak membantu penulis selama di laboratorium.
6. Drs. Hadiri, MA beserta ibu, Dr. Ir. Didiek Pudji Restanto, MS; Ir. Sundari, PGDip.Agr.Sc; Ir. Miswar, MSi dan rekan-rekan Satria Nusantara Jember yang tiada hentinya memberikan dukungan kepada penulis
7. Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Dr. Ir. Sri hartatik, MS.

Dengan penuh kerendahan hati penulis menyadari bahwa hanyalah Allah, SWT yang memiliki kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran membangun dari pembaca. Semoga Karya Tulis ini bermanfaat bagi khasanah ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pertanian.

Jember, Agustus 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perakaran Tanaman Kedelai	4
2.2 Fiksasi Nitrogen oleh Bakteri <i>Rhizobium</i> Pada Tanaman Kedelai	5
2.3 Hubungan Nitrogen Dengan Pertumbuhan Akar, <i>Rhizobium</i> dan Hasil Pada Tanaman Kedelai	7
2.4 Hubungan Mikroba Dengan Pertumbuhan Akar, <i>Rhizobium</i> dan Hasil Pada Tanaman Kedelai	9
2.5 Peranan Bahan Organik	11
2.6 Hipotesis	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Rancangan Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.4.1 Pengolahan Tanah	14

3.4.2	Pemberian Mulsa dan Mikroba	14
3.4.3	Pemupukan	15
3.4.4	Penanaman	15
3.4.5	Pemeliharaan	15
3.4.5.1	Pengairan	15
3.4.5.2	Pengendalian Hama dan Penyakit	15
3.4.5.3	Pengambilan Contoh Tanaman	15
3.5	Parameter Penelitian	16
3.5.1	Parameter Utama	16
3.5.2	Parameter Pendukung	16
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1	Hasil Penelitian	18
4.2	Pembahasan	22
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran	31
	DAFTAR PUSTAKA	32
	LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

No.	Judul Tabel	Halaman.
1.	Deskripsi Kedelai Varietas Baluran.....	14
2.	Rangkuman Sidik Ragam Seluruh Parameter Percobaan.....	18
3.	Pengaruh Interaksi Antara Perlakuan Mikroba Pengurai Bahan Organik dengan Pupuk <i>Slow-release</i> Pada Beberapa Parameter Percobaan	19
4.	Pengaruh Perlakuan Mikroba Pengurai Bahan Organik dan Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Parameter percobaan	20
5.	Kandungan Nitrogen Total Pada Jaringan Tanaman	21
6.	Analisis Sifat Kimia dan Fisika Tanah Di Lokasi Percobaan.....	22

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul Gambar	Halaman
1.	Interaksi Mikroba Pengurai Bahan Organik dengan Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Berat Kering Akar Tanaman.....	23
2.	Interaksi Mikroba Pengurai Bahan Organik dengan Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Volume Akar Tanaman.....	24
3.	Pengaruh Mikroba Pengurai Bahan Organik Terhadap Berat Kering Akar Tanaman.....	25
4.	Pengaruh Mikroba Pengurai Bahan Organik Terhadap Volume Akar Tanaman.....	25
5.	Pengaruh Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Berat kering Akar Tanaman...	26
6.	Pengaruh Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Volume Akar Tanaman.....	26
7.	Pengaruh Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Laju Pertumbuhan Akar Tanaman.....	27
8.	Pengaruh Mikroba Pengurai Bahan Organik Terhadap Berat Bintil Akar Tanaman 14 dan 44 hari setelah tanam (HST).....	28
9.	Pengaruh Mikroba Pengurai Bahan Organik Terhadap Prosentase Bintil Aktif Tanaman 14 dan 44 hari setelah tanam (HST).....	28
10.	Pengaruh Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Berat Bintil Akar Tanaman 14 dan 44 hari setelah tanam (HST)	29
11.	Pengaruh Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Prosentase Bintil Aktif Tanaman 14 dan 44 hari setelah tanam (HST).....	29
12.	Pengaruh Interaksi Mikroba Pengurai Bahan Organik dan Pupuk <i>Slow-release</i> Terhadap Jumlah Polong Hampa	30

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul Lampiran	Halaman
1.	Berat Bintil Akar 14 hari setelah tanam (HST)	35
2.	Berat Bintil Akar 44 hari setelah tanam (HST)	36
3.	Prosentase Bintil Akar Aktif 14 hari setelah tanam (HST).....	37
4.	Prosentase Bintil Akar Aktif 44 hari setelah tanam (HST).....	38
5.	Laju Pertumbuhan Bintil Akar	39
6.	Laju Prosentase bintil aktif	40
7.	Berat Kering Akar	41
8.	Volume Akar	43
9.	Laju Pertumbuhan Akar	45
10.	Laju Pertumbuhan Tanaman	47
11.	Jumlah Polong Hampa	48
12.	Jumlah Polong Isi	50
13.	Berat Polong Isi	51
14.	Berat Brangkasan Basah	52
15.	Berat Brangkasan Kering	54

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang permasalahan

Akar merupakan bagian dari tanaman yang berperan di dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Akar memiliki dua fungsi, secara fisiologi yaitu sebagai penyerap air dan garam-garam mineral; secara mekanis berfungsi sebagai penopang tanaman agar dapat tumbuh dengan kokoh diatas permukaan tanah (Fahn, 1995). Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh kondisi tanah, suhu tanah, aerasi, ketersediaan air dan unsur hara (Fisher dan Dunham, 1995).

Perakaran tanaman kedelai memiliki kemampuan untuk membentuk bintil akar yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium* (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Bakteri tersebut melakukan simbiosis dengan akar tanaman kedelai untuk memenuhi kebutuhan nitrogen bagi tanaman (Hirsch, *et al.*, 2000).

Rhizobium secara alami ditemukan berasosiasi dengan perakaran tanaman kedelai, yang populasi dan aktifitasnya dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tersedianya unsur nitrogen di dalam tanah (Rao, 1986); kondisi fisik; kimia; dan biologi yang terjadi di dalam tanah serta harus berkompetisi dengan organisme lain untuk memperoleh sumber energi, unsur hara dan kebutuhan hidup lain (Pujiyanto, 2001).

Nitrogen merupakan unsur makro yang paling menonjol diantara unsur-unsur yang diperlukan tanaman. Keberadaan unsur tersebut di dalam tanah sangat terbatas, sehingga diperlukan cara yang dapat menambah nitrogen di dalam tanah. Pemupukan nitrogen secara konvensional merupakan alternatif yang digunakan untuk mengatasi kendala tersebut. Namun faktor kehilangan unsur hara yang disebabkan oleh pencucian, penguapan, perkolasi tidak dapat dihindari sehingga menurunkan efisiensi dan efektifitas pemupukan nitrogen (Hauck, 1997; Boswell, *et al.*, 1997). Penggunaan pupuk N lambat tersedia (*Slow-release*) merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut, karena penggunaan pupuk N lambat tersedia dapat meningkatkan kandungan N yang terdapat di dalam tanah. (Tonniissen, *et.al.*, 2000). Selain itu, pelepasan unsur N pada pupuk tersebut dilakukan secara terkendali sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga unsur N

dapat digunakan oleh tanaman secara optimal (Hauck, 1997). N yang cukup tersedia di dalam tanah dapat merangsang pertumbuhan tanaman (poliferasi akar) tetapi dalam jumlah yang besar justru akan (1) menghambat pertumbuhan akar (Gardner, dkk., 1991), (2) mempengaruhi infeksi bakteri pada rambut akar, (3) jumlah nitrogen yang difiksasi oleh *Rhizobium* (Rao, 1986), dan (4) dapat menekan aktifitas *Rhizobium* (Hakim, dkk., 1986).

Pemanfaatan mikroba tanah sebagai pupuk hayati merupakan alternatif lain yang mudah dan tidak memerlukan biaya yang mahal. Secara umum, pupuk hayati tersebut mempunyai peranan di dalam meningkatkan kesuburan tanah, efisiensi pemupukan serta mengurangi pencemaran lingkungan (Purwaningsih, 2001; Utari dan Rokhmiansih, 2001; Soedardjo, 2001). Keberadaan mikroba tanah tersebut dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman melalui aktifitasnya dalam merombak bahan organik (Soedardjo, 2001), memacu hormon pertumbuhan auksin dan gibberelin (Brown, 1986), namun bagi *Rhizobium* dapat menjadi pesaing di dalam mendapatkan unsur hara tertentu dan sumber energi.

Berdasarkan uraian diatas, pertumbuhan akar dan aktifitas *Rhizobium* sangat penting bagi tanaman kedelai terutama di dalam penyerapan unsur hara yang berada di udara untuk memenuhi kebutuhan nitrogen bagi tanaman. Pertumbuhan akar maupun aktifitas *Rhizobium* dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya tersediaanya N di dalam tanah dan aktifitas mikroorganisme tanah. Oleh karena itu diperlukan suatu kajian mengenai pertumbuhan akar serta bintil akar yang diperlakukan dengan mikroba dan pupuk N lambat tersedia (*Slow-release*).

