

TIDAK DIPINJAMKAN KELUAR



MILIK PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS JEMBER

PENGARUH JENIS TANAMAN PEMACU KOLONISASI DAN  
SAAT INOKULASI *Gigaspora margarita* DENGAN PEMBERIAN  
*Rhizobium japonicum* TERHADAP PERTUMBUHAN KEDELAI  
(*Glycine max. (L.) merrill*)

KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata Satu Pada Jurusan Agronomi  
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh :

**RAHMADIAN BUDHI RIZKIWANTO**

NIM. 9515101068

|             |                |                |
|-------------|----------------|----------------|
| Asal        | : Hadiah       | Klass          |
|             | Peny. an       | 633.34         |
| Terima Tgl: | 09 FEB 2000    | <del>xxx</del> |
| No, Induk : | PTI 2000-9-574 | RIZ            |
|             |                | P              |
|             |                | C.1            |

FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
JANUARI, 2000

MOTTO

*“ Dengan nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Hanya Engkaulah (ya Allah) yang kami sembah dan hanya Engkau (ya Allah) tempat kami meminta pertolongan”*

*(Al-Qur'an)*

*“Bekerjalah kamu seperti kamu hendak hidup seribu tahun lagi dan beramalah kamu seperti kamu hendak mati besok”*

*(Al-Hadits)*

*“Bekerjalah kamu dengan rasa cinta seperti Sang Pencipta membentuk citra insani-Nya dan bila engkau tiada sanggup bekerja dengan rasa cinta hanya dengan enggan maka lebih baik bila engkau meninggalkannya”*

*(Khalil Gibran)*

*“Kemalasan dan kesombongan hati merupakan awal dari sebuah kegagalan”*

PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan Karya Tulis Ilmiah ini kepada :*

Ayahanda Suriswoto dan Ibunda Tuty Ratnawati yang ananda sayangi, atas segala curahan cinta kasih dan siraman doa yang telah diberikan demi keberhasilan ananda.

Adik-adikku Ocki, Ira dan Erik yang telah mengisi hidupku dengan canda dan kebahagiaan.

Dik Esti Wahyuningsih, yang selalu memberikan kritik dan motivasi serta penuh kesabaran menyertai langkah-langkahku untuk meraih keberhasilan.

Diterima oleh

Fakultas Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

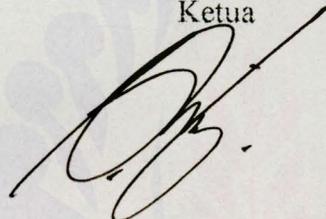
Hari : Kamis

Tanggal : 30 Desember 1999

Tempat : Fakultas Pertanian  
Universitas Jember

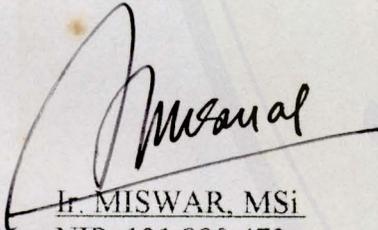
Tim Penguji

Ketua



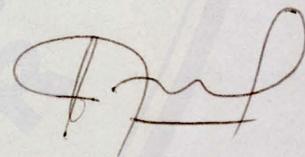
Ir. R. SOEDRADJAD, MSc  
NIP. 131 403 357

Anggota I



Ir. MISWAR, MSi  
NIP. 131 880 473

Anggota II



Ir. USMADI, MP  
NIP. 131 759 530

Mengesahkan

Dekan



Ir. TI. SITI HARTANTI, MS  
NIP. 130 350 763

RINGKASAN

**Pengaruh Jenis Tanaman Pemacu Kolonisasi Dan Saat Inokulasi *Gigaspora margarita* Dengan Pemberian *Rhizobium japonicum* Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) \*)**

Oleh

**(Rahmadian Budhi Rizkiwanto, 9515101068, 2000: 39p)**

Usaha untuk memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman kedelai dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme tanah seperti Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) dan bakteri penambat nitrogen. Pengaruh inokulasi CPM yang dipacu tanaman inang berbeda dan inokulasi *Rhizobium japonicum* diduga dapat meningkatkan keberadaan CPM dalam tanah dan pertumbuhan tanaman kedelai. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh (1) jenis tanaman pemacu kolonisasi terhadap keberadaan CPM dalam tanah, (2) saat inokulasi *Gigaspora margarita* terhadap kolonisasi *G. margarita* dan pertumbuhan kedelai, (3) pemberian *R. japonicum* terhadap pembentukan bintil akar dan pertumbuhan kedelai.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Agronomi dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Jember, dilaksanakan mulai bulan Mei – Agustus 1999. Percobaan pot dilaksanakan secara Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah jenis tanaman pemacu kolonisasi, yaitu bunga matahari ( $T_0$ ), dan jagung ( $T_1$ ). Faktor kedua adalah saat inokulasi *G. margarita*, yaitu tanpa inokulasi ( $S_0$ ), 7 hari sebelum tanam ( $S_1$ ), bersamaan semai ( $S_2$ ), dan 7 hari setelah tanam ( $S_3$ ). Faktor ketiga adalah pemberian *R. japonicum*, yaitu tanpa *R. japonicum* ( $R_0$ ), dan dengan *R. japonicum* ( $R_1$ ). Nilai rerata perlakuan setiap parameter percobaan dianalisis dengan sidik ragam (uji F) dan dilanjutkan dengan analisis uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada tingkat kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) tanaman bunga matahari memberi hasil lebih baik dalam penambahan jumlah spora CPM pada kedelai yang berumur 2 minggu setelah tanam dan jumlah spora CPM pada dua jenis tanaman pemacu menurun saat kedelai berumur satu bulan setelah tanam, (2) saat inokulasi *G. margarita* 7 hari setelah tanam memberikan hasil lebih baik terhadap kolonisasi *G. margarita* dan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kedelai, (3) pemberian *R. japonicum* berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar, tinggi tanaman, panjang akar, berat kering bagian atas dan berat kering akar, (4) kadar air berlebihan di daerah perakaran dan ketidaksesuaian antara tanaman inang dengan spesies CPM menyebabkan tidak terjadinya infeksi CPM diperakaran tanaman inang.

*Kata Kunci* : Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM), *Gigaspora margarita*, *Rhizobium japonicum*, kedelai

Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Jember, Januari 2000

\*) Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) dengan bimbingan Ir. R. Soedradjad, MSc dan Ir. Miswar, MSi.

SUMMARY

Effect The Kind Of Plants To Spur On Colonization and *Gigaspora margarita* Inoculation With *Rhizobium japonicum* Inoculation On The Growth Of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill \*)

By

(Rahmadian Budhi Rizkiwanto, 9515101068, 2000 :39p)

To recovery soil fertylity and to increase soybean productivity can be done by using soil microorganism, are like Arbuscular Mychorrizal Fungi (AMF) and nitrogen-fixation bacteria. Effect of AMF inoculation that spured by different host plant and *Rhizobium japonicum* inoculation can increase the existence of AMF in soil and the growth of soybean. The experiment purposes are for known effect of (1) the kind of plants to spur on colonization on the existence AMF population in soil, (2) *Gigaspora margarita* inoculation on *G. margarita* colonization and the growth of soybean, (3) *R. japonicum* on nodule of root and the growth of soybean.

The experiment was carried out at Agronomy Laboratory Agriculture Faculty University of Jember since May until August 1999. The experiment was arranged in the Randomized Complete Design factorially with 3 replication. The first factor that are the kind of plants to spur on colonization application : sunflower ( $T_0$ ) and maize ( $T_1$ ). The second factor that are *G. margarita* inoculation time application: without inoculation ( $S_0$ ), 7 days before seed ( $S_1$ ), same time the seed ( $S_2$ ), 7 days after seed ( $S_3$ ). The third factor that are *R. japonicum* inoculation application: without *R. japonicum* ( $R_0$ ), and with *R. japonicum* ( $R_1$ ). Average treatment value for each experiment parameters analyzed by F-test and Duncan Multiple Range Test (DMRT) analyze in 5%.

The result of the experiment shows that (1) sunflower has real influences on number spore of AMF of soybean that to be old 2 weeks and number spore of AMF decrease of soybean that to be old 1 mounth, (2) *G. margarita* inoculation time 7 days after seed has real influences on AMF colonization of soybean that to be old 2 weeks and it doesn't give significantly different effect on the growth of soybean, (3) *R. japonicum* give significantly different effect on number nodule of root, height of plant, length of root, dry weight of shoot plant, and dry weight of root plant, (4) soil humidity at rhizosphere in highly conditions and incompatibility the host plants with AMF species causes AMF infection doesn't happen in the root.

Key words: *Arbuscular Mychorrizal Fungi (AMF)*, *Gigaspora margarita*, *Rhizobium japonicum*, soybean

Agronomy Deprtement. Agriculture Faculty University of Jember. January 2000

\*) Thesis advisers by Ir. R. Soedradjad, MSc and Ir. Miswar, MSi

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah S W T karena rahmat dan karunia-Nya Karya Tulis Ilmiah yang berjudul Pengaruh Jenis Tanaman Pemacu Kolonisasi dan Saat Inokulasi *Gigaspora margarita* dengan Pemberian *Rhizobium japonicum* Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) ini dapat terselesaikan. Karya Ilmiah Tertulis ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana pada Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Dengan terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

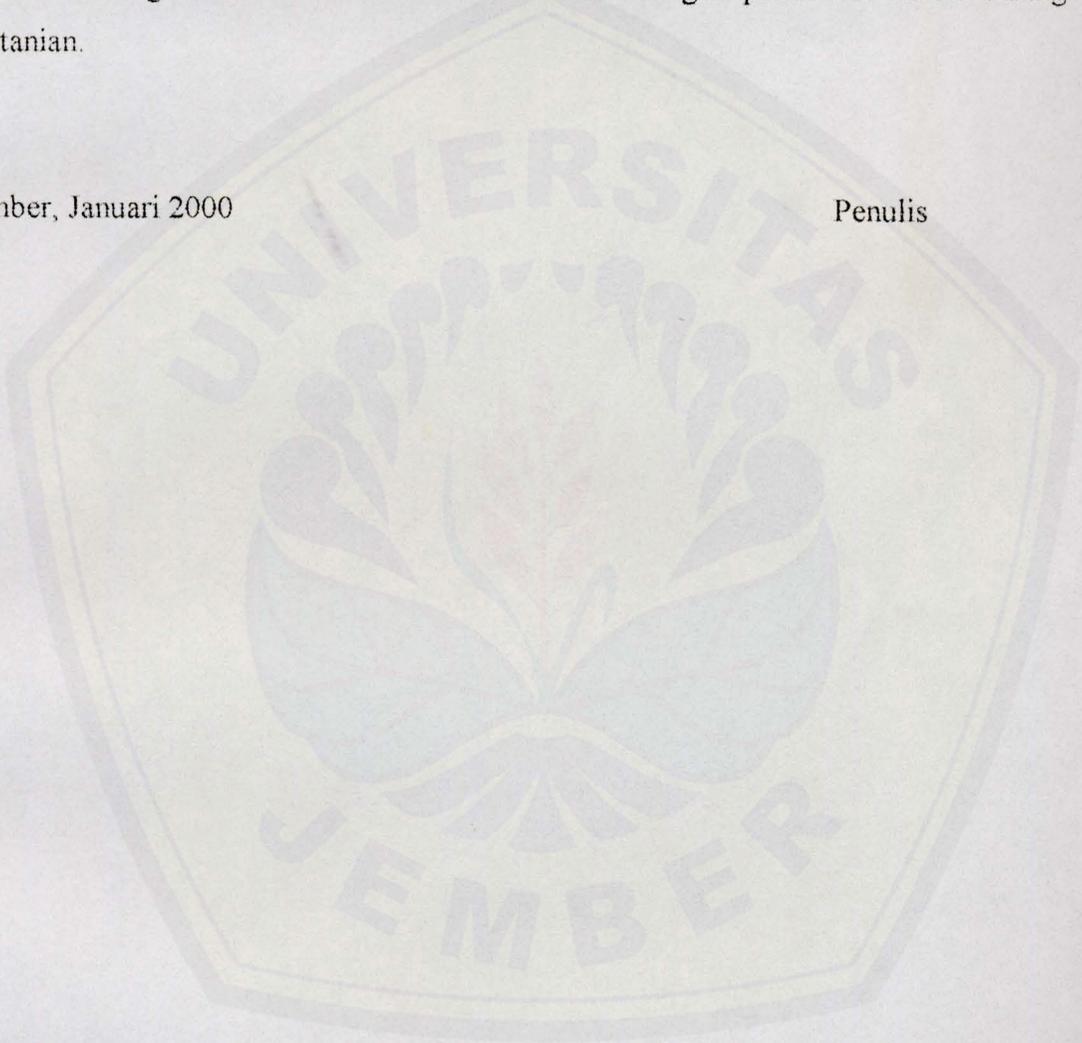
1. Bapak dan Ibuku, nenekku, adik-adikku, serta keluarga Bapak Tukidjo yang telah memberi dorongan secara materiil dan spirituil.
2. Ir. R. Soedradjad, MSc selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Ir. Miswar, MSi selaku Dosen Pembimbing Anggota I (DPA I) serta Ir. Usmadi, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II) yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penelitian dan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
3. Saudara-saudaraku Ghofur, Ernanta, WW, Aguk, Juned dan Wawan atas canda dan keceriaannya selama ini.
4. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberi izin dan menyetujui penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS, selaku Ketua Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember atas segala kemudahan selama penelitian dan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
6. Ir. Irwan Sadiman, selaku Dosen Wali yang telah membimbing selama masa perkuliahan.
7. Saudara-saudaraku seperjuangan di Agronomi Jojok, Mumut, Gondo, Junaedi, Yogis, Arif, Aris, Sukir, Titin, Yiyik, Devie, Uut, Agus, Made, Nik, Uzi, Ken, Hikmah, Susi, Anis, Ita, Ari, Luthfi, Middah, Ambar, Rinto, Meita, Melin, Sarwo dan warga Himagro yang telah mendampingi dan membantuku selama masa kuliah.