1.2 Tujuan Penelitian.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mempelajari: (1) Pengaruh perlakuan mikroba terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar tanaman kedelai, (2) Pengaruh perlakuan pupuk *slow-release* terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar tanaman kedelai; (3) Interaksi antara perlakuan mikroba dengan pupuk *slow-release* terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar tanaman kedelai.

1.3 Manfaat Penelitian.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu informasi serta bahan pertimbangan tentang penggunaan mikroba dan pupuk *slow-release* yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perakaran Tanaman Kedelai.

Akar adalah bagian yang tidak dapat dipisahkan dari tanaman dan mempunyai fungsi yang sama penting dengan bagian atas tanaman. Peranan akar sangat penting dalam pertumbuhan tanaman sebagaimana yang tersirat dalam konsep keseimbangan fungsi yang dikembangkan oleh Brower 1963, konsep ini menekankan pada potensi pertumbuhan akar perlu dicapai sepenuhnya untuk mendapatkan potensi pertumbuhan bagian atas tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Fungsi utama dari akar yaitu untuk memperkuat berdirinya tanaman; menyerap air, zat makanan, dan penumbunan makanan, selain itu akar juga merupakan sumber utama beberapa pertumbuhan pengatur tanaman tertentu (Fisher dan Dunham, 1995).

Radikel dari perkecambahan benih menghasilkan akar pertama dari tanaman baru yang disebut akar primer. Arah pertumbuhan akar tersebut biasanya mengarah kebawah (Mullen, 2001). Pada struktur perakaran kedelai umumnya terdiri atas akar primer yang besar dengan percabangan halus lateral tumbuh disekelilingnya, kehalusan akan semakin mengecil, dengan semakin mengecilnya percabangan sehingga cabang tersier lebih halus dibandingkan dengan cabang sekunder (Gardner, dkk., 1991; Mullen, 2001). Pada rambut akar kedelai terdapat *musigel* yang berinteraksi langsung dengan partikel tanah. *Musigel* tersebut membantu akar untuk melakukan penetrasi kedalam tanah serta meningkatkan penyerapan air dan mineral. Penyerapan air dan mineral lebih dulu dilakukan oleh ujung rambut akar, hal ini dikarenakan bagian pendewasaan akar kekurangan akar rambut sehingga mengekskresikan lapisan lilin yang membatasi penyerapan air oleh akar. Hal tersebut sangat penting bagi aktifitas pertumbuhan akar agar dapat terus tumbuh secara optimal (Mullen, 2001).

Pertumbuhan akar sangat cepat setelah benih berkecambah. Pada saat akar masuk kedalam fase pendewasaan akan mengandung 1/6 sampai 1/3 bagian dari berat total tanaman. Sistem akar pada tanaman kedelai digambarkan sebagai

cabang-cabang dari akar tunjang yang dapat melakukan penetrasi kedalam tanah sedalam 3 sampai 5 kaki yang sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah; penghalang mekanis; drainase dan aerasi tanah; ketersediaan air; zat pengatur pertumbuhan (auksin dan gibberellin) dan unsur hara (Mullen, 2001)

2.2 Fiksasi Nitrogen Oleh Bakteri *Rhizobium* Pada Tanaman Kedelai.

Rhizobium secara alami ditemukan berasosiasi dengan perakaran tanaman kacang-kacangan yang membantu memfiksasi nitrogen bebas dari udara dan hasilnya digunakan untuk menyediakan unsur nitrogen bagi tanaman (Wahyuni, 1993; Waluyo, 2000; Hirsch, *et.al.*, 2001).

Bintil akar terbentuk sebagai tempat penambatan nitrogen, merupakan suatu iritasi pada permukaan akar dan bakteri kemudian masuk melalui akar rambut sehingga tabung-tabung infeksi terbentuk sepanjang akar rambut dan mencapai korteks (Hakim, dkk., 1986). Komponen utama bintil akar adalah korteks; meristem; sistem pembuluh dan bakterioid. Ukuran bintil akar sangat bervariasi tergantung pada karakteristik tanaman inang (Gardner, dkk., 1991). Bintil akar tanaman kedelai mulai terbentuk 8 sampai 10 hari setelah penanaman dan bakteri mulai aktif menambat nitrogen dua minggu kemudian. Penambatan tersebut berlangsung terus sampai bintil akar berumur 6 sampai 7 minggu saat bintil akar mulai menua (Mullen, 2001).

Proses pembentukan formasi bintil akar merupakan rangkaian interaksi yang kompleks antara *Rhizobia* dan akar tanaman. Awalnya, tanaman mengeluarkan senyawa yang secara kemotaktis menarik bakteri ke *Rhizofer* dan mempersilahkan bakteri untuk berkembang biak. Lektin menjadi mediator agar *Rhizobia* dengan mudah menempel pada rambut akar. Selama proses pembentukan bintil akar, akar tanaman mengeluarkan *triptophan* yang kemudian dioksidasi oleh *Rhizobia* menjadi IAA, bersama ko-faktor yang belum diketahui jenisnya merangsang pembengkokan cabang akar tanaman inang. *Polygalacturonase*, yang dikeluarkan oleh *Rhizobia* maupun tanaman inang, menyebabkan jaringan akar tanaman menjadi lunak (Soedradjad, 2002a).

Infeksi dimulai dengan membentuk suatu tabung infeksi berbentuk benang yang dikelilingi oleh membran sel dan dinding selulotik. Benang infeksi masuk diantara sel korteks akar. Sel bintil akar yang pertama berkembang mengandung dua kromosom, dan sel tetraploid berkembang menjadi sel bintil akar utama dan menjadi jaringan penambat nitrogen. Dalam jaringan akar yang terinfeksi, *Rhizobia* berkembang-biak dan sel membesar membentuk bakterioid. Sel bakterioid memproduksi dan mengandung *nitrogenase* aktif, kemudian melakukan penambatan nitrogen dari atmosfer (Soedradjad, 2002a).

Bintil akar yang efektif umumnya berwarna merah dibagian tengah dan terletak di leher akar. Warna merah dibagian tengah bintil menunjukkan adanya *leghemoglobin* yang mengandung oksigen yang serupa dengan *hemoglobin* pada darah hewan (Mullen, 2001). Ketahanan hidup dari *Rhizobium* di alam sangat tergantung pada kondisi pH tanah; zat pertumbuhan; nitrogen; jarak tanaman budidaya yang menjadi inang (Gardner, dkk., 1991), serta keberadaan mikroorganisme tanah yang dapat menjadi pesaing untuk memperoleh sumber energi (Budiyanto, 2002).

Kondisi fisik, kimia dan biologi tanah mempengaruhi populasi dan aktifitas bakteri *Rhizobium*. Temperatur dan cahaya merupakan kondisi fisik yang memegang peranan penting di dalam aktifitas serta populasi *Rhizobium*. Temperatur dibawah 10° C menghambat infeksi rambut akar. Rentang waktu yang menguntungkan untuk pembentukan jaringan bakterioid di dalam bintil akar adalah 20° sampai 30°C. Pengaruh cahaya terkait dengan fotoperiode. Fotoperiode mempengaruhi pembentukan ukuran dan jumlah bintil pada sistem akar, pembentukan bintil akar akan terhambat apabila panjang hari ditambah dan akan berjalan dengan cepat jika panjang hari berkurang (Rao, 1986).

Populasi dan aktifitas *Rhizobium* dipengaruhi oleh pH, media yang memiliki pH yang masam menyebabkan berkurangnya kolonisasi *Rhizobium* di dalam tanah dan *Rhizosfer* yang menyebabkan terhambatnya terbentuknya bintil akar. *Rhizobium* mampu melakukan aktifitasnya sampai dengan pH = 3,5, sedangkan pada pH yang netral dan sedikit basa (pH = 5 - 6,5) akan meningkatkan populasi dan aktifitas bintil akar (Rao, 1986).

Nitrogen merupakan unsur yang berada di dalam tanah. Pada tingkatan tertentu akan mempengaruhi infeksi pada rambut akar, jumlah bintil, struktur bintil dan jumlah nitrogen yang difiksasi. Penggunaan pupuk N dalam bentuk amonium nitrat (NH_4NO_3) dapat meningkatkan jumlah bakterioid, sedangkan dalam bentuk amonia (NH_3) akan menurunkan jumlah dan aktifitas bakterioid (Rao, 1986).

Rhizobium saat memfiksasi N membutuhkan bahan organik dan inorganik. Molibdenum (Mo) dalam jumlah yang kecil merupakan bagian penting dari enzim *nitrogenase*. *Nitrogenase* juga mengandung elemen S dan Fe, dalam jumlah yang tinggi digunakan untuk mengaktifkan penambatan nitrogen oleh bintil akar (Atlas and Bartha, 1981).

Interval waktu penanaman tanaman inang yang bersimbiosis dengan *Rhizobium* menentukan populasi dari *Rhizobium*. Interval waktu penanaman yang lama dari tanaman inang akan menurunkan aktifitas *Rhizobium* dan populasinya akan menurun, sebaliknya aktifitas dan populasi *Rhizobium* akan meningkat seiring dengan interval waktu penanaman yang berdekatan (Atlas and Bartha, 1981).

Kompetisi di dalam mendapatkan sumber makanan diantara mikroorganisme sering terjadi. Penyebab utama dari kompetisi tersebut adalah terbatasnya sumber makanan yang diperlukan mikroorganisme untuk melangsungkan hidupnya (Budiyanto, 2002). *Rhizobium* tergolong bakteri heterotof yang membutuhkan sumber makanan dalam bentuk karbon organik. Kandungan karbon organik di dalam tanah rendah sehingga kompetisi diantara bakteri heterotrof terjadi (Atlas and Bartha, 1981).

2.3 Hubungan Nitrogen dengan Pertumbuhan Akar, *Rhizobium* dan Hasil pada Tanaman Kedelai.

Nitrogen merupakan unsur hara makro essensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar. Jumlah nitrogen di dalam tanah sangat sedikit, sedangkan yang terangkut oleh tanaman ketika panen sangat banyak (Waluyo, 2002). Unsur nitrogen diserap oleh perakaran tanaman dalam bentuk nitrat (NO_3^-);

amonium (NH_4^+) dan bahan yang lebih kompleks seperti asam amino. Dalam keadaan aerob NH_4^+ cepat mengalami oksidasi karena nitrifikasi menjadi NO_2^- dan akhirnya terbentuk NO_3^- , sebaliknya dalam keadaan reduksi bakteri denitrifikasi akan mereduksi NO_3^- menjadi NO_2^- dan kemudian membentuk gas N_2 yang mudah menguap sehingga nitrogen tidak tersedia bagi tanaman (Atlas and Bartha, 1981).

Nitrogen bagi akar akan berpengaruh perkembangan akar dan pemanjangan akar (Gardner, dkk., 1991). Konsentrasi nitrogen yang tersedia di dalam tanah akan mempengaruhi perbandingan akar dan daun, semakin rendahnya konsentrasi nitrogen maka akar akan tumbuh dengan cepat dan lebih besar, sebaliknya semakin tinggi konsentrasi nitrogen maka akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan akar dibanding dengan daun (Tjionger, 2002). Nitrogen pada tingkat tertentu akan mempengaruhi infeksi pada rambut akar, jumlah bintil, struktur bintil dan jumlah nitrogen yang difiksasi. Penggunaan pupuk N dalam bentuk amonium nitrat (NH_4NO_3) dapat meningkatkan jumlah bakterioid, sedangkan dalam bentuk amonia (NH_3) akan menurunkan jumlah dan aktifitas bakterioid (Rao, 1986). Pupuk nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) akan menurunkan tingkat fiksasi nitrogen (Shibles, 2001). Simbiosis tanaman legum dan perkembangan bintil serta kemampuannya untuk memfiksasi nitrogen akan dihambat bila NO_3^- ditambahkan pada media tumbuh (Wahyuni, 1993).

Nitrogen yang dibutuhkan oleh tanaman kedelai diperoleh dari hasil penambatan N dari udara oleh bakteri *Rhizobium* (Shibles, 2001). Pemberian pupuk N akan memacu pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai, namun tidak ada pengaruhnya terhadap hasil panen biji (Gardner, 1991).

Pupuk N terkendali (*Slow-release*) merupakan pupuk yang secara ideal mampu memasok hara ke dalam tanah dengan laju dan konsentrasi yang memungkinkan tanaman yang sedang tumbuh mempertahankan perwujudan maksimum dari kemampuan genetiknya. Mekanisme pelepasan unsur hara yang terkendali menandakan bahwa hanya sedikit sekali nitrogen yang tersedia selama periode awal yang diikuti suatu pelepasan yang berlahan-lahan ataupun cepat N tersedia bagi tanaman ke dalam tanah (Hauck, 1997). Pelepasan unsur hara N dari

pupuk *slow-release* dipengaruhi oleh adanya bahan-bahan yang lambat tersedia dan dapat dimodifikasi dengan bahan tambahan kimia seperti penghambat nitrifikasi atau urease yang mempengaruhi transformasi N dalam tanah (Boswell, 1997). Tanggapan tanaman akan pupuk N terkendali dengan sumber-sumber N yang beraksi cepat dan mudah larut dapat sama, tetapi N yang diambil dari bahan-bahan yang lambat tersedia lebih sedikit. Hal ini merupakan ciri yang dikehendaki dari pupuk N terkendali jika pupuk yang tertinggal didalam tanah akan menjadi tersedia bagi tanaman berikutnya (Hauck, 1997).

2.4 Hubungan Mikroba Tanah dengan Pertumbuhan Akar, *Rhizobium* dan Hasil pada Tanaman Kedelai.

Di dalam tanah, hidup berbagai mikroorganisme yang melakukan serangkaian kegiatan yang secara makro menguntungkan bagi kehidupan mikroflora didalam tanah bersama-sama makroflora dan fauna yang lain memegang peranan yang penting bagi genesis dan kesuburan tanah (Rao, 1986).

Mikroorganisme dikelompokkan berdasarkan fungsi dan hubungan sistematis. Secara fungsional mikroba menggunakan karbon (C) dan energi untuk proses metabolisme pertumbuhan dan reproduksi. Energi yang dipergunakan oleh mikroba diantaranya berasal dari sinar matahari, oksidasi molekul organik dan anorganik yang dikenal mikroba fototrof dan kemotrof. Organisme yang mengambil bahan makanan dari karbon dalam bentuk anorganik disebut autotrof, sedangkan yang dalam bentuk organik disebut heterotrof. (Metting, 1997).

Bakteri, fungi dan aktinomisetes merupakan tiga kelompok mikroflora yang populasinya paling banyak di dalam tanah, Setiap meter persegi tanah lapisan atas mengandung 10^9 bakteri dan 10^7 fungi dan aktinomisetes. Populasi bakteri lebih banyak terdapat di *Rhizosfer* dibandingkan dengan fungi dan aktinomisetes. hal ini disebabkan daerah *Rhizosfer* kaya akan faktor-faktor yang penting bagi kelangsungan hidup bakteri (Atlas and Bartha, 1981).

Beberapa senyawa organik yang dikeluarkan oleh akar kedalam tanah diantaranya yaitu : asam amino; vitamin; gula, tannin, alkaloid mampu merangsang pertumbuhan mikroba di *Rhizosfer* (Bolton, *et.al.*, 1997). *Rhizosfer* umumnya

ditempati oleh bakteri yang mampu menghasilkan produk organik yang dapat mempengaruhi sistem perakaran (Rao, 1986). Populasi bakteri *Arthobacter*, *Pseudomonas* dan *Agrobacterium* mampu menghasilkan auksin dan gibberellin yang dapat memacu pertumbuhan rambut akar dan perkecambahan biji (Atlas and Bartha, 1981). Dalam konsentrasi yang kecil auksin mampu mempengaruhi pertumbuhan akar dan dalam konsentrasi yang besar mampu meningkatkan pemanjangan akar (Arsyad and Frankenberger, 1997).

Mikroorganisme di *Rhizosfer* mampu mengikat nitrogen dari udara, beberapa diantaranya yaitu *Azotobacter*, *Rhodospirillum* dan *Clostridium pastenarium* (Atlas and Bartha, 1981). Selain itu bakteri-bakteri nitrifikasi juga terlibat di dalam pengikatan nitrogen bebas, diantaranya *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* dan *Nitrosococcus* dan yang bersimbiosis dengan tanaman legum yaitu *Rhizobium* (Budiyanto, 2002).

Kompetisi di dalam mendapatkan bahan makanan diantara mikroorganisme di *Rhizosfer* dapat terjadi. Kompetisi tersebut terjadi pada mikroorganisme heterotrof yang kebutuhan energinya dipenuhi oleh adanya C-organik, sedangkan jumlah C-organik di dalam tanah terbatas (Atlas and Bartha, 1981).

Hubungan yang antagonis antara mikroorganisme sering dijumpai diantara mikroorganisme di dalam tanah. Beberapa diantaranya terdiri dari bakteri dan fungi. Spesies *Bacillus*, *Streptomyces*, *Aerobacillus* dan *Nocardia* mampu menghasilkan zat antibiotik yang aktif terhadap bakteri gram-negatif diantaranya *Rhizobium* dan bakteri nitrifikasi sehingga pertumbuhan dan perkembangan bakteri tersebut akan terhambat (Rao, 1986).

Mikroba tanah mempengaruhi pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai. Hasil penelitian Purwaningsih (2001) menunjukkan pemberian mikroba tanah mampu meningkatkan jumlah polong, bobot kering biji serta produksi panen. Pemberian mikroba tanah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, jumlah bintil dan komponen hasil pada tanaman kedelai (Utari dan Rokhminarsih, 2001).

2.5 Peranan Bahan Organik

Bahan organik tanah terdiri dari sisa-sisa tanaman dan hewan dari semua tahapan dekomposisi karena kerja mikroorganisme tanah. Berbagai macam senyawa organik yang mencapai tanah dalam bentuk sisa-sisa tanaman atau hewan tersusun dari karbohidrat yang kompleks : gula, tepung, selulosa, hemiselulosa, pektin, asam organik, lignin, hidrokarbon, alkaloid dan produk-produk lainnya (Rao, 1986).