8. Teman-teman kecilku (Risa, Avie, Naning, Diana, Lukita, Andrie) yang telah memberikan warna-warna manis selama ini.
9. Rekan-rekanku yang tidak bisa kusebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan memohon maaf yang sebesar-besarnya. Akhirnya penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan memberikan sumbangan pemikiran dalam bidang pertanian.

Jember, Januari 2000

Penulis



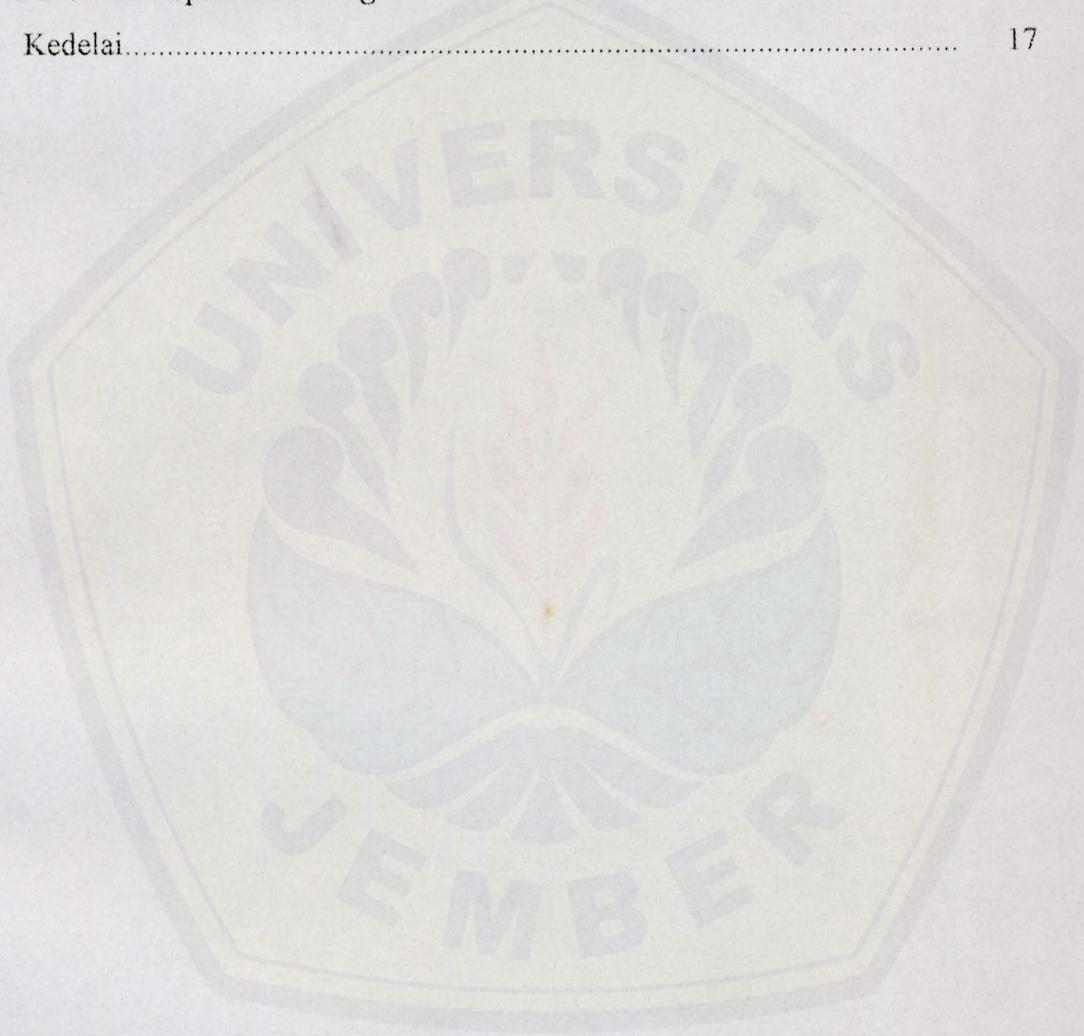
DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL.....  | i    |
| MOTTO.....  | ii   |
| LEMBAR PERSEMBAHAN.....   | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN.....  | iv   |
| RINGKASAN.....  | v    |
| SUMMARY.....  | vi   |
| KATA PENGANTAR.....   | vii  |
| DAFTAR ISI.....   | ix   |
| DAFTAR TABEL.....   | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....  | xii  |
| DAFTAR GAMBAR.....  | xiii |
| I. PENDAHULUAN  |      |
| 1.1 Latar Belakang Permasalahan.....  | 1    |
| 1.2 Intisari Permasalahan.....  | 3    |
| 1.3 Tujuan.....   | 3    |
| 1.4 Manfaat.....  | 3    |
| II. TINJAUAN PUSTAKA  |      |
| 2.1 Karakteristik Pertumbuhan Kedelai.....                                    | 4    |
| 2.2 Jenis Tanaman Pemacu Kolonisasi Cendawan Pembentuk<br>Mikoriza (CPM)..... | 5    |
| 2.3 Inokulasi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM).....                          | 6    |
| 2.4 Bakteri Bintil Akar ( <i>Rhizobium</i> ).....                             | 7    |
| 2.5 Hipotesis.....  | 9    |
| III. METODE PENELITIAN  |      |
| 3.1 Waktu dan Tempat.....   | 10   |
| 3.2 Bahan dan Alat.....   | 10   |

|   |    |
|---|----|
| 3.3 Rancangan Percobaan .....   | 10 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian .....  | 11 |
| 3.4.1 Isolasi Spora dan Perbanyakkan Cendawan Pembentuk<br>Mikoriza (CPM) .....                       | 11 |
| 3.4.2 Pelaksanaan Inokulasi <i>Rhizobium</i> .....  | 11 |
| 3.4.3 Persiapan Penanaman .....   | 11 |
| 3.4.4 Penentuan Kapasitas Lapang .....  | 12 |
| 3.4.5 Penanaman .....   | 12 |
| 3.5 Parameter Pengamatan .....  | 12 |
| 3.5.1 Parameter Utama .....   | 12 |
| 3.5.2 Parameter Pendukung .....   | 13 |
| <br>  |    |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN  |    |
| 4.1 Hasil .....   | 14 |
| 4.2 Pembahasan .....  | 15 |
| 4.2.1 Dinamika Populasi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM)<br>Selama Pertumbuhan Tanaman Kedelai ..... | 15 |
| 4.2.2 Aktivitas Mikroorganisme Tanah Terhadap Pertumbuhan<br>Tanaman Kedelai .....                    | 19 |
| <br>  |    |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN   |    |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 24 |
| 5.2 Saran .....   | 24 |
| <br>  |    |
| DAFTAR PUSTAKA  |    |
| LAMPIRAN  |    |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul  | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1.    | Nilai Rerata Parameter Percobaan .....   | 14      |
| 2.    | Dinamika Populasi <i>G. margarita</i> Selama Pertumbuhan Tanaman<br>Kedelai..... | 17      |



DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Judul  | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1.    | Karakteristik Tanah Tempat Penelitian.....   | 28      |
| 2.    | Metode Pewarnaan untuk Infeksi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM)   | 28      |
| 3.    | a. Data Kolonisasi CPM per 100 g Media (15 HST).....   | 29      |
|       | b. Anava Kolonisasi CPM per 100 g Media (15 HST).....  | 29      |
| 4.    | a. Data Kolonisasi CPM per 100 g Media (30 HST).....   | 30      |
|       | b. Anava Kolonisasi CPM per 100 g Media (30 HST).....  | 30      |
| 5.    | a. Data Jumlah Bintil Akar Pertanaman.....   | 31      |
|       | b. Anava Jumlah Bintil Akar Pertanaman.....  | 31      |
| 6.    | a. Data Persentase (%) Bintil Aktif.....   | 32      |
|       | b. Anava Persentase (%) Bintil Aktif.....  | 32      |
| 7.    | a. Data Tinggi Tanaman (cm).....   | 33      |
|       | b. Anava Tinggi Tanaman (cm).....  | 33      |
| 8.    | a. Data Panjang Akar (cm).....   | 34      |
|       | b. Anava Panjang Akar (cm).....  | 34      |
| 9.    | a. Data Rasio Tajuk dan Akar.....  | 35      |
|       | b. Anava Rasio Tajuk dan Akar.....   | 35      |
| 10.   | a. Data Berat Kering Bagian Atas (g).....  | 36      |
|       | b. Anava Berat Kering Bagian Atas (g).....   | 36      |
| 11.   | a. Data Berat Kering Bagian Akar (g).....  | 37      |
|       | b. Anava Berat Kering Bagian Akar (g).....   | 37      |
| 12.   | Data Intensitas Cahaya, Fluktuasi Suhu dan Kelembaban Udara, pH<br>Tanah dan Kadar Air di Dalam Green House..... | 38      |
| 13.   | Data Intensitas Cahaya, Fluktuasi Suhu dan Kelembaban Udara di Luar<br>Green House.....                          | 39      |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Judul  | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1.    | Spora <i>G. margarita</i> .....                | 15      |
| 2.    | Kenampakan Korteks Akar Tidak Terinfeksi ..... | 16      |
| 3.    | Diagram Jumlah Bintil Akar Pertanaman .....    | 18      |
| 4.    | Diagram Berat Kering Bagian Atas Tanaman ..... | 20      |
| 5.    | Diagram Berat Kering Akar Tanaman .....        | 21      |
| 6.    | Diagram Tinggi Tanaman .....                   | 22      |
| 7.    | Diagram Panjang Akar Tanaman .....             | 22      |



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dipengaruhi oleh banyak faktor baik secara genetis maupun dari lingkungan. Selama pertumbuhannya kedelai membutuhkan air dan unsur hara makro serta mikro yang berkecukupan. Air berfungsi sebagai pelarut unsur hara dalam tanah sehingga bisa terserap oleh akar tanaman kedelai. Tanaman kedelai yang tidak tercukupi kebutuhan air dan unsur hara esensial akan menyebabkan proses fisiologis didalam tanaman terhambat sehingga pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal.

Usaha untuk memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman di lahan marginal terus dikembangkan melalui rekayasa fisik, kimia dan biologis tanah. Pemanfaatan mikroorganisme tanah sebagai salah satu rekayasa biologis mulai mendapat perhatian yang serius. Secara teoritis dan hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa mikroorganisme tanah dapat mengurangi pemakaian bahan kimia (pupuk dan obat pembasmi penyakit) dan residu kimiawi didalam tanah.

Akar tanaman kedelai dapat bersimbiosis dengan mikroorganisme tanah yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil produksinya. Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang dapat berinteraksi dengan tanaman legume (kedelai) selain *Rhizobium*. Tanaman perdu, rumput-rumputan, buah-buahan daerah tropik banyak terinfeksi cendawan dari kelompok endomikoriza. Infeksi oleh CPM mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan tersedianya unsur hara (Baon, 1983). Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) mampu melarutkan P-immobil dalam tanah secara enzimatis. Dalam asosiasi antara CPM dengan akar tanaman menyebabkan terjadinya pertukaran antara senyawa yang mengandung unsur karbon (C) dari akar dan pelarutan fosfor dan unsur lain oleh CPM yang akan diserap oleh tanaman (Schachtman *et al.*, 1998).

Keberadaan CPM dapat dipacu dengan beberapa jenis tanaman pemacu kolonisasi seperti cassava yang sudah banyak diteliti untuk rotasi tanaman tropik (Sieverding, 1991). Jagung, bunga matahari, dan asparagus merupakan golongan tanaman yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap CPM. Tanah bekas tanaman pemacu mengandung CPM yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman legume sehingga berguna untuk mengurangi pemakaian pupuk kimiawi. Saat inokulasi yang biasa dilakukan adalah bersamaan dengan semai tetapi cara tersebut belum banyak diteliti keefektifannya. Saat inokulasi akan berhubungan dengan jaringan tanaman dimana dalam simbiosis, CPM membutuhkan fotosintat dan eksudat akar untuk perkembangannya. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa saat inokulasi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, stagnasi transplantasi bibit, diameter buah dan berat buah cabai merah (Sunardi, 1996)

Akar tanaman legume (kedelai) juga mampu bersimbiosis dengan *Rhizobium* untuk memfiksasi  $N_2$  bebas dari atmosfer sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. Nitrogen hasil simbiosis antara bakteri *Rhizobium* dengan tanaman leguminosa dapat memenuhi 2/3 dari kebutuhan N tanaman (Yutono, 1985). Proses fiksasi akan semakin efektif bila diterapkan pada lahan yang kurang subur. Nitrogen yang difiksasi merupakan hasil dari aktivitas enzim nitrogenase yang dihasilkan oleh *Rhizobium* dan berperan juga dalam evolusi  $H_2$  untuk menghasilkan energi.

Keberadaan jenis tanaman yang mampu memacu kolonisasi CPM secara optimum dapat membentuk pola tanam yang berkelanjutan pada lahan-lahan yang kurang subur. Demikian juga dengan saat inokulasi yang tepat dapat mengoptimalkan kerja CPM dalam menjawab keterbatasan unsur hara. *Rhizobium* yang bersimbiosis dengan akar tanaman dapat memfiksasi  $N_2$  dari udara sehingga meminimalkan penggunaan pupuk buatan. Oleh karena itu perlu diteliti pengaruh jenis tanaman pemacu kolonisasi dan saat inokulasi CPM dengan pemberian *Rhizobium* terhadap pertumbuhan kedelai.