Proses perombakan bahan organik ditentukan oleh banyak faktor. Faktor-faktor tersebut tidak saja berupa sifat fisik dan kimia bahan, tetapi faktor lingkungan juga sangat menentukan. Kelompok mikroorganisme yang bersifat heterotrof seperti bakteri, fungi, aktinomisetes dan protozoa ikut terlibat di dalam proses perombakan bahan organik. Peranan dari mikroorganisme perombak selulosa dan lignin sangat penting dalam perombakan bahan organik. Umumnya, Mikroorganisme memperoleh energi dan karbonnya dari perombakan ini : untuk setiap 10 bagian C digunakan 1 bagian N untuk setiap pembentukan protoplasma sel. Fungi lebih efisien dalam menggunakan C daripada Bakteri dan aktinomisetes, sehingga evolusi CO_2 berkurang bila fungi dominan dalam proses dekomposisi bahan organik (Soedradjad, 2002b).

Perombakan bahan organik dapat berlangsung melalui dua cara yaitu aerobik dan anaerobik. Proses perombakan secara aerobik berlangsung lebih cepat dari anaerobik. Hal ini antara lain disebabkan oleh karena banyaknya mikroorganisme yang terlibat. Perombakan secara aerobik, mikroorganisme menggunakan C sebagai sumber energi dan bahan pembentuk protoplasma bersama-sama dengan N, P, S dan unsur pembentuk protoplasma lain. Pada umumnya $2/3$ dari C dikeluarkan sebagai CO_2 , $1/3$ -nya bergabung dengan N membentuk sel hidup. Tidak ada bau yang menusuk bila proses dekomposisi berlangsung secara aerobik. Perombakan secara anaerobik berlangsung tanpa oksigen (bebas). Pada tahap pertama, yang aktif adalah kelompok khusus bakteri asam yang bersifat heterotrof fakultatif, merombak bahan organik menjadi asam-asam lemak, aldehyd. Kemudian kelompok aktif bakteri CH_4 , NH_3 , H_2 . Oksigen (O_2) diperlukan tapi tidak dalam bentuk senyawa kimia O_2 yang larut bebas.

Perombakan bahan organik disertai oleh bau yang timbul oleh H_2S dan senyawa-senyawa yang mengandung S tereduksi seperti merkaptan (Soedradjad, 2002b).

Bahan organik tidak saja mensuplai unsur hara N, P dan K tetapi juga unsur hara esensial lainnya termasuk unsur mikro seperti Mn, Zn, Cu, dan Bo. Ukuran bahan organik yang berkualitas baik rata-rata mengandung 1% - 1.5% N, 0.44% P, dan 1.25% K. N-organik memerlukan waktu sebelum tersedia bagi tanaman. Jumlah N-organik yang tersedia bagi tanaman pertama adalah sekitar 30%, 60% - 70% P dan 75% K tersedia bagi tanaman pertama. Sisanya tersedia bagi tanaman berikutnya (Soedradjad, 1998b). Di dalam penggunaan bahan organik perlu memperhatikan sifat fisik tanah, iklim (Hakim, dkk., 1986), jenis tanaman dan kualitas dari kompos (Soedradjad, 2002b)

Sifat fisik tanah yang penting diperhatikan adalah tekstur tanah. Tanah yang bertekstur liat semakin tinggi pula bahan organik dan N-tanah bila kondisi lainnya sama (Hakim, dkk., 1986). Keuntungan penambahan bahan organik akan meningkatkan ketersediaan air, memperbaiki aerasi, drainase dan ketersediaan unsur hara. Tanaman berbeda responnya terhadap penambahan bahan organik. Ada tanaman yang baik tumbuhnya bila ditanam pada bahan organik 100%. Namun pada umumnya, tanaman akan tumbuh dengan baik pada campuran antara tanah dan kompos (Soedradjad, 2002b)

2.6 Hipotesis.

Berdasarkan latar belakang masalah, kajian pustaka dan tujuan penelitian maka dapat diambil hipotesis berikut :

1. Perlakuan mikroba berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar tanaman kedelai.
2. Perlakuan pupuk *slow-release* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar tanaman kedelai.
3. Interaksi antara perlakuan mikroba dengan pupuk *slow-release* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar dan bintil akar tanaman kedelai.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu.

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Universitas Jember desa Jubung kecamatan Sukorambi kabupaten Jember selama enam bulan, yang dimulai bulan Juli 2002 sampai dengan November 2002.

3.2 Bahan dan Alat.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas Baluran dengan deskripsi benih ditunjukkan pada (Tabel 1); Mikroba dengan komposisi: *Lactobacillus*, bakteri *Fotosintetik*, *Bacillus Actinomycetes*, *Azotobakter*, *Cellulatic Nitrosomonas*, *Nitrobacter* yeast, dan Enzim. Mulsa Jerami sebagai bahan organik; dan pupuk *slow-release* dengan komposisi kandungan 6 hara makro (N = 18; P₂O₅ = 10; K₂O = 12; MgO = 2; CaO = 8; S = 5; dan Fe = 1) yang memiliki berat per butirnya \pm 0,5 gram.

Peralatan yang digunakan antara lain yaitu : neraca Fexplorer dengan tingkat ketelitian 0,001; oven pengering; dan gelas ukur dengan ukuran volume 250 ml

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian disusun secara faktorial dengan dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah mikroba pengurai bahan organik, yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa mikroba (M0) dan mikroba dengan dosis 180 ml (M1). Faktor kedua adalah pupuk *slow-release*, yang terdiri atas empat taraf dosis pupuk, yaitu dosis 0 butir pupuk/tanaman (S0), dosis 1 butir pupuk/tanaman (S1), dosis pupuk 2 butir pupuk/tanaman (S2) dan dosis pupuk 3 butir pupuk/tanaman (S3).

Data yang didapat kemudian dianalisis dengan menggunakan sidik ragam, yang kemudian dilanjutkan dengan uji LSD 10% jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata.

Tabel 1. Deskripsi Kedelai Varietas Baluran

Karakteristik	Keterangan
Warna :	
– Hipokotil	Ungu
– Epikotil	Hijau
– Daun	Hijau
– Bulu	Coklat
– Bunga	Ungu
– Polong masak	Coklat
– Kulit biji	Kuning
Tipe pertumbuhan	Determinate
Bentuk biji	Bulat telur
Tinggi tanaman	60 - 80 cm
Umur :	
– Berbunga	33 hari
– Polong masak	80 hari
Ukuran biji (gr/100 biji)	15 - 17 gram
Potensi hasil	2,5 - 3,5 ton/ha

Sumber : Lampiran keputusan Menteri Pertanian tentang pelepasan galur kedelai GC 88025-3-2 sebagai varietas unggul pada tanggal 15 April 2002.

3.4 Pelaksanaan Penelitian.

3.4.1 Pengolahan Tanah.

Pengolahan tanah dilakukan dengan dibajak sampai dengan lapisan olah tanah (20 - 30 cm), kemudian tanah digemburkan dan dibuat bedengan-bedengan dengan ukuran 2 x 1,5 meter sebanyak 24 buah.

3.4.2 Pemberian Mulsa dan Mikroba.

Mulsa sebagai bahan organik diberikan setelah tanah selesai diolah dengan cara diletakan secara merata diatas tanah sesuai dengan perlakuan, lalu dilembabkan dengan cara disiram dengan air. Pemberian mikroba dilakukan dengan mencampurkan mikroba dengan air dan sukrosa dengan perbandingan (180 ml : 18 l : 18 sdm), kemudian mikroba didiamkan selama 24 jam, lalu disemprotkan secara merata pada bedengan yang diberi mulsa 14 hari sebelum tanam dan 14 hari setelah tanam.

3.4.3. Pemupukan.

Pemupukan dilakukan satu kali, yaitu pada saat penanaman. Pupuk yang digunakan adalah pupuk *slow-release* dengan dosis sesuai perlakuan yang diuji, yaitu dosis 0 butir pupuk/tanaman (S0); dosis 1 butir pupuk/tanaman (S1); dosis 2 butir/tanaman (S2); dan dosis 3 butir pupuk/tanaman (S3).

3.4.4 Penanaman

Pada saat tanam, tanah dibuat lembab agar benih cepat tumbuh. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 40 x 10 cm yang sebelumnya dibuat lubang dengan cara digenjik sedalam 2 – 4 cm, kemudian benih dimasukkan sebanyak 2 benih/ lubang, setelah itu lubang ditutup dengan tanah yang dicampur dengan abu dan furadan.

3.4.5 Pemeliharaan

3.4.5.1 Pengairan.

Pengairan dilakukan pada pagi dan sore hari pada periode vegetatif sampai dengan periode pengisian polong dengan cara disiram dengan memakai gembor.