## 1.2 Intisari Permasalahan

Jenis tanaman pemacu kolonisasi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) yang perakarannya mampu berkembang dengan cepat dan pemberian inokulum pada waktu yang tepat akan mengoptimalkan kerja CPM dan interaksi yang terjadi semakin efektif. Pemberian *Rhizobium japonicum* diharapkan mampu memenuhi kebutuhan N tanaman dan mengurangi pemakaian pupuk buatan. Oleh karena itu perlu diteliti seberapa besar pengaruh jenis tanaman pemacu kolonisasi dan saat inokulasi CPM dengan pemberian *R. japonicum* untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Hal ini mengingat bahwa kedelai merupakan komoditi pangan penting yang dapat dibudidayakan dilahan sawah maupun lahan kering.

## 1.3 Tujuan

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh :

- (1). Jenis tanaman pemacu kolonisasi terhadap keberadaan Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) dalam tanah.
- (2). Saat inokulasi *Gigaspora margarita* terhadap kolonisasi *G. margarita* dan pertumbuhan kedelai.
- (3). Pemberian *Rhizobium japonicum* terhadap pembentukan bintil akar dan pertumbuhan kedelai.

## 1.4 Manfaat

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk :

- (1). Menciptakan sistim pertanian yang berkelanjutan dan menguntungkan.
- (2). Mengurangi penggunaan pupuk kimia dalam usaha tani.
- (3). Memperbaiki kesuburan tanah-tanah marginal melalui usaha rekayasa biologis.
- (4). Meningkatkan pendapatan petani yang memanfaatkan lahan-lahan marginal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Pertumbuhan Kedelai

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase tanah cukup baik serta ketersediaan unsur hara cukup selama pertumbuhan tanaman (Lamina, 1989). Dataran rendah sampai dengan ketinggian 900 m di atas permukaan laut dapat digunakan untuk pertanaman kedelai. Kondisi iklim yang paling cocok adalah daerah yang mempunyai kisaran suhu  $25^{\circ}\text{C}$  -  $27^{\circ}\text{C}$ , kelembaban udara (RH) 65%, penyinaran selama 12 jam/hari atau minimal 10 jam/hari, dan curah hujan antara 100 - 200 mm/tahun (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Tanah harus mengandung cukup bahan organik, teksturnya gembur, bebas dari gulma dan cukup mengandung air. Kondisi suhu, curah hujan dan kelembaban pada tanaman kedelai harus selaras dan seimbang. Suhu yang tinggi dan curah hujan yang kurang atau sebaliknya akan menyebabkan turunnya kualitas biji yang dihasilkan (Suprpto, 1995). Tingkat keasaman tanah (pH) 6,0 - 6,8 sangat mendukung pertumbuhan kedelai dan bakteri *Rhizobium* pada bintil akar (Mimbar, 1990). Tanah yang cocok untuk pertumbuhan kedelai yaitu jenis aluvial, regosol, grumosol, latosol dan andosol (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Kedelai memerlukan air cukup banyak selama pertumbuhannya. Bila air kurang, aktivitas fisiologi tanaman akan terganggu, perkecambahan biji terhambat, menekan pertumbuhan dan perkembangan sistim perakaran yang menyebabkan tidak berfungsi secara normal, pertumbuhan daun terhambat sehingga menekan fotosintesis dan hasil, serta mengurangi fiksasi nitrogen (Jalid *et al.*, 1993).

Menurut Suprpto (1995), penentuan lahan yang dapat ditanami kedelai adalah dengan tanaman jagung sebagai indikator. Tanah yang baik ditanami jagung, baik pula ditanami kedelai. Kedelai mampu tumbuh dimusim hujan atau dimusim kemarau asalkan tidak kekurangan nutrisi terutama P, berbeda dengan jagung, bunga matahari dan gandum yang hanya tumbuh baik selama musim kemarau (Garside and Fulton, 1986).

## 2.2 Jenis Tanaman Pemacu Kolonisasi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM)

Hasil penelitian di Malaysia pada tanaman kelapa sawit dan kakao dengan melakukan inokulasi silang untuk mencari sumber inokulum yang terbaik, ternyata selain inokulum yang berasal dari tanaman itu sendiri, inokula yang berasal dari *Allium cepa* dan *Zea mays* L juga mampu membentuk Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) bervesikula-arbuskular (Baon, 1983). Tanaman tropik seperti cassava, kentang, kedelai, jagung, gandum, padi, kapas, tembakau, kakao, karet dan legume seringkali membutuhkan kolonisasi CPM dibawah kondisi normal (Sieverding, 1991). Menurut Harinikumar and Bagyaraj (1988), bahwa tanaman cassava yang membentuk kolonisasi CPM akan meningkatkan pertumbuhan tanaman legume. Penanaman tanaman pangan tanpa tanaman pemacu kolonisasi CPM dapat menghambat perkembangan CPM dalam tanah. Perbedaan tanaman dalam tingkat pembentukan kolonisasi dipengaruhi oleh konsentrasi P akar dan tanah (Toth *et al.*, 1984).

Ketergantungan tanaman terhadap CPM berhubungan erat dengan morfologi rambut akar (Sieverding, 1991). Menurut Modjo (1986), tanaman yang mempunyai tipe akar dengan cabang akhir akar yang berdiameter lebih dari 0,1 mm dan tidak ditutupi oleh rambut akar yang lebat (magnolioid) sangat tergantung kepada CPM untuk pertumbuhannya yang normal. Tanaman yang mempunyai tipe akar dengan cabang akhir akar yang berdiameter kurang dari 0,1 mm dan ditutupi oleh rambut akar yang tebal (graminoid) ketergantungannya terhadap CPM tidak nyata.

Tanaman pemacu yang sering digunakan untuk membentuk kolonisasi CPM dalam penelitian sebelumnya adalah tanaman jagung dan bunga matahari karena cepat dalam membentuk perakaran. Akar tanaman jagung dan bunga matahari mengandung sukrose yang sangat mendukung perkembangan CPM (Soedradjad, 1998, *komunikasi pribadi*). Tanaman jagung lebih efektif dalam membentuk kolonisasi CPM dibandingkan *A. cepa* pada tanaman kakao karena perakarannya lebih banyak yang mendukung infeksi CPM (Baon, 1983). Tanaman bunga matahari lebih efektif dalam membentuk kolonisasi CPM dibandingkan sorghum saat ditanam didaerah berlempung yang memiliki kandungan P dan Pb rendah karena lebih banyak menyerap P sehingga meningkatkan kesuburan tanah (Hibberd *et al.*, 1991).



### 2.3 Inokulasi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM)

Ciri infeksi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) secara interseluler pada jaringan epidermis dan kortek atau intraseluler pada sel kortek akar inang. Infeksi CPM diketahui dari kenampakan arbuskul, vesikel dan spora (Gunawan, 1993; Santosa, 1989). Arbuskul adalah unit kolonisasi yang telah mencapai sel kortek yang lebih dalam kemudian menembus dinding sel inang dan membentuk sistim percabangan hifa yang kompleks. Siklus hidup arbuskula yang berfungsi sebagai tempat penimbunan unsur hara yang diserap dari tanah antara 1 - 3 minggu dan terbentuk 2 - 3 hari setelah infeksi (Gunawan, 1993; Mosse, 1981). Vesikel sebagai organ reproduksi terletak pada ujung hifa baik internal atau eksternal. Vesikel yang berasal dari jaringan perakaran akan ikut terkelupas bersamaan dengan pertukaran kulit kortek yang selanjutnya berkecambah dalam tanah dan menginfeksi bagian akar yang lain (Santosa, 1989).

Infeksi CPM kedalam sel tanaman disertai dengan peningkatan aktivitas sitoplasma, pembentukan organel baru (mitokondria, retikulum endoplasma, RNA dan yang lain), pembengkakan nukleus, mobilisasi cadangan karbohidrat, naiknya respirasi dan aktivitas enzim tanpa merusak sitoplasma tersebut (Mosse, 1981). Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) dalam bersimbiosis membutuhkan fotosintat tanaman tingkat tinggi untuk hidupnya. Atlas dan Richard (1991) meyebutkan bahwa peningkatan pertumbuhan tanaman inang akan meningkatkan pula jumlah dan infeksi CPM karena kebutuhan CPM akan fotosintat dan eksudat akar terpenuhi. Menurut Sunardi (1996), saat inokulasi yang lebih awal akan mempengaruhi pembentukan kolonisasi dan infeksi yang lebih baik terhadap sifat fisiologis termasuk untuk pembelahan dan pembesaran sel. Inokulasi dengan *Gigaspora margarita* pada pembibitan secara ekonomis sangat menguntungkan terutama jika lahan kahat P dan harga pupuk P mahal (Santosa, 1989).

Asosiasi CPM dengan akar membantu tanaman dalam menghadapi stress karena air. Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan bertahan pada kondisi yang kurang air serta dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air tanaman inang yang tumbuh di wilayah kering (Santosa, 1989). Asosiasi CPM dengan akar tanaman meningkatkan

penyerapan unsur hara seperti P, Zn, S, K, Ca, Mg dan Cu (Powell and Bagyaraj, 1984; Baon, 1983). Unsur P yang dibantu penyerapannya oleh CPM merupakan komponen penting penyusun asam nukleat, phospholipid dan ATP (Scachtman *et al.*, 1998). Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) juga meningkatkan nodulasi dan fiksasi N<sub>2</sub> pada kedelai yang diinokulasi dengan rhizobia (Genry *et al.*, 1982). Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) juga berfungsi sebagai pengendali hayati terhadap patogen akar seperti nematoda dan bakteri (Santosa, 1989). Infeksi CPM pada kopi akan mengurangi kekerdilan akibat serangan nematoda *Pratylenchus coffeae* (Baon dkk, 1988).

Asosiasi CPM dengan akar tanaman akan mendukung terjadinya kolonisasi mikroorganisme tanah lain yang bersifat menguntungkan dan mendukung pertumbuhan seperti aktinomyces, bakteri penambat atau pelarut unsur hara dan lain-lain (Soedradjad, 1998, *komunikasi pribadi*). Inokulasi spora sebanyak 25 – 30 spora/100 g media tanah akan memberikan hasil peningkatan jumlah spora dalam tanah yang optimum (Zuhri, 1998). Selain inokula yang berasal dari spora, akar tanaman yang terinfeksi oleh CPM juga dapat berperan sebagai sumber inokulum. Proses infeksi dari persinggungan akar antara tanaman yang terinfeksi dengan tanaman inang lain lebih cepat dan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan inokulum yang berasal dari spora karena hifa eksternal sudah terbentuk (Sieverding, 1991).

#### 2.4 Bakteri Bintil Akar (*Rhizobium*)

*Rhizobium* secara alami sudah ditemukan berasosiasi dengan perakaran legume untuk memfiksasi nitrogen dan hasilnya digunakan untuk penyediaan sumber nitrogen bagi tanaman (Wahyuni, 1993). Kelompok bakteri akar selain *Rhizobium* yang dapat menginfeksi legume adalah bakteri dari kelompok *Bradyrhizobium* dan *Azorhizobium*. Infeksi pada akar yang terjadi disebut nodulasi akar (Madigan *et al.*, 1997).

Perkembangan nodulasi pada legume dipengaruhi oleh unsur mikro seperti Fe yang dibutuhkan untuk nitrogenase, leghemoglobin, sitokrom dan enzim-enzim lain dalam metabolisme bakteri (Johnson and Youngblood, 1991). Simbiosis antara

tanaman kedelai dengan *B. japonicum* dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman Fe (Terry *et al.*, 1991).

*Rhizobium* spp dapat tumbuh baik dalam bintil akar bila tanaman inangnya mampu menyediakan energi yang dibutuhkan. Tanaman inang mengandung sukrose yang dirombak menjadi gula sederhana (glukosa) dengan bantuan enzim *sucrose synthetase* dan digunakan *Rhizobium* untuk respirasi, sedangkan  $N_2$  yang difiksasi akan diubah menjadi  $NH_3$  dengan melepas  $H_2$  yang dikatalisis oleh aktivitas enzim nitrogenase (Miswar, 1998, *komunikasi pribadi*). Oleh karena itu tanaman inang tersebut harus mendapat hara lain seperti P, K atau unsur mikro yang cukup. Bila tanaman kahat akan suatu unsur, maka tanaman tidak mampu menyediakan energi sehingga pertumbuhannya dalam bintil akar terganggu dan penambatan  $N_2$  bebas dari udara tidak optimal (Gunarto *et al.*, 1987).  $O_2$  merupakan faktor pembatas dari nitrogenase sehingga dapat menghambat fiksasi  $N_2$ . Bakteri akar dapat kehilangan aktivitas nitrogenase setelah dijenuhi dengan  $O_2$  selama 15 menit (Patterson *et al.*, 1983).

Tujuan dilakukannya inokulasi pada biji atau tanah adalah membentuk populasi galur *Rhizobium* yang cukup efektif agar terjadi kolonisasi dan infeksi pada perakaran legume (Gardner, 1991). Ciri-ciri bintil akar efektif akan terlihat jika ada warna merah muda pada bagian tengah bintil akar setelah dibelah dan letak bintil akar yang efektif cenderung di leher akar dan daerah sekitarnya (Lamina, 1989). Inokulasi CPM dan *Rhizobium* mempunyai hubungan sinergis terhadap nodulasi, fiksasi  $N_2$  dan pertumbuhan tanaman karena CPM mempertinggi konsentrasi P dan mencukupi kebutuhan rhizobia akan P, Zn dan Cu yang keseluruhan meningkatkan nodulasi dan fiksasi  $N_2$  (Redente and Reeves, 1981).

Inokulasi biji dengan *Rhizobium* menyebabkan tanaman yang tumbuh menjadi kurang suseptibel terhadap infeksi virus. Infeksi virus mempengaruhi kemampuan bakteri untuk memfiksasi nitrogen. Aktivitas nitrogenase dan kandungan leghemoglobin dalam nodula kacang hijau yang terinfeksi *common bean mosaic virus* (CBMV) lebih rendah daripada dalam nodula yang sehat. Pertumbuhan dan perkembangan nodula dan kemampuannya untuk memfiksasi nitrogen akan dihambat bila  $NO_3^-$  ditambahkan pada media tumbuh. Penghambatan ini disebabkan oleh

akumulasi nitrit dalam sitosol nodula yang dihasilkan oleh aktivitas nitrat reduktase. Akumulasi nitrit ini juga disebabkan oleh penghambatan suplai oksigen dalam sel-sel bakteroid yang diperlukan untuk menstimulasi nitrogenase (Wahyuni, 1993).

## 2.5 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang, tujuan dan tinjauan pustaka dapat ditarik hipotesis sebagai berikut :

- (1). Jenis tanaman pemacu kolonisasi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) yang berbeda mempengaruhi jumlah CPM dalam tanah.
- (2). Perlakuan saat inokulasi *Gigaspora margarita* mempengaruhi kolonisasi *G. margarita* dan pertumbuhan kedelai.
- (3). Perlakuan inokulasi *Rhizobium japonicum* mempengaruhi pembentukan bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai.





### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di dua tempat, yaitu di Laboratorium Agronomi untuk pembuatan dan perbanyakkan inokulum Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM). Tempat penelitian kedua di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Jember untuk pertanaman kedelai. Penelitian dilakukan bulan Mei – Agustus 1999.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi : *Gigaspora margarita* sebagai Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM), *Rhizobium japonicum*, benih bunga matahari, benih jagung, benih kedelai (Galur YN-24) media pasir steril, sukrosa, asam fuchsin, KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , HCl, asam laktat, gliseril.

Alat yang digunakan meliputi : ayakan diameter 30 mesh, 60 mesh, dan 100 mesh, beaker glass, sentrifuge dengan perlengkapannya, mikroskop, petridish, obyek dan deck glass, polybag, hot plate, stirer dengan perlengkapannya, alat ukur seperti neraca, roll meter, termometer, thermohigrometer, lux meter, soil tester, alat tulis dan dokumentasi.

#### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 3 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah jenis tanaman pemacu kolonisasi CPM yang terdiri dari 2 macam, yaitu bunga matahari dan jagung. Faktor kedua adalah saat inokulasi *Gigaspora margarita* yang terdiri dari 4 level, yaitu tanpa inokulasi, inokulasi 7 hari sebelum tanam, inokulasi bersamaan semai dan inokulasi 7 hari setelah tanam. Faktor ketiga adalah inokulasi *Rhizobium japonicum* yang terdiri dari 2 level, yaitu tanpa *R. japonicum* dan dengan *R. japonicum*. Nilai rerata antar perlakuan diuji dengan uji F dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kesalahan 5%.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Isolasi Spora dan Perbanyak Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM)

Tanah yang mengandung CPM diambil sebanyak 100 g kemudian dibersihkan dari kotoran selanjutnya disaring secara basah dengan penyaringan bertingkat. Spora yang tertahan disaringan paling kecil dibilas dan ditaruh di petridish. Spora yang masih bercampur dengan partikel tanah dipisahkan dengan menggunakan larutan sukrosa 30% dan sentrifuge (300 rpm, 5 menit). Spora yang sudah bersih diambil untuk diidentifikasi dan dihitung jumlahnya.

Perbanyak inokulum CPM dengan menggunakan polybag berukuran 5 x 9 cm diisi dengan media pasir steril, kemudian ditanami yaitu benih bunga matahari atau benih jagung 2 biji per polybag. Empat hari kemudian spora CPM diinokulasikan pada perakaran dengan menempatkan di samping kanan dan kiri perakaran tanaman. Tanaman dipelihara dengan menambahkan stimulator pertumbuhan CPM berupa pupuk tepung tulang ikan/*rock phosphate*. Pemanenan inokulum dilakukan dengan menghitung jumlah spora dari spesies dominan yang dihasilkan dari 100 g media tanam.

#### 3.4.2 Pelaksanaan Inokulasi *Rhizobium*

Inokulasi *Rhizobium* dilakukan dengan mencampur biji kedelai dengan legin. Biji kedelai dibasahi dalam ember plastik, kemudian legin dituangkan dan diaduk rata dengan perbandingan 15 g legin untuk 1 kg biji kedelai. Campuran bahan ini diangin-anginkan ditempat teduh hingga kering.

#### 3.4.3 Persiapan Penanaman

Tanah tegal diambil dan dikeringanginkan kemudian dianalisa kandungan unsur hara yang tersedia dalam media. Polybag diisi media tanah sebanyak 10 kg/polybag.

#### 3.4.4 Penentuan Kapasitas Lapang

Tanah yang digunakan untuk penelitian diambil dari Desa Tegal Besar Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember dan diletakkan dalam pot plastik yang telah dilubangi dasarnya. Tanah dalam pot plastik tersebut dijenuhi dengan air,

dikeringanginkan dan ditunggu hingga tetesan yang terakhir kemudian diukur dengan alat pengukur kadar air tanah (pH - Soil Humidity Tester). Kadar air yang tertera pada alat pengukur merupakan kapasitas lapang dari media yang digunakan dalam penelitian.

#### **3.4.4 Penanaman**

Benih jagung dan bunga matahari ditanam secara bersamaan. Inokulum *Rhizobium* diberikan sebelum benih ditanam. Inokulum CPM diberikan sesuai perlakuan, untuk sebelum semai dilakukan dengan menginokulasi CPM setelah tanaman jagung dan bunga matahari berumur dua minggu. Perlakuan 0 hari dilakukan bersamaan dengan benih kedelai ditanam. Perlakuan setelah semai dilakukan setelah tanaman kedelai berumur 7 hari setelah tanam. Pemberian dilaksanakan disamping kanan dan kiri lubang tanam dengan kedalaman  $\pm 7,5$  cm sebanyak 25 spora. Tanaman jagung dan bunga matahari dipanen setelah berumur satu bulan (kedelai  $\pm 14$  HST)

Pengendalian jasad pengganggu dilakukan secara mekanis dan meminimalkan bahan kimia. Pemupukan diberikan berupa urea (250 kg/ha), *rock phosphate* (setara 120 kg/ha TSP) dan KCl (120 kg/ha).

### **3.5 Parameter Pengamatan**

#### **3.5.1 Parameter Utama**

Parameter utama penelitian yang dilakukan meliputi :

- (1). Persentase (%) infeksi cendawan pembentuk mikoriza
- (2). Jumlah CPM endogenous yang diperoleh dari perbanyakan inokulum
- (3). Kolonisasi CPM yang diperoleh dari tanaman pemacu yang berbeda dan dari 100 gram media tanam pada umur 0, 15, 30 hari setelah tanam.
- (4). Jumlah bintil akar pertanaman (umur 35 hari setelah tanam)
- (5). Persentase bintil aktif ( umur 35 hari setelah tanam).
- (6). Tinggi tanaman (umur 35 hari setelah tanam)
- (7). Panjang akar (umur 35 hari setelah tanam)
- (8). Rasio tajuk dan akar (umur 35 hari setelah tanam)

(9). Berat kering bagian atas (umur 35 hari setelah tanam)

(10). Berat kering akar (umur 35 hari setelah tanam)

### 3.5.2 Parameter Pendukung

Parameter pendukung penelitian meliputi :

- (1). Kadar lengas tanah diukur 3 hari sekali.
- (2). pH tanah diukur 3 hari sekali.
- (3). Intensitas cahaya diukur 3 hari sekali.
- (4). Kelembaban udara diukur 3 hari sekali.
- (5). Fluktuasi suhu diukur 3 hari sekali.
- (6). Foto spora, akar terinfeksi (arbuskul, vesikel, miselia), dan akar tidak terinfeksi.
- (7). Analisa N, P, K tanah sebelum penelitian.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil

Berdasarkan analisa sidik ragam dan uji Duncan maka didapatkan hasil bahwa perlakuan bunga matahari sebagai tanaman pemacu memberikan hasil lebih baik terhadap keberadaan Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) dalam tanah dibandingkan jagung dan menurun pada akhir pengamatan (Tabel 2). Semua perlakuan saat inokulasi *Gigaspora margarita* berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Pemberian *Rhizobium japonicum* berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan kecuali persentase bintil aktif dan rasio tajuk dan akar. Hasil analisis masing-masing parameter percobaan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Nilai Rerata Parameter Percobaan**

| Perlakuan | 1       | 2      | 3           | 4        | 5      | 6       | 7      |
|-----------|---------|--------|-------------|----------|--------|---------|--------|
| T0S0R0    | 4.33 a  | 1.00 a | 26.86 abcd  | 14.40 ab | 2.80 a | 0.43 ab | 0.14 a |
| T0S0R1    | 4.66 ab | 0.95 a | 26.36 abcd  | 19.06 ab | 1.38 a | 0.56 ab | 0.36 a |
| T0S1R0    | 4.66 ab | 1.00 a | 28.37 abcde | 18.86 ab | 2.26 a | 0.48 ab | 0.17 a |
| T0S1R1    | 7.66 b  | 0.92 a | 40.26 bcde  | 21.20 ab | 2.03 a | 0.92 b  | 0.59 b |
| T0S2R0    | 6.33 ab | 1.00 a | 30.06 abcde | 12.93 ab | 1.79 a | 0.48ab  | 0.13 a |
| T0S2R1    | 7.33 ab | 0.96 a | 42.90 cde   | 19.40 ab | 1.53 a | 0.66 ab | 0.18 a |
| T0S3R0    | 6.00 ab | 0.95 a | 44.76 de    | 23.56 ab | 1.93 a | 0.75 ab | 0.23 a |
| T0S3R1    | 5.66 ab | 1.00 a | 46.06 e     | 21.66 ab | 2.50 a | 0.60 ab | 0.18 a |
| T1S0R0    | 5.00 ab | 1.00 a | 28.63 abcde | 10.23 ab | 1.14 a | 0.34 a  | 0.17 a |
| T1S0R1    | 7.33 ab | 0.95 a | 20.93 a     | 15.50 ab | 1.79 a | 0.52 ab | 0.21 a |
| T1S1R0    | 6.33 ab | 1.00 a | 21.90 ab    | 11.93 ab | 1.59 a | 0.37 ab | 0.17 a |
| T1S1R1    | 7.33 ab | 1.00 a | 31.23 abcde | 18.63 ab | 1.92 a | 0.73 ab | 0.25 a |
| T1S2R0    | 6.66 ab | 0.87 a | 21.00 a     | 7.66 a   | 1.83 a | 0.22 a  | 0.16 a |
| T1S2R1    | 7.33 ab | 0.96 a | 24.76 abc   | 26.06 b  | 2.11 a | 0.59 ab | 0.25 a |
| T1S3R0    | 4.66 ab | 0.90 a | 31.40 abcde | 15.83 ab | 1.47 a | 0.35 ab | 0.32 a |
| T1S3R1    | 7.00 ab | 0.96 a | 29.80 abcde | 16.53 ab | 1.94 a | 0.61 ab | 0.24 a |

Keterangan : huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata  
 (1) Jumlah bintil akar per tanaman (2) Persentase bintil aktif (3) Tinggi tanaman (4) Panjang akar (5) Shoot and root ratio (6) Berat kering bagian atas (7) Berat kering akar

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Dinamika Populasi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) Selama Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) endogenous yang dominan dari hasil isolasi dan perbanyakan adalah *Gigaspora margarita* dengan populasi 25 – 30 spora/100 gram tanah (Spora *G. margarita* ditunjukkan pada Gambar 1). Tanah yang diambil untuk bahan isolasi CPM berasal dari Dusun Calok Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dimana lahan tersebut sedang ditanami tanaman cassava. Menurut Sieverding (1991), lahan yang ditanami cassava mampu membentuk kolonisasi dengan jenis CPM endogenous *Glomus* spp. Dominasi *G. margarita* pada lahan tersebut bukan berarti tidak ada jenis lain, hanya saja jenis lain tersebut terdapat dalam jumlah cukup kecil. Hal ini berkaitan dengan kesesuaian antara tanaman inang dengan strain CPM dimana masing-masing strain CPM berbeda tingkat kompatibilitasnya terhadap satu tanaman inang. Dominasi tersebut juga berkaitan dengan daya adaptasi dan lingkungan yang sesuai untuk perkembangannya.