3.4.5.2 Pengendalian Hama dan Penyakit.

Pengendalian dilakukan pada saat tanaman berusia 10 hari sampai dengan tanaman siap panen. Pengendalian dilakukan dengan cara melakukan kontrol terhadap setiap plot-plot percobaan dan bila terdapat gejala serangan hama dan penyakit barulah dilakukan tindakan pencegahan.

3.4.4.5 Pengambilan Contoh Tanaman.

Pengambilan contoh dilakukan saat tanaman berumur 14 hari dan umur 44 hari setelah tanam. Pengambilan tanaman dilakukan dengan mengambil keseluruhan bagian mulai akar sampai pucuk dengan cara membasahi tanah tempat tumbuh dengan air agar gembur, lalu tanah dicangkul secara melingkar kemudia tanaman dicabut pelan-pelan agar akarnya tidak putus.

3.5 Parameter Penelitian.

3.5.1 Parameter Utama.

1. Berat bintil akar 14 dan 44 hari setelah tanam (mg), diukur dengan menimbang berat bintil akar segar pada umur 14 dan 44 HST dengan menggunakan neraca Explorer yang memiliki ketelitian 0,001.
2. Prosentase bintil aktif 14 dan 44 hari setelah tanam (% bintil aktif), diukur dengan menghitung perbandingan jumlah bintil akar aktif secara visual dengan jumlah total bintil akar tanaman, yang kemudian dikalikan dengan 100%.
3. Laju pertumbuhan bintil akar (mg/hari), diukur dari selisih berat bintil akar pada hari ke-44 setelah tanam dengan berat bintil akar pada hari ke-14 setelah tanam.
4. Laju prosentase bintil aktif (% bintil aktif/hari), diukur dari selisih prosentase bintil aktif hari ke-44 setelah tanam dengan prosentase hari ke-14 setelah tanam.
5. Laju pertumbuhan akar (cm/hari), diukur dari selisih panjang akar pada hari ke-44 setelah tanam dengan panjang akar pada hari ke-14 setelah tanam.
6. Berat kering akar (g), diukur dengan menimbang akar tanaman yang sudah dikeringkan dengan menggunakan oven pada kisaran suhu 70°C sampai dengan 80°C selama 48 jam. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan alat timbangan analitik dengan tingkat ketelitian 0.01.
7. Volume akar (ml), diukur dengan menggunakan gelas ukur yang memiliki volume 250 ml, pengukuran dilakukan dengan memasukan akar kedalam gelas ukur dan kemudian melihat selisih kenaikan air yang ada.

3.5.2. Parameter pendukung.

1. Laju pertumbuhan tanaman (cm/hari), diukur dari selisih tinggi tanaman pada umur 44 hari setelah tanam dengan tinggi tanaman pada umur 14 hari setelah tanam.

2. Jumlah polong hampa, diukur dengan menghitung jumlah polong yang tidak ada isinya pada setiap tanaman.
3. Jumlah polong isi, diukur dengan menghitung polong yang berisi tiap tanaman.
4. Berat polong isi (g), diukur dengan menimbang polong yang berisi dengan timbangan analitik dengan tingkat ketelitian 0.01.
5. Berat brangkasan basah (g), diukur dengan menimbang seluruh bagian tanaman yang baru diambil dari lapang.
6. Berat brangkasan kering (g), diukur dengan mengeringkan terlebih dahulu seluruh bagian tanaman dengan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 70°C-80°C
7. Kandungan N-total tanaman, yaitu kandungan Nitrogen yang beradan di dalam daun yang kemudian diukur dengan metode N-kedhjal.
8. Analisis Tanah, analisis dilakukan sebelum penelitian dimulai yang meliputi sifat (a) kimia tanah: pH (H₂O) dan kandungan C-Organik; (b) fisika tanah: tekstur dan kapasitas tukar kation (CEC) dan (c) unsur hara N, P, K, Ca, Na dan Mg di lokasi percobaan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Mikroba pengurai bahan organik berpengaruh nyata terhadap berat kering dan volume akar, dengan berat kering akar terbesar 1,73 gram pada perlakuan mikroba dan volume akar terbesar 5,57 ml pada perlakuan tanpa mikroba.
2. Pupuk *slow-release* belum dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Namun berpengaruh nyata terhadap berat kering dan volume akar, dan berat brangkasan basah, dengan berat dan volume terbesar 1,82 gram dan 4,33 ml pada dosis 3 butir pupuk/tanaman, dan berat brangkasan basah terbesar 60,36 gram pada dosis 1 butir pupuk/tanaman.
3. Interaksi antara mikroba dengan pupuk *slow-release* berpengaruh nyata terhadap berat kering akar dan volume akar. Perlakuan dengan Mikroba dan dosis 3 butir pupuk/tanaman menghasilkan berat kering dan volume akar terbesar, 2,03 gram dan 5,57 ml.

5.2 Saran.

Penggunaan mikroba pengurai bahan organik sebaiknya dilakukan lebih awal dengan interval waktu yang berdekatan sehingga proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih awal sehingga unsur hara tersedia bersama-sama dengan unsur hara yang dipasok oleh *pupuk slow-release* dapat dengan segera diserap oleh tanaman sehingga tidak saja berpengaruh terhadap pertumbuhan akar tetapi juga pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.



DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M. and W.T. Frankenberger. 1997. Microbial Production of Plant Growth Regulator in Metting, F.B. (ed). 1997, *Soil Microbia Ecology*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Atlas, R.M. and R. Bartha. 1981. *Microbial Ecology :Fundamental and Application*. Addison Wesley Publishing Company Inc, Philipines.
- Bolton, H.; J.K. Fredickson and L.F. Elliot. 1997. Microbial Ecology of The Rhizosfer, in Metting, F.B. (ed). 1997. *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Boswell, F.C.; J.J. Mesisenger dan N.L. Case. 1997. Produksi Pemasaran dan Penggunaan Pupuk Nitrogen dalam Engelstad, O.P (ed). 1997. *Fertilizer technology and Use*. Terjemahan : Didiek Hadjar Goenadi. *Teknologi dan Penggunaan Pupuk*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Brown, E.M. 1986. Microbial Manipulation and Plant Performance in J.G. Carr (ed). 1986. *Micobial in Agriculture, Fhiseries and Food*. The Society for Applied Bacteriology Symposium Serie No. 4. Academy Press Inc, London.
- Budiyanto, M.A.K. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Universitas Muhammadiyah, Malang.
- Fahn, A. 1995. Plant Anatomy. Terjemahan : Ahmad Soediarlo; R.M. Trenggono; Machmud Natasaputra dan Hildan Akmal. *Anatomi Tumbuhan*. Gadjah Mada Unversity Press, Yogyakarta.
- Fishers, N.M dan R.J. Dunham. 1995. Morfologi Akar dan Pengambilan Zat Hara dalam Goldworthy, P.R. dan N.N. Fisher (eds). 1995. *The Physiology of Tropical Field Crops*. Terjemahan : Tohari. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Gardner, F.P.; R.B. Pearche dan R.L. Mitchel. 1991. *Physiology of Crop Plant*. Terjemahan : Herawati Soesilo. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hakim, N.; M.Y. Yusuf; A.M. Lubis; S.G. Nugroho; M.R. Saul; M.A. Diha, G.B. Hong; dan H.H. Bailey. 1986. *Dasar - Dasar Ilmu Tanah*. Badan Penerbit Universitas Lampung, Lampung.

- Hauck, R.D. 1997. Pupuk Nitrogen Lambat Tersedia dan Berpenghambat Bio dalam Engelstad, O.P (ed). 1997. Fertilizer technology and Use. Terjemahan : Didiek Hadjar Goenadi. *Teknologi dan Penggunaan Pupuk*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hirsch, A.M., M.R. Lum and J.A. Downie. 2001. What Makes The Rhizobia Legum Symbiosis so Special. *Plant Physiology*: 127 : 1484-1494 (online). <http://www.Plantphysiol.org>, diakses 1 Januari 2003.
- Jacob, A. 2001. Metode dan Teknik Pengambilan Contoh Tanah dan Tanaman dalam Mengevaluasi Status Kesuburan Tanah. *Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor* (online). <http://www.hayati.ipb.com>, diakses 31 mei 2003.
- Metting, F.B. 1997. Structure and Physicologycal Ecology of Soil Microbial Communities in Metting, F.B (ed) 1997. *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Mullen, R. 2001. *Soybean Growth and Development* (online). <http://www.agron.iastate.edu>, diakses 4 maret 2003.
- Pujiyanto. 2001. Pemanfaatan Jasad Mikro Jamur Mikoriza dan Bakteri dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan : Tinjauan dari Prespektif Falsafah Sains. *Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor* (Online). <http://www.hayati.ipb.com>, diakses 30 Oktober 2002.
- Purwaningsih, S. 2001. Pengaruh Mikroba Tanah terhadap Pertumbuhan dan Hasil Panen Kedelai *Jurnal Berita Biologi*, 5 (4): 373-380.
- Rao, N.S.S. 1986. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Rukmana, R. dan Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai hudidaya dan Pasca Panen*. Kanisius, Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1995. Plant physiology. Terjemahan : Diah R Lukman dan Sumaryono. *Fisiologi Tumbuhan Jilid I*. ITB, Bandung.
- Shibles, R. 2001. *Soybean Physiology*. Depatement of Agronomi Iowa State University (online). <http://www.agron.iastate.edu>, diakses 4 maret 2003.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada Univresity press, Yogyakarta.