Gambar 1. Spora *G. margarita*

Keterangan : (1) Spora (2) Bulbos suspensor(3) Hifa eksternal

Perkembangan dan infeksi CPM dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan seperti suhu tanah, kandungan air tanah, pH tanah, bahan organik dan residu akar serta faktor lain-lainnya (Santosa, 1989). Syarat tumbuh ini sesuai dengan media penelitian seperti pada Lampiran 2. Hasil penelitian menunjukkan tidak terjadinya infeksi CPM pada akar tanaman kedelai. Hal ini diakibatkan tercukupinya kebutuhan air tanaman. Kadar air tanah rata-rata sebesar 42,5% sedikit diatas kapasitas lapang yang sebesar 37%, sehingga kebutuhan konsumtif air tanaman tercukupi. Kondisi media penelitian yang cukup air menyebabkan perkembangan CPM terhambat sehingga tidak dapat melakukan perkecambahan dan membentuk hifa eksternal untuk menginfeksi akar kedelai. Menurut Sunardi (1996), kisaran lengas tanah berada diantara kapasitas lapang dan titik layu permanen yaitu 50% - 70%. Kadar air tanah dibawah 50% kapasitas lapang menyebabkan terjadinya stress air. Kondisi stress air sedang sampai berat berpengaruh terhadap metabolisme tanaman. Tidak terjadinya infeksi juga disebabkan oleh ketidaksesuaian genetik antara galur kedelai yang digunakan dan *G. margarita* yang diinokulasikan. Gambar korteks akar yang tidak terinfeksi terlihat dalam Gambar 2.



**Gambar 2. Kenampakan Korteks Akar yang Tidak Terinfeksi**

Dinamika populasi CPM menurun selama pertumbuhan tanaman kedelai. Tanaman kedelai yang tidak diinokulasi dengan CPM tidak dapat membentuk kolonisasi CPM pada tanah (media). Hal ini disebabkan dalam tanah yang digunakan tidak mengandung spora CPM yang berasal dari penanaman sebelumnya. Saat inokulasi yang dilakukan seminggu sebelum tanam, bersamaan semai, dan seminggu sesudah tanam berpengaruh tidak nyata terhadap penambahan jumlah spora seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Dinamika Populasi *G. margarita* selama Pertumbuhan Tanaman Kedelai/100 gram Tanah**

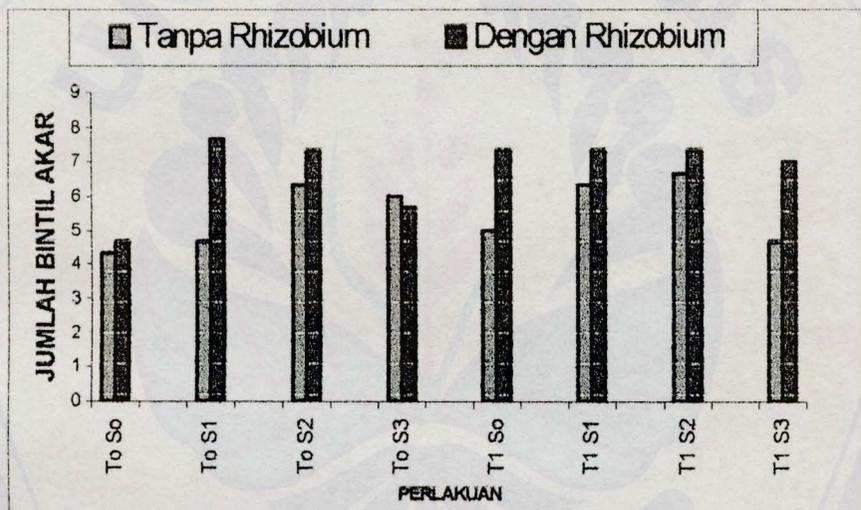
| Jenis Tanaman<br>Pemacu | Saat Inokulasi |   |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----------------|---|----|----|----|----|----|----|
|                         | 1              |   | 2  |    | 3  |    | 4  |    |
|                         | a              | b | a  | b  | a  | b  | a  | b  |
| Bunga matahari          | 0              | 0 | 52 | 35 | 56 | 37 | 56 | 37 |
| Jagung                  | 0              | 0 | 50 | 38 | 47 | 38 | 51 | 41 |

Keterangan : (1) Tanpa inokulasi (2) Inokulasi 7 hari sebelum tanam (3) Inokulasi bersamaan semai (4) Inokulasi 7 hari setelah tanam (a) Pengamatan kolonisasi CPM 15 hari setelah tanam (b) Pengamatan kolonisasi CPM 30 hari setelah tanam.

Tabel 2 menunjukkan bahwa inokulasi spora sebanyak 25 spora akan menambah jumlah populasi *G. margarita* dalam media pada tanaman kedelai yang berumur  $\pm 2$  minggu. Saat inokulasi seminggu setelah tanam memberikan hasil lebih baik terhadap penambahan jumlah spora dalam tanah pada tanaman kedelai yang berumur sama. Tanaman bunga matahari memberikan hasil lebih baik terhadap penambahan jumlah spora dalam tanah. Hal ini diakibatkan tanaman bunga matahari memiliki perakaran lebih banyak dibandingkan dengan tanaman jagung sehingga tingkat persaingan dalam memperoleh fotosintat dan eksudat dari akar lebih kecil. Atlas dan Richard (1991) menyebutkan bahwa peningkatan pertumbuhan tanaman akan meningkatkan pula jumlah dan infeksi CPM karena kebutuhan CPM akan fotosintat dari akar terpenuhi. Tanaman kedelai yang berumur  $\pm 30$  hari setelah tanam untuk semua perlakuan mengalami penurunan jumlah spora dalam tanah dibandingkan dengan tanaman kedelai saat berumur  $\pm 15$  hari setelah tanam. Hal ini diakibatkan spora CPM tidak mampu berkecambah dan membentuk hifa eksternal

untuk menembus korteks akar kedelai sehingga vesikel dan arbuskul tidak terbentuk yang menyebabkan tidak terjadi pertukaran antara tanaman inang dengan CPM. Tidak terpenuhinya kebutuhan CPM akan fotosintat dan eksudat dari akar menyebabkan perkembangan CPM terhambat. Tanaman jagung dan bunga matahari tidak mampu memacu kolonisasi CPM karena CPM terhambat kebutuhan fotosintatnya saat tanaman pemacu dipotong dan CPM tidak mampu menginfeksi akar kedelai untuk memperoleh fotosintat baru bagi perkembangannya.

*Rhizobium* merupakan salah satu bakteri tanah yang mampu bersimbiosis dengan akar tanaman kedelai untuk melakukan fiksasi  $N_2$  dari udara bebas. Inokulasi *Rhizobium* pada tanaman kedelai memberikan hasil lebih baik terhadap pembentukan (jumlah) bintil akar seperti tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Jumlah Bintil Akar Pertanaman

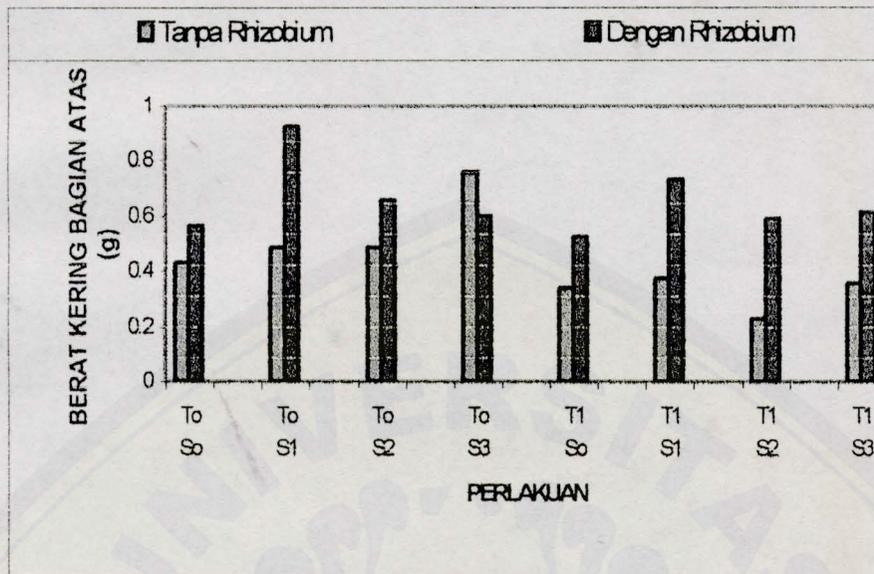
Gambar 3 menunjukkan bahwa pemberian *Rhizobium japonicum* memberikan hasil lebih baik terhadap pembentukan bintil akar dibandingkan dengan tanaman kedelai yang tidak diinokulasi dengan *R. japonicum*. Tanaman yang tidak diinokulasi dengan *R. japonicum* juga mampu untuk membentuk bintil akar. Hal ini disebabkan pada tanah yang digunakan untuk penelitian terdapat strain *Rhizobium* alami sisa dari penanaman sebelumnya dan cukup kompatibel dengan galur kedelai yang digunakan.

Aktivitas bintil akar dalam fiksasi  $N_2$  dipengaruhi oleh suhu tanah, pH tanah, unsur organik dan ion logam dalam tanah (Salisbury and Ross, 1992). Inokulasi *R. japonicum* tidak berpengaruh nyata terhadap persentase bintil aktif dibandingkan dengan tanaman kedelai yang tidak diinokulasi dengan *R. japonicum*. Hal ini dikarenakan pada fase vegetatif tanaman kedelai membutuhkan unsur N dalam jumlah cukup banyak dimana saat tanaman kekurangan N akibat kandungan N tanah yang rendah maka bintil akar akan aktif melakukan fiksasi nitrogen bebas dari udara untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Bintil akar menjadi lebih aktif bila tanaman mampu menyediakan eksudat akar bagi perkembangannya dan ATP hasil proses respirasi yang digunakan dalam melakukan fiksasi  $N_2$ . Bintil akar menjadi kurang aktif pada tanaman kedelai yang memasuki fase generatif karena kebutuhan tanaman akan N menurun. *Rhizobium* juga berkurang aktivitasnya pada tanaman yang mengalami kelebihan unsur N.

#### 4.2.2 Aktivitas Mikroorganisme Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai

*G. margarita* mampu bekerjasama dengan *Rhizobium* dalam asosiasi dengan akar kedelai. Hasil penelitian Zuhri (1998) menunjukkan inokulasi ganda antara *G. margarita* dan *Rhizobium* memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dibandingkan dengan tanaman kedelai yang diinokulasi tunggal. Akar kedelai yang tidak terinfeksi oleh CPM akan menurunkan aktivitas bakteri penambat N karena CPM mampu melarutkan P dari dalam tanah yang digunakan sebagai penyusun ATP yang merupakan sumber energi bagi *Rhizobium* dalam melakukan fiksasi nitrogen.

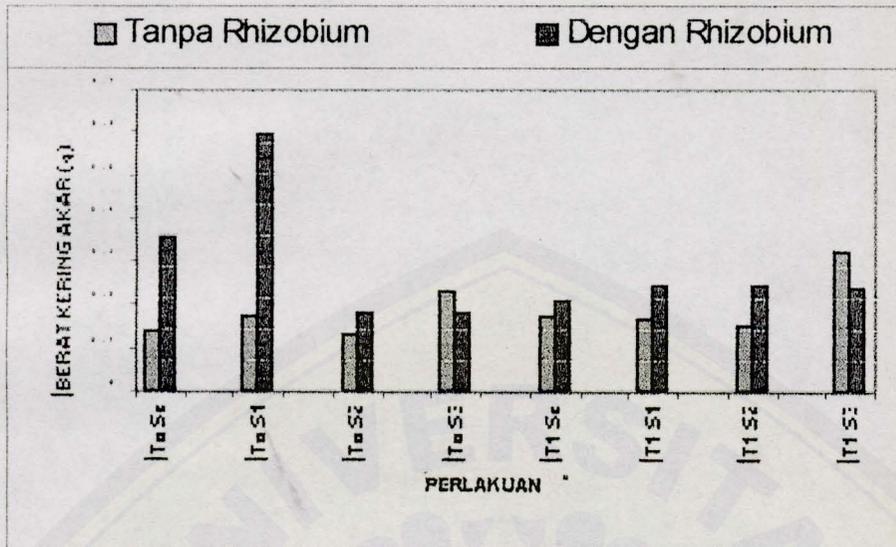
Inokulasi *R. japonicum* pada kedelai berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, panjang akar, berat kering bagian atas dan berat kering akar. Hal ini disebabkan *R. japonicum* mampu memasok kebutuhan unsur N tanaman yang digunakan untuk pertumbuhan vegetatif dan proses fisiologis tanaman. Hal ini ditunjukkan dengan berat kering bagian atas tanaman yang nyata dengan perlakuan inokulasi *R. japonicum* seperti tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Berat Kering Bagian Atas Tanaman

Gambar 4 menunjukkan bahwa tanaman kedelai yang diinokulasi dengan *R. japonicum* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat kering bagian atas tanaman dibandingkan dengan tanpa inokulasi. Nitrogen hasil fiksasi *R. japonicum* digunakan tanaman sebagai bahan penyusun protein atau enzim seperti Rubisco yang berperan dalam proses fotosintesis. Tanaman yang tercukupi kebutuhan unsur nitrogennya mengakibatkan pembentukan enzim menjadi tidak terhambat dan akan memacu proses fisiologis tanaman sehingga berat kering tanaman menjadi lebih tinggi.

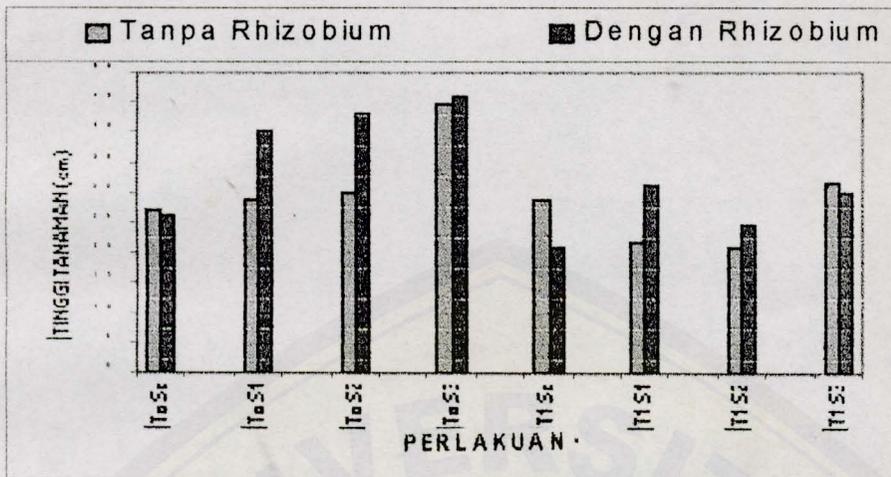
Berat kering merupakan hasil dari tiga proses yaitu penumpukan asimilat, penurunan asimilat akibat respirasi dan akumulasi ke bagian pengguna. Pengukuran berat kering didapatkan setelah organ tanaman dioven pada suhu tertentu. Selain berat kering bagian atas tanaman, peningkatan proses fisiologis tanaman juga dapat dilihat dari berat kering akar. Inokulasi *R. japonicum* pada tanaman kedelai memberikan hasil lebih baik terhadap berat kering akar seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Berat Kering Akar Tanaman

$N_2$  hasil fiksasi oleh *Rhizobium* dirubah menjadi  $NH_3$  dengan melepas  $H_2$ . Bentuk nitrogen ini akan dirubah menjadi glutamine dengan bantuan enzim *glutamine synthetase* (GS) atau glutamate dengan bantuan enzim *glutamine oxoglutarate amidotransferase* (GOGAT). Hasil yang berupa asam amino dibutuhkan oleh tanaman sebagai bahan penyusun senyawa yang lebih kompleks. Terbentuknya senyawa yang lebih kompleks seperti protein atau enzim akan memacu proses biokimia dan fisiologis tanaman seperti fotosintesis sehingga penumpukan asimilat di akar menjadi lebih tinggi. Akar kedelai tidak berfungsi sebagai cadangan makanan tetapi mengandung gula (sukrosa) hasil dari fotosintat yang akan dirubah menjadi glukosa dengan bantuan enzim *sucrose synthetase* dan digunakan oleh *Rhizobium* untuk melakukan respirasi.

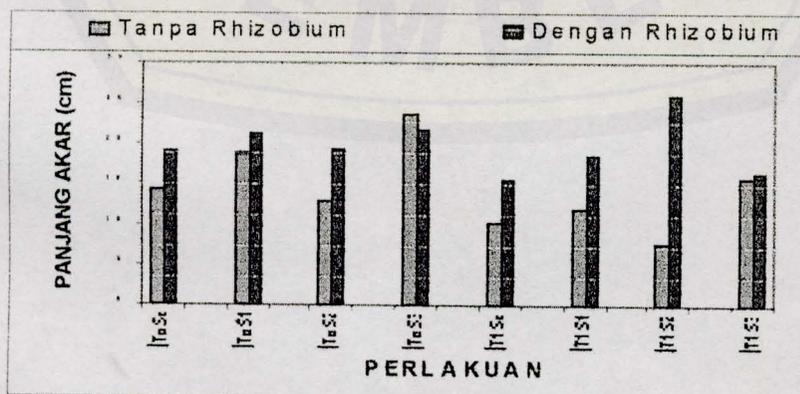
Pemberian *R. japonicum* pada tanaman kedelai menunjukkan hasil berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi dengan *R. japonicum* terhadap tinggi tanaman (Gambar 6) dan panjang akar (Gambar 7), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap perbandingan tajuk dan akar tanaman.



Gambar 6. Diagram Tinggi Tanaman

Gambar 6 menunjukkan inokulasi *R. japonicum* pada akar kedelai berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Inokulasi *R. japonicum* akan merangsang pembentukan bintil akar sehingga nitrogen yang difiksasi lebih banyak dibandingkan dengan tanaman kedelai yang tidak diinokulasi dengan *R. japonicum* meskipun bisa membentuk bintil akar. Tanaman kedelai selama fase vegetatif membutuhkan air dan unsur hara seperti N dalam jumlah cukup banyak. Kebutuhan tanaman akan unsur N tercukupi dengan terjadinya simbiosis antara akar kedelai dengan *Rhizobium*.

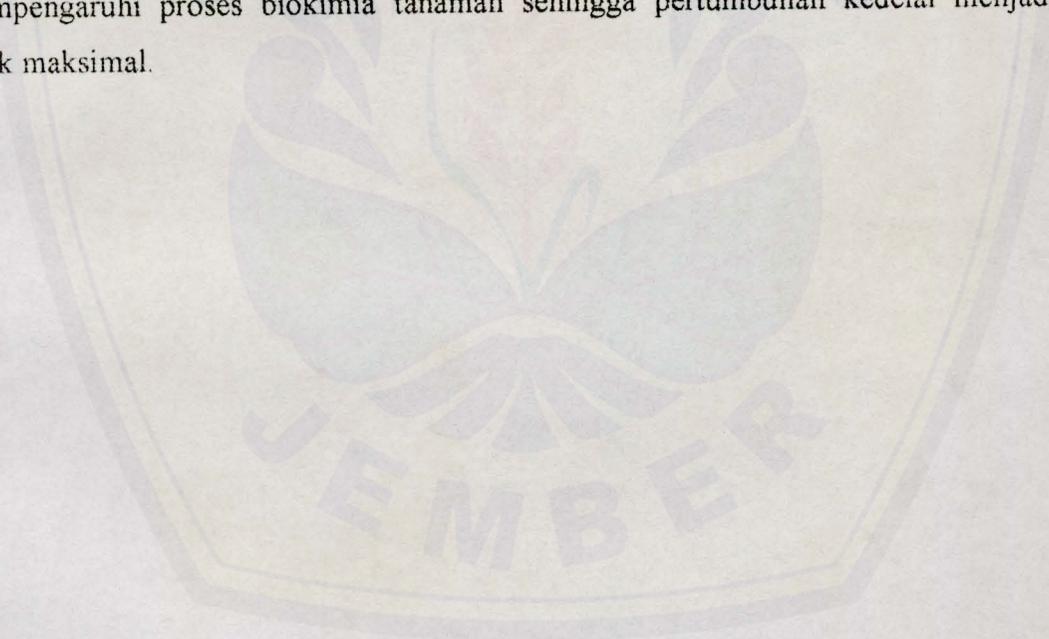
Inokulasi *R. japonicum* pada tanaman kedelai juga memberikan hasil lebih baik terhadap panjang akar dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi seperti tampak pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Panjang Akar Tanaman

Gambar 7 menunjukkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan *R. japonicum* berpengaruh nyata terhadap panjang akar dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi. Hal ini disebabkan tercukupinya kebutuhan N tanaman akan mendorong proses biokimia lebih lanjut. Tanaman kedelai yang tumbuh di tanah kering cenderung memanjangkan akarnya untuk menyerap air dimana air berfungsi sebagai pelarut unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman.

Tanaman kedelai membutuhkan berbagai unsur esensial lain seperti P selama fase pertumbuhannya. Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) mampu memproduksi enzim fosfatase untuk mengkatalis hidrolisis kompleks fosfor tidak larut dalam tanah. Akar kedelai yang tidak terinfeksi oleh CPM menyebabkan aktivitas enzim fosfatase tidak terjadi sehingga penyerapan unsur P dalam tanah terhambat. Unsur P merupakan komponen penting penyusun asam nukleat, phospholipid dan Adenosin Tri Fosfat (Schachtman *et al.*, 1998). Penyerapan unsur P yang terhambat mempengaruhi proses biokimia tanaman sehingga pertumbuhan kedelai menjadi tidak maksimal.





## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

- (1). Tanaman bunga matahari memberi hasil lebih baik dalam penambahan jumlah spora Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM) dalam tanah pada kedelai yang berumur 2 minggu dan jumlah spora CPM pada dua jenis tanaman pemacu menurun saat kedelai berumur satu bulan.
- (2). Saat inokulasi *Gigaspora margarita* 7 hari setelah tanam memberikan hasil lebih baik terhadap kolonisasi *G. margarita* pada kedelai berumur dua minggu dan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kedelai.
- (3). Inokulasi *Rhizobium japonicum* berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar, tinggi tanaman, panjang akar, berat kering bagian atas dan berat kering akar.
- (4). Kadar air yang berlebihan di daerah perakaran dan ketidaksesuaian genetik antara tanaman inang dengan spesies CPM menyebabkan tidak terjadinya infeksi CPM di perakaran tanaman inang.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian kembali dengan metode yang sama dan penerapannya di lapang serta memperhatikan tingkat kompatibilitas antara tanaman inang dengan strain CPM dan batas optimum air tanah yang sesuai dengan perkembangan CPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Atlas, R. M. and R. Bartha. 1991. *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. Addison-Wesley Publishing Company. United States
- Baon, J. B. 1983. Mikoriza Peranan Serta Kemungkinan Pengembangannya Dalam Lapangan Perkebunan. *Menara Perkebunan*. 51: 114-121
- Baon, J. B, S. Wiryadiputra, dan E. Sulistyowati. 1988. Pengaruh Infeksi Mikoriza Terhadap Serangan Nematoda *Pratylenchus coffeae* Pada Tanaman Kopi. *Pelita Perkebunan*. 4: 22-30
- Gardner, P. F, R. B. Pearce and R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. University Indonesia Press. Jakarta
- Garside, A. L. and C. M. Fulton. 1986. Responses of Irrigated Soybeans to Phosphorus on An Alkaline Cracking Clay in Semi Arid Tropical Australia. *Australia Journal Experimental Agriculture*. 26: 115-122
- Genry, F, H. G. Diem and Y. R Dommergues. 1982. Effect of Inoculation With *Glomus mossesae* on Nitrogen Fixation by Field Grown Soybeans. *Plant and Soil*. 64 : 811-829
- Gunarto, L, F. A. Bahar dan H. Taslam. 1987. Pengaruh Pemberian Nitrogen dan Inokulasi *Rhizobium* Terhadap Pembintilan Akar Serta Hasil Tanaman Kedelai dan Kacang Hijau. *Agrikam*. 2 : 33-37
- Gunawan, A. W. 1993. *Mikoriza Arbuskula*. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat IPB. Bogor
- Harinikumar, K. M. and D. J. Bagyaraj. 1988. Effect of Crop Rotation on Native Vesicular-Arbuscular Mychorizal Propagules in Soil. *Plant and Soil*. 110 : 77-80
- Hibberd, D. E, P. S. Want, M. N. Hunter, J. Standley, P.W. Moody and G. W. Blight. 1991. Marginal Responses Over Six Years by Sorghum and Sunflower to Broadcast and Banded Phosphorous on A Low P Vertisol and Changes in Extractable Soil Phosphorous. *Aust. J. Exp. Agric*. 31 : 99-106
- Jalid, H. R, Z. Kari dan H. Subakti. 1993. *Kendala dan Peluang Pengembangan Kedelai di Lahan Sawah Tadah Hujan Sumatera*. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan 5 Kedelai, Kacang Tanah, Kacang Hijau dan Kacang Tunggak. Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

- Johnson, G. V. and G. J. Youngblood. 1991. *Responses of Nitrogen Fixing and Nitrate Supplied Alfafa (Medicago sativa L.) to Iron Chelates in An Alkaline Hidroponic Medium*. pp 259-264 in Chen Y and Y. Hadar (Eds.) Iron Nutrition and Interactions in Plants. Kluwer Academics Publishers.
- Lamina. 1989. *Kedelai dan Pengembangannya*. C. V. Simplek. Jakarta
- Madigan, M. T, M. Martinko and J. Parker. 1997. *Brock Biology of Microorganisms*. Prentice Hall International Inc. United States
- Mimbar, S. M. 1990. *Pengaruh Kerapatan Tanaman Kedelai Terhadap Organ-Organ Reproduksi, Polong dan Hasil Kedelai Wilis*. Hasil Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Modjo, S. H. 1986. *Prospek Penggunaan Mikoriza Dalam Perkebunan. Makalah yang Disampaikan Pada Seminar Mingguan di Balai Teh dan Kina*. Gambung. Jawa Barat
- Mosse, B. 1981. *Versicular-Arbuscular Mychoriza Research for Tropical Agriculture*. Ros. Hawaii Inst. Trop. Agric. Resour. Hawaii
- Patterson, T. G, J. B. Peterson and T. A. Larue. 1983. Effect of Supra-Ambient Oxygen on Nitrogenase Actyvity ( $C_2H_2$ ) of Soybean and A Comparison of Estimates. *Plant Physiol.* 70 : 695-700
- Powell, C. J and J. Bagyaraj. 1984. *Versicular-Arbuscular Mychorriza*. CRC Press. Florida
- Redente, E. F and F. B. Reeves. 1981. Interactions Between Versicular-Arbuscular Mychoriza and *Rhizobium* and Their Effect on Sweetretch Growth. *Soil Sci.* 132 : 410-415
- Rukmana, R dan Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai, Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta
- Salisbury, F. B and C. W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company. Belmont California
- Santosa, D. A. 1989. *Teknik dan Metode Penelitian MVA*. Lab. Bioteknologi Tanah Jurusan Tanah IPB. Bogor
- Schachtman, D. P, R. J. Reid and S. M Ayling. 1998. Phosphorous Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiol.* 116: 447-453
- Siverding, E. 1991. *Versicular-Arbuscular Mychoriza Management in Tropical Agrosystem*. Technical Cooperation-Federal Republic of Germany. Germany