- Smith, J.L.; R.L. Papendick; D.F. Bezdicek and J.M. Lynch. 1997. Soil Organic matter Dynamic and Crop Residue Management in Metting, F.B. (ed). 1997. *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Soedarjo, M. 2001. Mikroba penambat N dan Pelarut Fosfat Untuk Meningkatkan Efisiensi Pupuk anorganik dan hasil Biji Dilahan Kering Afisol dalam Arsyad, D.M. (ed). 2001. *Prosiding Seminar Peningkatan Produktivitas, Kualitas, Efisiensi dan keberlanjutan Sistem Produksi Tanaman dan Umbi-Umbian*. Balai penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang.
- Soedradjad, R. 2002a. Fiksasi Nitrogen Simbiotik pada Bintil Akar. *Makalah yang Disampaikan dalam Diskusi untuk Mahasiswa Program Magister Pertanian Universitas Jember*. Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Soedradjad, R. 2002b. Kompos Mekanisme dan penyediaan Hara. *Makalah yang Disampaikan dalam Diskusi untuk Mahasiswa Program Magister Pertanian Universitas Jember*. Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Soedradjad, R. 2002c. Pengaruh Mikroorganisme Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Makalah yang Disampaikan dalam Diskusi untuk Mahasiswa Program Magister Pertanian Universitas Jember*. Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Suryantini. 1993. Pembintilan Dan Penambatan Nitrogen pada Tanaman Kacang Tanah *Monograf Kacang Tanah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Malang.
- Tjionger, M. 2002. *Pentingnya Menjaga Keseimbangan Unsur Hara Makro dan Mikro Untuk tanaman* (online). <http://www.tanindo.com>, diakses 7 Januari 2003.
- Tommisen, C.; D.J. Midmore; J.K. Ladha; D.C. Oik and Schmidhalter. 2000. Legum Decomposition and Nitrogen Release When Applied as a Green Manures to Tropical Vegetable Production Systems. *Agronomy Journal*, vol 92 (2). 253-260.
- Utari, R.S. dan Rokhminarsih. 2001. Aplikasi Biofertilizer Pupuk mikroba Multiguna dan Mikoriza Versiskular Abuskular dalam Upaya Meningkatkan hasil Kedelai. *Jurnal Penelitian Petanian*, 5 (11): 33-41.
- Waluyo, S.H. 2000. Biological Nitrogen Fixation of Soybean in Acid Soil of Sumatra Indonesia. *Ringkasan Thesis* (online) <http://www.wau.nl/ppi/thesis/yoyok.htm>, diakses 4 januari 2003.
- Wahyuni, W.S. 1993. Bagaimana Virus dapat Hidup Bersama dengan Rhizobium pada Tanaman Legum. *Agri Journal*, 2 (1): 3-7.

Lampiran 1.

Berat bintil 14 HST (mg).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	7,09	3,80	24,10	34,99	11,66
M0S1	9,98	7,08	28,22	45,28	15,09
M0S2	1,06	5,08	13,68	19,82	6,61
M0S3	1,42	1,94	14,12	17,48	5,83
M1S0	23,36	6,68	15,12	45,16	15,05
M1S1	6,44	3,24	0,00	9,68	3,23
M1S2	5,46	3,44	0,46	9,36	3,12
M1S3	3,20	2,38	12,14	17,72	5,91
Jumlah	58,0	33,6	107,8	199,49	
Rata-rata	7,3	4,2	13,5		8,31

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	35,0	45,2	80,15	13,36
S1	45,3	9,7	54,96	9,16
S2	19,8	9,4	29,18	4,86
S3	17,5	17,7	35,20	5,87
Jumlah	117,57	81,92	199,49	
Rata-rata	9,80	6,83		8,31

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	357,61	178,80	4,470	2,489	3,292
Perlakuan	7	511,05	73,01	1,702 ns	1,722	2,015
M	1	52,96	52,96	1,324 ns	2,276	2,922
S	3	264,35	88,12	2,203 ns	2,276	2,922
MS	3	193,75	64,58	1,615 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	560,04	40,00			
Total	23	1.428,70				

KK 76,09%

ns berbeda tidak nyata

+ berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 2.

Berat bintil akar (mg), 44 HST.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOS0	650,3	373,6	593,4	1617,30	539,10
MOS1	504,9	857,2	194,1	1556,20	518,73
MOS2	302,5	679,2	151,2	1132,90	377,63
MOS3	1069,6	635,4	227,6	1932,60	644,20
MIS0	1428,0	999,7	289,5	2717,20	905,73
MIS1	247,6	579,3	263,4	1090,30	363,43
MIS2	893,0	34,4	260,3	1187,70	395,90
MIS3	1086,3	453,5	25,2	1565,00	521,67
Jumlah	6182,2	4612,3	2004,7	12799,20	
Rata-rata	772,8	576,5	250,6		533,30

Tabel Dua Arah Medan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	1617,3	2717,2	4334,50	722,42
S1	1556,2	1090,3	2646,50	441,08
S2	1132,9	1187,7	2320,60	386,77
S3	1932,6	1565,0	3497,60	582,93
Jumlah	6239,00	6560,20	12799,20	
Rata-rata	519,92	546,68		533,30

Analisa Sidik Ragam

Sumber	Derajat	Jumlah	Kuadrat	Nilai	F Tabel	
					10%	5%
Keragaman	Bebas	Kuadrat	Tengah	F-Ulang		
Kelompok	2	1113152,92	556576,46	5,774	2,489	3,316
Perlakuan	7	670.056,35	95.722,34	0,993 ns	1,722	2,015
M	1	4.298,73	4.298,73	0,045 ns	2,276	2,922
S	3	409.227,08	136.409,03	1,415 ns	2,276	2,922
MS	3	256.530,54	85.510,18	0,887 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	1.349.619,64	96.401,40			
Total	23	3.132.828,90				

KK 58,22%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 3.

Prosentase bintil akar aktif 14 HST (% bintil aktif).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	30,00	50,77	34,76	115,53	38,51
M0S1	65,88	45,82	32,20	143,90	47,97
M0S2	4,05	60,00	40,20	104,25	34,75
M0S3	35,26	65,90	24,09	125,25	41,75
M1S0	35,26	46,56	20,70	102,52	34,17
M1S1	35,26	32,21	4,05	72,52	24,17
M1S2	42,62	64,34	45,00	151,96	50,65
M1S3	33,21	30,00	46,03	109,24	36,41
Jumlah	281,5	396,6	247,0	925,17	
Rata-rata	35,2	49,6	30,9		38,55

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	115,5	102,5	218,05	36,34
S1	143,9	72,5	216,42	36,07
S2	104,3	152,0	256,21	42,70
S3	125,3	109,2	234,49	39,08
Jumlah	488,93	436,24	925,17	
Rata-rata	40,74	36,35		38,55

Analisa Sidik Ragam

Sumber	Derajat	Jumlah	Kuadrat	Nilai	F Tabel		
					Kuadrat	Tengah	T-Hitung
Kelompok	2	1533,37	766,69	3,357		2,489	3,316
Perlakuan	7	1.470,76	210,11	0,920 ns		1,722	2,015
M	1	115,68	115,68	0,506 ns		2,276	2,922
S	3	171,28	57,09	0,250 ns		2,276	2,922
MS	3	1.183,81	394,60	1,728 ns		1,835	2,189
Galat/Sisa	14	3.197,83	228,42				
Total	23	6.201,97					

KK 39,21%
 ns berbeda tidak nyata
 + berbeda nyata
 ** berbeda sangat nyata

Lampiran 4.

Prosentase bintil akar aktif (% bintil aktif) 44 HST

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	57,3	85,9	85,9	229,20	76,40
M0S1	85,9	85,9	85,9	257,82	85,94
M0S2	85,9	60,0	85,9	231,88	77,29
M0S3	58,5	73,6	85,9	218,03	72,68
M1S0	85,9	64,5	73,2	223,66	74,55
M1S1	85,9	85,9	71,6	243,44	81,15
M1S2	85,9	45,0	85,9	216,88	72,29
M1S3	85,9	85,9	85,9	257,82	85,94
Jumlah	631,5	586,8	660,4	1878,73	
Rata-rata	78,9	73,4	82,6		78,28

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	229,2	223,7	452,86	75,48
S1	257,8	243,4	501,26	83,54
S2	231,9	216,9	448,76	74,79
S3	218,0	257,8	475,85	79,31
Jumlah	936,93	941,80	1878,73	
Rata-rata	78,08	78,48		78,28

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	343,43	171,71	0,956	2,489	3,316
Perlakuan	7	633,61	90,52	0,504 ns	1,722	2,015
M	1	0,99	0,99	0,005 ns	2,276	2,922
S	3	292,65	97,55	0,543 ns	2,276	2,922
MS	3	339,97	113,32	0,631 ns	1,835	2,189
Galut/Sisa	14	2.515,93	179,71			
Total	23	3.492,97				

KK 17,13%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 5.