- Sunardi, C. 1996. *Pengaruh Saat Inokulasi Mikoriza Gigaspora margarita Terhadap Stagnasi Transplantasi Bibit, Pertumbuhan dan Hasil Cabai Besar Pada Dua Kondisi Lengas Tanah*. Hasil Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember
- Suprpto, H. S. 1995. *Bertanam Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Terry, R. E, K. U. Soerensen, V. D. Jolley and J. C. Brown. 1991. *The Role of Active B. japonicum in Iron Stress Response of Soybeans*. pp 265-270 in Chen Y and Y. Hadar (Eds.) *Iron Nutrition and Interactions in Plants*. Kluwer Academic Publishers
- Toth, R, T. Page, and C. Castleberry. 1984. Differences in Mychorizal Colonization of Maize Selections For High and Low Ear Leaf Phosphorous. *Crop Sci.* 24: 994-996
- Wahyuni, W. S. 1993. Bagaimana Virus Hidup Bersama Dengan *Rhizobium* Pada Tanaman Legum?. *Agri Journal.* 2: 3-7
- Yutono. 185. *Inokulan Rhizobium Pada Kedelai*. pp 217-230 dalam Sadikin Somaatmodjo (Ed). *Kedelai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor. Bogor
- Zuhri, S. 1998. *Pengaruh Inokulasi Gigaspora margarita Dengan Pemberian Rhizobium spp Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai di Lahan Kering*. Hasil Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember



## Lampiran 1. Karakteristik Tanah Tempat Penelitian

- a) Kadar pasir : 30.12%
- b) Kadar lempung : 34.37%
- c) Kadar debu : 35.51%
- d) pH H<sub>2</sub>O : 6.95 (netral)
- e) pH KCl : 6.3 (netral)
- f) N-tersedia : 1.75% (sedang)
- g) P-tersedia : 0.068 ppm (sangat rendah)
- h) K-tersedia : 0.093 me/100g (sangat rendah)
- i) BO tanah : 2.5% (rendah)
- j) Kadar lengas : 37%

---

Keterangan : <sup>1)</sup> Kriteria Menurut Survey Tanah Tipe A, Lembaga Penelitian Tanah Bogor, Bogor 1983

## Lampiran 2. Metode Pewarnaan untuk Infeksi Cendawan Pembentuk Mikoriza (CPM)

1. Mencuci akar dengan air untuk melepaskan miselia luar.
2. Memotong akar sepanjang  $\pm 1$  cm dan diawetkan dengan FAA (13 ml formalin, 5 ml asam asetat glasial, 250 ml 50% etanol).
3. Merendam dalam KOH 10%, dipanaskan dalam suhu 90 °C selama 1 – 2 jam.
4. Membilas kelebihan KOH yang menempel dengan air sebanyak empat kali.
5. Merendam dalam HCl 1% selama 2 menit.
6. Merendam akar dalam 0,05% blue trypan dalam laktofenol (20 g fenol kristal, 20 ml asam laktat, 40 ml gliserin, 20 ml aquadest).
7. Merebus akar dalam warna tersebut selama 3 menit.
8. Memeriksa potongan akar dengan mikroskop.

Lampiran 3a. Kolonisasi CPM per 100 g Media (15 HST)

| Pemacu Inokulasi Rhizobium |    |    | Kelompok |     |     | Total    | Rata-rata |
|----------------------------|----|----|----------|-----|-----|----------|-----------|
|                            |    |    | 1        | 2   | 3   |          |           |
| To                         | So | Ro | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |
|                            |    | R1 | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |
|                            | S1 | Ro | 60       | 53  | 55  | 168      | 56        |
|                            |    | R1 | 42       | 48  | 51  | 141      | 47        |
|                            | S2 | Ro | 60       | 55  | 47  | 162      | 54        |
|                            |    | R1 | 64       | 60  | 48  | 172      | 57.33333  |
| S3                         | Ro | 48 | 52       | 60  | 160 | 53.33333 |           |
|                            | R1 | 50 | 55       | 68  | 173 | 57.66667 |           |
| T1                         | So | Ro | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |
|                            |    | R1 | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |
|                            | S1 | Ro | 45       | 48  | 47  | 140      | 46.66667  |
|                            |    | R1 | 55       | 60  | 43  | 158      | 52.66667  |
|                            | S2 | Ro | 50       | 52  | 35  | 137      | 45.66667  |
|                            |    | R1 | 48       | 55  | 35  | 138      | 46        |
| S3                         | Ro | 53 | 55       | 42  | 150 | 50       |           |
|                            | R1 | 53 | 60       | 40  | 153 | 51       |           |
| Total                      |    |    | 628      | 653 | 571 | 1852     | 617.3333  |

Lampiran 3b. Anava Kolonisasi CPM per 100 g (15HST)

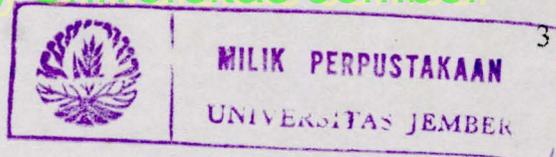
| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT   | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|---------|---------|------|
|                  |    |          |          |         | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 24459.67 |          |         |         |      |
| T                | 1  | 208.3333 | 208.3333 | 4.830ns | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 23862.5  | 7954.167 | 184.4** | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 6.75     | 6.75     | 0.156ns | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 166.8333 | 55.61111 | 1.289ns | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 14.08333 | 14.08333 | 0.326ns | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 31.41667 | 10.47222 | 0.242ns | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 169.75   | 56.58333 | 1.312ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 1380     | 43.125   |         |         |      |
| Total            | 47 | 25839.67 |          |         |         |      |

Lampiran 4a. Kolonisasi CPM per 100 g Media (30 HST)

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium |    | Kelompok |     |     | Total    | Rata-rata |     |
|--------|---------------------|----|----------|-----|-----|----------|-----------|-----|
|        |                     |    | 1        | 2   | 3   |          |           |     |
| To     | So                  | Ro | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |     |
|        |                     | R1 | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |     |
|        | S1                  | Ro | 40       | 47  | 45  | 132      | 44        |     |
|        |                     | R1 | 30       | 25  | 22  | 77       | 25.66667  |     |
|        | S2                  | Ro | 55       | 28  | 25  | 108      | 36        |     |
|        |                     | R1 | 48       | 30  | 37  | 115      | 38.33333  |     |
| S3     | Ro                  | 37 | 30       | 42  | 109 | 36.33333 |           |     |
|        | R1                  | 35 | 33       | 44  | 112 | 37.33333 |           |     |
| T1     | So                  | Ro | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |     |
|        |                     | R1 | 0        | 0   | 0   | 0        | 0         |     |
|        | S1                  | Ro | 32       | 36  | 47  | 115      | 38.33333  |     |
|        |                     | R1 | 30       | 41  | 43  | 114      | 38        |     |
|        | S2                  | Ro | 38       | 40  | 35  | 113      | 37.66667  |     |
|        |                     | R1 | 36       | 42  | 35  | 113      | 37.66667  |     |
|        | S3                  | Ro | 36       | 52  | 42  | 130      | 43.33333  |     |
|        |                     | R1 | 25       | 47  | 40  | 112      | 37.33333  |     |
|        | Total               |    |          | 442 | 451 | 457      | 1350      | 450 |

Lampiran 4b. Anava Kolonisasi CPM per 100 g Media (30 HST)

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT   | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|---------|---------|------|
|                  |    |          |          |         | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 13321.25 |          |         |         |      |
| T                | 1  | 40.33333 | 40.33333 | 0.830ns | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 12682.42 | 4227.472 | 87.05** | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 85.33333 | 85.33333 | 1.757ns | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 30.5     | 10.16667 | 0.209ns | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 14.08333 | 14.08333 | 0.290ns | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 198.8333 | 66.27778 | 1.364ns | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 269.75   | 89.91667 | 1.851ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 1554     | 48.5625  |         |         |      |
| Total            | 47 | 14875.25 |          |         |         |      |



Lampiran 5a. Jumlah Bintil Akar Pertanaman

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium |    | Kelompok |    |    | Total    | Rata-rata |
|--------|---------------------|----|----------|----|----|----------|-----------|
|        |                     |    | 1        | 2  | 3  |          |           |
| To     | So                  | Ro | 3        | 5  | 5  | 13       | 4.333333  |
|        |                     | R1 | 4        | 3  | 7  | 14       | 4.666667  |
|        | S1                  | Ro | 4        | 5  | 5  | 14       | 4.666667  |
|        |                     | R1 | 9        | 9  | 5  | 23       | 7.666667  |
|        | S2                  | Ro | 6        | 5  | 8  | 19       | 6.333333  |
|        |                     | R1 | 9        | 6  | 7  | 22       | 7.333333  |
| S3     | Ro                  | 5  | 8        | 5  | 18 | 6        |           |
|        | R1                  | 5  | 5        | 7  | 17 | 5.666667 |           |
| T1     | So                  | Ro | 6        | 4  | 5  | 15       | 5         |
|        |                     | R1 | 9        | 5  | 8  | 22       | 7.333333  |
|        | S1                  | Ro | 6        | 7  | 6  | 19       | 6.333333  |
|        |                     | R1 | 8        | 7  | 7  | 22       | 7.333333  |
|        | S2                  | Ro | 5        | 8  | 7  | 20       | 6.666667  |
|        |                     | R1 | 5        | 8  | 9  | 22       | 7.333333  |
|        | S3                  | Ro | 3        | 4  | 7  | 14       | 4.666667  |
|        |                     | R1 | 5        | 7  | 9  | 21       | 7         |
|        | Total               |    |          | 92 | 96 | 107      | 295       |

Lampiran 5b. Anava Jumlah Bintil Akar Pertanaman

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT  | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|--------|---------|------|
|                  |    |          |          |        | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 61.3125  |          |        |         |      |
| T                | 1  | 4.6875   | 4.6875   | 1.81ns | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 17.72917 | 5.909722 | 2.28ns | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 20.02083 | 20.02083 | 7.75** | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 5.0625   | 1.6875   | 0.65ns | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 1.020833 | 1.020833 | 0.39ns | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 2.395833 | 0.798611 | 0.30ns | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 10.39583 | 3.465278 | 1.34ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 82.66667 | 2.583333 |        |         |      |
| Total            | 47 | 143.9792 |          |        |         |      |

Lampiran 6a. Persentase (%) Bintil Aktif

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium | Kelompok |         |          | Total    | Rata-rata |          |
|--------|---------------------|----------|---------|----------|----------|-----------|----------|
|        |                     | 1        | 2       | 3        |          |           |          |
| To     | So                  | Ro       | 1       | 1        | 1        | 3         | 1        |
|        |                     | R1       | 1       | 1        | 0.85714  | 2.857143  | 0.952381 |
|        | S1                  | Ro       | 1       | 1        | 1        | 3         | 1        |
|        |                     | R1       | 1       | 0.777778 | 1        | 2.777778  | 0.925926 |
|        | S2                  | Ro       | 1       | 1        | 1        | 3         | 1        |
|        |                     | R1       | 0.88888 | 1        | 1        | 2.888889  | 0.962963 |
| S3     | Ro                  | 1        | 0.875   | 1        | 2.875    | 0.958333  |          |
|        | R1                  | 1        | 1       | 1        | 3        | 1         |          |
| T1     | So                  | Ro       | 1       | 1        | 1        | 3         | 1        |
|        |                     | R1       | 1       | 1        | 0.875    | 2.875     | 0.958333 |
|        | S1                  | Ro       | 1       | 1        | 1        | 3         | 1        |
|        |                     | R1       | 1       | 1        | 1        | 3         | 1        |
|        | S2                  | Ro       | 1       | 0.625    | 1        | 2.625     | 0.875    |
|        |                     | R1       | 1       | 1        | 0.88888  | 2.888889  | 0.962963 |
| S3     | Ro                  | 1        | 1       | 0.71428  | 2.714286 | 0.904762  |          |
|        | R1                  | 1        | 1       | 0.88888  | 2.888889 | 0.962963  |          |
| Total  |                     |          | 15.8888 | 15.27778 | 15.2242  | 46.39087  | 15.46362 |

Lampiran 6b. Anava Persentase (%) Bintil Aktif

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT    | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|----------|---------|------|
|                  |    |          |          |          | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 0.066168 |          |          |         |      |
| T                | 1  | 0.003447 | 0.003447 | 0.459ns  | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 0.008565 | 0.002855 | 0.380ns  | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 2.96E-05 | 2.96E-05 | 0.0039ns | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 0.018571 | 0.00619  | 0.824ns  | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 0.009204 | 0.009204 | 1.226ns  | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 0.01949  | 0.006497 | 0.865ns  | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 0.006861 | 0.002287 | 0.304ns  | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 0.240224 | 0.007507 |          |         |      |
| Total            | 47 | 0.306392 |          |          |         |      |

Lampiran 7a. Tinggi Tanaman (cm)

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium | Kelompok |      |       | Total | Rata-rata |          |
|--------|---------------------|----------|------|-------|-------|-----------|----------|
|        |                     | 1        | 2    | 3     |       |           |          |
| To     | So                  | Ro       | 24.3 | 23.7  | 32.6  | 80.6      | 26.86667 |
|        |                     | R1       | 25   | 28.3  | 25.8  | 79.1      | 26.36667 |
|        | S1                  | Ro       | 24.9 | 26.3  | 35    | 86.2      | 28.73333 |
|        |                     | R1       | 40.4 | 33.2  | 47.2  | 120.8     | 40.26667 |
|        | S2                  | Ro       | 35.7 | 34.5  | 20    | 90.2      | 30.06667 |
|        |                     | R1       | 28.8 | 47.3  | 52.6  | 128.7     | 42.9     |
| S3     | Ro                  | 36.4     | 51   | 46.9  | 134.3 | 44.76667  |          |
|        | R1                  | 50.7     | 21.1 | 66.4  | 138.2 | 46.06667  |          |
| T1     | So                  | Ro       | 34.6 | 22.1  | 29.2  | 85.9      | 28.63333 |
|        |                     | R1       | 14.8 | 20.5  | 27.5  | 62.8      | 20.93333 |
|        | S1                  | Ro       | 21   | 22    | 22.7  | 65.7      | 21.9     |
|        |                     | R1       | 27.8 | 32.2  | 33.7  | 93.7      | 31.23333 |
|        | S2                  | Ro       | 25.4 | 22.1  | 15.5  | 63        | 21       |
|        |                     | R1       | 27.6 | 30.4  | 16.3  | 74.3      | 24.76667 |
|        | S3                  | Ro       | 44.5 | 24    | 25.7  | 94.2      | 31.4     |
|        |                     | R1       | 26.2 | 15.7  | 47.5  | 89.4      | 29.8     |
|        | Total               |          |      | 488.1 | 454.4 | 544.6     | 1487.1   |

Lampiran 7b. Anava Tinggi Tanaman (cm)

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT   | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|---------|---------|------|
|                  |    |          |          |         | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 3056.46  |          |         |         |      |
| T                | 1  | 1093.475 | 1093.475 | 11.75** | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 949.8806 | 316.6269 | 3.40*   | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 157.3252 | 157.3252 | 1.69ns  | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 318.9023 | 106.3008 | 1.14ns  | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 85.60021 | 85.60021 | 0.92ns  | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 426.4056 | 142.1352 | 1.52ns  | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 24.87063 | 8.290208 | 0.089ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 2975.953 | 92.99854 |         |         |      |
| Total            | 47 | 6032.413 |          |         |         |      |

Lampiran 8a. Panjang Akar (cm)

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium | Kelompok |       |       | Total | Rata-rata |          |
|--------|---------------------|----------|-------|-------|-------|-----------|----------|
|        |                     | 1        | 2     | 3     |       |           |          |
| To     | So                  | Ro       | 14.2  | 23.5  | 5.5   | 43.2      | 14.4     |
|        |                     | R1       | 17.2  | 17.3  | 22.7  | 57.2      | 19.06667 |
|        | S1                  | Ro       | 27.4  | 12.3  | 16.9  | 56.6      | 18.86667 |
|        |                     | R1       | 30.2  | 15.8  | 17.6  | 63.6      | 21.2     |
|        | S2                  | Ro       | 22.2  | 5.8   | 10.8  | 38.8      | 12.93333 |
|        |                     | R1       | 20.2  | 22.3  | 15.7  | 58.2      | 19.4     |
| S3     | Ro                  | 18       | 13.5  | 39.2  | 70.7  | 23.56667  |          |
|        | R1                  | 22.2     | 9     | 33.8  | 65    | 21.66667  |          |
| T1     | So                  | Ro       | 10.4  | 5     | 15.3  | 30.7      | 10.23333 |
|        |                     | R1       | 6     | 19.2  | 21.3  | 46.5      | 15.5     |
|        | S1                  | Ro       | 8.5   | 9.6   | 17.7  | 35.8      | 11.93333 |
|        |                     | R1       | 21.2  | 18.7  | 16    | 55.9      | 18.63333 |
|        | S2                  | Ro       | 8.7   | 6.1   | 8.2   | 23        | 7.66667  |
|        |                     | R1       | 43.5  | 11.5  | 23.2  | 78.2      | 26.06667 |
| S3     | Ro                  | 17.4     | 9.5   | 20.6  | 47.5  | 15.83333  |          |
|        | R1                  | 10.1     | 20.2  | 19.3  | 49.6  | 16.53333  |          |
| Total  |                     |          | 297.4 | 219.3 | 303.8 | 820.5     | 273.5    |

Lampiran 8b. Anava Panjang Akar (cm)

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT  | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|--------|---------|------|
|                  |    |          |          |        | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 1099.448 |          |        |         |      |
| T                | 1  | 154.4419 | 154.4419 | 2.26ns | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 134.7823 | 44.92743 | 0.65ns | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 340.8002 | 340.8002 | 4.99*  | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 83.73229 | 27.91076 | 0.40ns | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 71.29688 | 71.29688 | 1.04ns | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 259.2473 | 86.41576 | 1.26ns | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 55.14729 | 18.38243 | 0.26ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 2184.1   | 68.25313 |        |         |      |
| Total            | 47 | 3283.548 |          |        |         |      |

Lampiran 9a. Rasio Tajuk dan Akar

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium |         | Kelompok |          |          | Total    | Rata-rata |
|--------|---------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|        |                     |         | 1        | 2        | 3        |          |           |
| To     | So                  | Ro      | 3.6      | 3.666667 | 1.14285  | 8.409524 | 2.803175  |
|        |                     | R1      | 1.11111  | 1.058824 | 2        | 4.169935 | 1.389978  |
|        | S1                  | Ro      | 1.85714  | 1.5      | 3.42857  | 6.785714 | 2.261905  |
|        |                     | R1      | 1.35     | 3.142857 | 1.625    | 6.117857 | 2.039286  |
|        | S2                  | Ro      | 1.375    | 2.857143 | 1.14285  | 5.375    | 1.791667  |
|        |                     | R1      | 1.22222  | 2.125    | 1.25     | 4.597222 | 1.532407  |
| S3     | Ro                  | 1.42857 | 3        | 1.36363  | 5.792208 | 1.930736 |           |
|        | R1                  | 1.84615 | 2.333333 | 3.33333  | 7.512821 | 2.504274 |           |
| T1     | So                  | Ro      | 0.71428  | 1.333333 | 1.38461  | 3.432234 | 1.144078  |
|        |                     | R1      | 1.45454  | 3.25     | 0.6875   | 5.392045 | 1.797348  |
|        | S1                  | Ro      | 2.33333  | 1.25     | 1.2      | 4.783333 | 1.594444  |
|        |                     | R1      | 1.28571  | 2.5      | 2        | 5.785714 | 1.928571  |
|        | S2                  | Ro      | 1.11111  | 3        | 1.4      | 5.511111 | 1.837037  |
|        |                     | R1      | 2        | 1.625    | 2.72727  | 6.352273 | 2.117424  |
|        | S3                  | Ro      | 1.125    | 2.4      | 0.9      | 4.425    | 1.475     |
|        |                     | R1      | 1.4      | 2.625    | 1.8      | 5.825    | 1.941667  |
|        | Total               |         |          | 25.2141  | 37.66716 | 27.3856  | 90.26699  |

Lampiran 9b. Anava Rasio Tajuk dan Akar

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT  | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|--------|---------|------|
|                  |    |          |          |        | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 7.928589 |          |        |         |      |
| T                | 1  | 1.096131 | 1.096131 | 1.46ns | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 0.307038 | 0.102346 | 0.13ns | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 0.031968 | 0.031968 | 0.04ns | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 1.608958 | 0.536319 | 0.71ns | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 1.751075 | 1.751075 | 2.34ns | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 1.222326 | 0.407442 | 0.54ns | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 1.911093 | 0.637031 | 0.85ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 23.8813  | 0.746291 |        |         |      |
| Total            | 47 | 31.80989 |          |        |         |      |

Lampiran 10a. Berat Kering Bagian Atas (g)

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium | Kelompok | Kelompok |      |      | Total    | Rata-rata |
|--------|---------------------|----------|----------|------|------|----------|-----------|
|        |                     |          | 1        | 2    | 3    |          |           |
| To     | So                  | Ro       | 0.41     | 0.68 | 0.2  | 1.29     | 0.43      |
|        |                     | R1       | 0.49     | 0.76 | 0.44 | 1.69     | 0.563333  |
|        | S1                  | Ro       | 0.7      | 0.3  | 0.45 | 1.45     | 0.483333  |
|        |                     | R1       | 1.31     | 0.95 | 0.51 | 2.77     | 0.923333  |
|        | S2                  | Ro       | 0.85     | 0.2  | 0.4  | 1.45     | 0.483333  |
|        |                     | R1       | 0.76     | 0.34 | 0.88 | 1.98     | 0.66      |
| S3     | Ro                  | 0.37     | 0.4      | 1.5  | 2.27 | 0.756667 |           |
|        | R1                  | 0.51     | 0.2      | 1.09 | 1.8  | 0.6      |           |
| T1     | So                  | Ro       | 0.28     | 0.25 | 0.5  | 1.03     | 0.343333  |
|        |                     | R1       | 0.24     | 0.72 | 0.61 | 1.57     | 0.523333  |
|        | S1                  | Ro       | 0.3      | 0.38 | 0.45 | 1.13     | 0.376667  |
|        |                     | R1       | 0.83     | 0.59 | 0.78 | 2.2      | 0.733333  |
|        | S2                  | Ro       | 0.2      | 0.2  | 0.28 | 0.68     | 0.226667  |
|        |                     | R1       | 0.82     | 0.4  | 0.55 | 1.77     | 0.59      |
|        | S3                  | Ro       | 0.26     | 0.27 | 0.54 | 1.07     | 0.356667  |
|        |                     | R1       | 0.33     | 0.94 | 0.57 | 1.84     | 0.613333  |
| Total  |                     |          | 8.66     | 7.58 | 9.75 | 25.99    | 8.663333  |

Lampiran 10b. Anava Berat Kering Bagian Atas (g)

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT  | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|--------|---------|------|
|                  |    |          |          |        | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 1.420798 |          |        |         |      |
| T                | 1  | 0.242252 | 0.242252 | 2.83ns | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 0.21364  | 0.071213 | 0.83ns | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 0.574219 | 0.574219 | 6.70*  | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 0.027956 | 0.009319 | 0.10ns | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 0.059502 | 0.059502 | 0.69ns | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 0.201623 | 0.067208 | 0.78ns | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 0.101606 | 0.033869 | 0.39ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 2.739    | 0.085594 |        |         |      |
| Total            | 47 | 4.159798 |          |        |         |      |

Lampiran 11a. Berat Kering Bagian Akar (g)

| Pemacu | Inokulasi Rhizobium | Kelompok |      |      | Total | Rata-rata |          |      |
|--------|---------------------|----------|------|------|-------|-----------|----------|------|
|        |                     | 1        | 2    | 3    |       |           |          |      |
| To     | So                  | Ro       | 0.15 | 0.16 | 0.1   | 0.41      | 0.136667 |      |
|        |                     | R1       | 0.26 | 0.54 | 0.27  | 1.07      | 0.356667 |      |
|        | S1                  | Ro       | 0.26 | 0.12 | 0.14  | 0.52      | 0.173333 |      |
|        |                     | R1       | 1.06 | 0.48 | 0.24  | 1.78      | 0.593333 |      |
|        | S2                  | Ro       | 0.13 | 0.12 | 0.15  | 0.4       | 0.133333 |      |
|        |                     | R1       | 0.22 | 0.18 | 0.15  | 0.55      | 0.183333 |      |
| S3     | Ro                  | 0.18     | 0.1  | 0.41 | 0.69  | 0.23      |          |      |
|        | R1                  | 0.19     | 0.16 | 0.2  | 0.55  | 0.183333  |          |      |
| T1     | So                  | Ro       | 0.27 | 0.11 | 0.14  | 0.52      | 0.173333 |      |
|        |                     | R1       | 0.16 | 0.14 | 0.32  | 0.62      | 0.206667 |      |
|        | S1                  | Ro       | 0.17 | 0.12 | 0.21  | 0.5       | 0.166667 |      |
|        |                     | R1       | 0.17 | 0.25 | 0.32  | 0.74      | 0.246667 |      |
|        | S2                  | Ro       | 0.16 | 0.14 | 0.17  | 0.47      | 0.156667 |      |
|        |                     | R1       | 0.21 | 0.17 | 0.36  | 0.74      | 0.246667 |      |
|        | S3                  | Ro       | 0.14 | 0.36 | 0.47  | 0.97      | 0.323333 |      |
|        |                     | R1       | 0.12 | 0.23 | 0.37  | 0.72      | 0.24     |      |
|        | Total               |          |      | 3.85 | 3.38  | 4.02      | 11.25    | 3.75 |

Lampiran 11b. Anava Berat Kering Bagian Akar (g)

| Sumber Keragaman | db | JK       | KT       | F-HIT  | F-TABEL |      |
|------------------|----|----------|----------|--------|---------|------|
|                  |    |          |          |        | 5%      | 1%   |
| Perlakuan        | 15 | 0.587648 |          |        |         |      |
| T                | 1  | 0.009919 | 0.009919 | 0.50ns | 4.15    | 7.5  |
| S                | 3  | 0.083823 | 0.027941 | 1.41ns | 2.9     | 4.46 |
| R                | 1  | 0.109252 | 0.109252 | 5.52*  | 4.15    | 7.5  |
| TS               | 3  | 0.115856 | 0.038619 | 1.95ns | 2.9     | 4.46 |
| TR               | 1  | 0.051352 | 0.051352 | 2.59ns | 4.15    | 7.5  |
| SR               | 3  | 0.153756 | 0.051252 | 2.59ns | 2.9     | 4.46 |
| TSR              | 3  | 0.06369  | 0.02123  | 1.07ns | 2.9     | 4.46 |
| Galat            | 32 | 0.632733 | 0.019773 |        |         |      |
| Total            | 47 | 1.220381 |          |        |         |      |

Lampiran 12. Data Intensitas Cahaya, Fluktuasi Suhu dan Kelembaban Udara, pH Tanah dan Kadar Air di Dalam Green House

| Intensitas