Laju Pertumbuhan Bintil Akar Tanaman (mg/hari).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	21,4	12,3	18,6	52,30	17,43
M0S1	16,5	28,3	55,3	100,14	33,38
M0S2	10,0	22,5	4,6	37,10	12,37
M0S3	35,6	21,1	7,1	63,80	21,27
M1S0	46,8	33,1	9,2	89,10	29,70
M1S1	3,0	19,2	8,8	36,00	12,00
M1S2	29,6	1,0	8,7	39,30	13,10
M1S3	36,1	15,0	6,4	57,50	19,17
Jumlah	204,0	152,5	118,7	475,24	
Rata-rata	25,5	19,1	14,8		19,80

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	52,3	89,1	141,40	23,57
S1	100,1	36,0	136,14	22,69
S2	37,1	39,3	76,40	12,73
S3	63,8	57,5	121,30	20,22
Jumlah	253,34	221,90	475,24	
Rata-rata	21,11	18,49		19,80

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai <i>F</i> -Hitung	<i>F</i> Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	461,22	230,61	1,216	2,489	3,316
Perlakuan	7	1,354,69	193,53	1,020 ns	1,722	2,015
M	1	41,19	41,19	0,217 ns	2,276	2,922
S	3	435,91	145,30	0,766 ns	2,276	2,922
MS	3	877,60	292,53	1,542 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	2,655,23	189,66			
Total	23	4,471,14				

KK 69,55%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 6.

Laju prosentase bintil aktif (% bintil aktif/hari).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	0,9	1,7	1,7	4,30	1,43
M0S1	0,7	1,3	1,8	3,81	1,28
M0S2	2,7	0,0	1,5	4,20	1,40
M0S3	0,8	0,3	2,1	3,20	1,07
M1S0	1,7	0,6	1,8	4,10	1,37
M1S1	1,7	1,8	2,3	5,80	1,93
M1S2	1,4	0,6	1,5	3,50	1,17
M1S3	1,8	1,9	1,3	5,00	1,67
Jumlah	11,7	8,2	14,0	33,94	
Rata-rata	1,5	1,0	1,8		1,41

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	4,3	4,1	8,40	1,40
S1	3,8	5,8	9,64	1,61
S2	4,2	3,5	7,70	1,28
S3	3,2	5,0	8,20	1,37
Jumlah	15,54	18,40	33,94	
Rata-rata	1,30	1,53		1,41

Analisa Sidik Ragam

Sumber	Derajat	Jumlah	Kuadrat	Nilai	F Tabel		
					Kuadrat	Tengah	f-Hitung
Kelompok	2	2,10	1,05	2,408		2,489	3,316
Perlakuan	7	1,61	0,23	0,527 ns		1,722	2,015
M	1	0,34	0,34	0,781 ns		2,276	2,922
S	3	0,34	0,11	0,260 ns		2,276	2,922
MS	3	0,93	0,31	0,709 ns		1,835	2,189
Galat/Sisa	14	6,11	0,44				
Total	23	9,82					

KK 46,71%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 7.

Berat Kering Akar Tanaman (g).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MIS0	1,3	1,6	1,5	4,40	1,47
MIS1	1,7	1,9	1,9	5,54	1,85
MIS2	1,5	1,5	1,3	4,30	1,43
MIS3	1,6	1,7	1,5	4,80	1,60
MIS0	1,4	1,4	1,7	4,50	1,50
MIS1	1,5	2,1	1,6	5,20	1,73
MIS2	1,6	1,6	1,7	4,90	1,63
MIS3	2,1	2,0	2,0	6,10	2,03
Jumlah	12,7	13,8	13,2	39,74	
Rata-rata	1,6	1,7	1,7		1,66

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	4,4	4,5	8,90	1,48
S1	5,5	5,2	10,74	1,79
S2	4,3	4,9	9,20	1,53
S3	4,8	6,1	10,90	1,82
Jumlah	19,04	20,70	39,74	
Rata-rata	1,59	1,73		1,66

Analisa Sidik Ragam

Sumber	Derajat	Jumlah	Kuadrat	Nilai	F Tabel		
					Kuadrat	Tengah	F-Hitung
Kelompok	2	0,08	0,04	1,760		2,489	3,316
Perlakuan	7	0,89	0,13	5,508 **		1,722	2,015
M	1	0,11	0,11	4,950 **		2,276	2,922
S	3	0,53	0,18	7,641 **		2,276	2,922
MS	3	0,25	0,08	3,560 **		1,835	2,189
Galat/Sisa	14	0,32	0,02				
Total	23	1,30					

KK 9,20%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Uji LSD Faktor (S).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
MO		1	0	0	b
M1	2	2	1,76	0,109517	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%

Uji LSD Faktor (M).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
S0	1,48	1	0	0	b
S2	1,53	2	1,76	0,15488	b
S1	1,79	3	1,76	0,15488	a
S3	1,82	4	1,76	0,15488	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%

Uji LSD Faktor (MS).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
M0S2	1,43	1	0	0	d
M0S0	1,47	2	1,76	0,219034	d
M1S0	1,50	3	1,76	0,219034	d
M0S3	1,60	4	1,76	0,219034	cd
M1S2	1,63	5	1,76	0,219034	cd
M1S1	1,73	6	1,76	0,219034	bc
M0S1	1,85	7	1,76	0,219034	ab
M1S3	2,03	8	1,76	0,219034	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%

Lampiran 8.

Volume Akar Tanaman (ml)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	2,7	3,3	2,0	8,00	2,67
M0S1	4,7	4,0	4,0	12,70	4,23
M0S2	3,3	3,3	2,7	9,30	3,10
M0S3	3,3	3,3	2,7	9,30	3,10
M1S0	4,0	3,3	3,3	10,60	3,53
M1S1	4,0	4,0	4,0	12,00	4,00
M1S2	4,7	3,3	3,3	11,30	3,77
M1S3	6,7	3,3	6,7	16,70	5,57
Jumlah	33,4	27,8	28,7	89,90	
Rata-rata	4,2	3,5	3,6		3,75

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	8,0	10,6	18,60	3,10
S1	12,7	12,0	24,70	4,12
S2	9,3	11,3	20,60	3,43
S3	9,3	16,7	26,00	4,33
Jumlah	39,30	50,60	89,90	
Rata-rata	3,28	4,22		3,75

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	2,26	1,13	1,812	2,489	3,316
Perlakuan	7	16,99	2,43	3,890 **	1,722	2,015
M	1	5,32	5,32	8,530 **	2,276	2,922
S	3	5,98	1,99	3,198 **	2,276	2,922
MS	3	5,68	1,89	3,036 **	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	8,73	0,62			
Total	23	27,98				

KK 21,08%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Uji LSD Faktor (S).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
M0		1	0	0	b
M1		2	1,76	0,567891	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%

Uji LSD Faktor (M).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
S0	3,1	1	0	0	c
S2	3,43	2	1,76	0,80312	bc
S1	4,12	3	1,76	0,80312	ab
S3	4,33	4	1,76	0,80312	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%

Uji LSD Faktor (MS).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
M0S0	2,67	1	0	0	c
M0S2	3,10	2	1,76	1,135783	bc
M0S3	3,10	3	1,76	1,135783	bc
M1S0	3,53	4	1,76	1,135783	bc
M1S2	3,77	5	1,76	1,135783	bc
M1S1	4,00	6	1,76	1,135783	b
M0S1	4,23	7	1,76	1,135783	b
M1S3	5,57	8	1,76	1,135783	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%

Lampiran 9.

Laju Pertumbuhan Akar Tanaman (cm/hari).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	0,2	0,3	0,2	0,70	0,23
M0S1	0,1	0,1	0,2	0,42	0,14
M0S2	0,1	0,3	0,1	0,50	0,17
M0S3	0,5	0,4	0,2	1,10	0,37
M1S0	0,3	0,1	0,3	0,70	0,23
M1S1	0,2	0,2	0,2	0,60	0,20
M1S2	0,3	0,0	0,2	0,50	0,17
M1S3	0,4	0,3	0,1	0,80	0,27
Jumlah	2,1	1,7	1,5	5,32	
Rata-rata	0,3	0,2	0,2		0,22

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	0,7	0,7	1,40	0,23
S1	0,4	0,6	1,02	0,17
S2	0,5	0,5	1,00	0,17
S3	1,1	0,8	1,90	0,32
Jumlah	2,72	2,60	5,32	
Rata-rata	0,23	0,22		0,22

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	0,02	0,01	0,883	2,489	3,316
Perlakuan	7	0,11	0,02	1,200 ns	1,722	2,015
M	1	0,00	0,00	0,046 ns	2,276	2,922
S	3	0,09	0,03	2,278 *	2,276	2,922
MS	3	0,02	0,01	0,506 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	0,18	0,01			
Total	23	0,32				

KK 51,52%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Uji LSD Faktor (S).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
S1	0,17	1	0	0	b
S2	0,17	2	1,76	0,116124	b
S0	0,23	3	1,76	0,116124	ab
S3	0,32	4	1,76	0,116124	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%.



Lampiran 10.

Laju Pertumbuhan Tanaman (cm/hari).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	0,9	1,0	1,3	3,20	1,07
M0S1	0,9	1,3	1,2	3,37	1,12
M0S2	0,9	1,2	0,8	2,90	0,97
M0S3	1,1	1,1	1,1	3,30	1,10
M1S0	1,0	1,0	1,0	3,00	1,00
M1S1	1,5	1,6	1,1	4,20	1,40
M1S2	1,4	0,8	0,7	2,90	0,97
M1S3	1,3	1,1	1,3	3,70	1,23
Jumlah	9,0	9,1	8,5	26,57	
Rata-rata	1,1	1,1	1,1		1,11

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	3,2	3,0	6,20	1,03
S1	3,4	4,2	7,57	1,26
S2	2,9	2,9	5,80	0,97
S3	3,3	3,7	7,00	1,17
Jumlah	12,77	13,80	26,57	
Rata-rata	1,06	1,15		1,11

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	0,02	0,01	0,249	2,489	3,316
Perlakuan	7	0,46	0,07	1,364 ns	1,722	2,015
M	1	0,04	0,04	0,910 ns	2,276	2,922
S	3	0,32	0,11	2,167 ns	2,276	2,922
MS	3	0,10	0,03	0,714 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	0,68	0,05			
Total	23	1,17				

KK 19,90%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 11.

Jumlah Polong Hampa Tanaman.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	3,3	2,3	3,3	8,90	2,97
M0S1	3,0	6,0	4,0	13,00	4,33
M0S2	7,7	5,7	2,7	16,10	5,37
M0S3	3,0	9,7	6,7	19,40	6,47
M1S0	3,3	7,0	5,0	15,30	5,10
M1S1	7,3	3,0	7,3	17,50	5,87
M1S2	2,7	3,3	1,7	7,70	2,57
M1S3	0,7	1,7	6,7	9,10	3,03
Jumlah	31,0	38,7	37,4	107,10	
Rata-rata	3,9	4,8	4,7		4,46

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	8,9	15,3	24,20	4,05
S1	13,0	17,6	30,60	5,10
S2	16,1	7,7	23,80	3,97
S3	19,1	9,1	28,50	4,75
Jumlah	57,40	49,70	107,10	
Rata-rata	4,78	4,14		4,46

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	4,25	2,12	0,384	2,489	3,316
Perlakuan	7	45,31	6,47	1,170 ns	1,722	2,015
M	1	2,47	2,47	0,447 ns	2,276	2,922
S	3	5,51	1,84	0,332 ns	2,276	2,922
MS	3	37,32	12,44	2,249 **	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	77,44	5,53			
Total	23	127,00				

KK 52,70%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Uji LSD Faktor (MS).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
M1S2	2,57	1	0	0	b
M0S0	2,97	2	1,76	3,382255	b
M1S3	3,03	3	1,76	3,382255	b
M0S1	4,33	4	1,76	3,382255	ab
M1S0	5,10	5	1,76	3,382255	ab
M0S2	5,37	6	1,76	3,382255	ab
M1S1	5,87	7	1,76	3,382255	ab
M0S3	6,47	8	1,76	3,382255	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%.



Lampiran 12.

Jumlah Polong Isi Tanaman.

Perlakuan	Ulamuan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	0,0	48,3	66,7	115,00	38,33
M0S1	68,7	0,0	42,7	111,40	37,13
M0S2	51,0	36,3	37,3	124,60	41,53
M0S3	39,0	39,3	45,3	123,60	41,20
M1S0	30,0	59,3	45,3	134,60	44,87
M1S1	72,0	55,3	49,3	176,60	58,87
M1S2	26,3	52,0	32,0	110,30	36,77
M1S3	42,0	48,3	44,3	134,60	44,87
Jumlah	329,0	338,8	362,9	1030,70	
Rata-rata	41,1	42,4	45,4		42,95

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	115,0	134,6	249,60	41,60
S1	111,4	176,6	288,00	48,00
S2	124,6	110,3	234,90	39,15
S3	123,6	134,6	258,20	43,03
Jumlah	474,60	556,10	1030,70	
Rata-rata	39,55	46,34		42,95

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Huang	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	76,09	38,04	0,089	2,489	3,316
Perlakuan	7	1,077,41	153,92	0,362 ns	1,722	2,015
M	1	276,76	276,76	0,651 ns	2,276	2,922
S	3	250,63	83,54	0,196 ns	2,276	2,922
MS	3	550,02	183,34	0,431 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	5.954,78	425,34			
Total	23	7.108,28				

KK 48,02%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 13.

Berat Polong Isi Tanaman (g).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	0,0	35,0	47,4	82,40	27,47
M0S1	40,3	0,0	27,9	68,20	22,73
M0S2	32,3	27,1	32,5	91,90	30,63
M0S3	25,1	23,1	28,0	76,20	25,40
M1S0	28,8	36,2	28,5	93,50	31,17
M1S1	37,6	31,4	30,5	99,50	33,17
M1S2	35,1	30,5	16,0	81,60	27,20
M1S3	36,4	36,3	25,1	97,80	32,60
Jumlah	235,6	219,6	235,9	691,10	
Rata-rata	29,5	27,5	29,5		28,80

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	82,4	93,5	175,90	29,32
S1	68,2	99,5	167,70	27,95
S2	91,9	81,6	173,50	28,92
S3	76,2	97,8	174,00	29,00
Jumlah	318,70	372,40	691,10	
Rata-rata	26,56	31,03		28,80

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	21,74	10,87	0,063	2,489	3,316
Perlakuan	7	285,52	40,79	0,236 ns	1,722	2,015
M	1	120,15	120,15	0,695 ns	2,276	2,922
S	3	6,26	2,09	0,012 ns	2,276	2,922
MS	3	159,10	53,03	0,307 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	2.420,79	172,91			
Total	23	2.728,05				

KK 45,67%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Lampiran 14.

Berat Brangkasan Basah Tanaman (g).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	33,5	53,6	53,8	140,90	46,97
M0S1	54,3	57,7	66,5	178,48	59,49
M0S2	49,3	53,1	55,3	157,70	52,57
M0S3	36,3	60,3	54,2	150,80	50,27
M1S0	34,8	61,1	39,6	135,50	45,17
M1S1	63,3	61,8	58,6	183,70	61,23
M1S2	51,4	52,2	38,0	141,60	47,20
M1S3	49,8	63,4	48,7	161,90	53,97
Jumlah	372,7	463,2	414,7	1250,58	
Rata-rata	46,6	57,9	51,8		52,11

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	140,9	135,5	276,40	46,07
S1	178,5	183,7	362,18	60,36
S2	157,7	141,6	299,30	49,88
S3	150,8	161,9	312,70	52,12
Jumlah	627,88	622,70	1250,58	
Rata-rata	52,32	51,89		52,11

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	512,54	256,27	4,303	2,489	3,316
Perlakuan	7	730,72	104,39	1,753 *	1,722	2,015
M	1	1,12	1,12	0,019 ns	2,276	2,922
S	3	657,58	219,19	3,681 **	2,276	2,922
MS	3	72,02	24,01	0,403 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	833,71	59,55			
Total	23	2.076,98				

KK 14,81%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Uji LSD Faktor (S).

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 10%	LSD 10%	Notasi
S0	46,07	1	0	0	b
S2	49,88	2	1,76	7,847282	b
S3	52,12	3	1,76	7,847282	b
S1	60,36	4	1,76	7,847282	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 10%



Lampiran 15.

Berat Brangkasan Kering Tanaman (g).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
M0S0	3,5	6,0	36,1	45,60	15,20
M0S1	38,9	4,6	37,2	80,71	26,90
M0S2	25,9	29,1	33,1	88,10	29,37
M0S3	27,7	26,0	26,3	80,00	26,67
M1S0	26,9	28,4	27,8	83,10	27,70
M1S1	34,5	37,1	32,8	104,40	34,80
M1S2	26,7	32,9	16,3	75,90	25,30
M1S3	37,6	37,8	28,0	103,40	34,47
Jumlah	221,7	201,9	237,6	661,21	
Rata-rata	27,7	25,2	29,7		27,55

Tabel Dua Arah M dan S

	M0	M1	Jumlah	Rata-rata
S0	45,6	83,1	128,70	21,45
S1	80,7	104,4	185,11	30,85
S2	88,1	75,9	164,00	27,33
S3	80,0	103,4	183,40	30,57
Jumlah	294,41	366,80	661,21	
Rata-rata	24,53	30,57		27,55

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					10%	5%
Kelompok	2	79,93	39,96	0,357	2,489	3,316
Perlakuan	7	787,53	112,50	1,005 ns	1,722	2,015
M	1	218,35	218,35	1,951 ns	2,276	2,922
S	3	343,55	114,52	1,023 ns	2,276	2,922
MS	3	225,63	75,21	0,672 ns	1,835	2,189
Galat/Sisa	14	1.567,01	111,93			
Total	23	2.434,46				

KK 38,40%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

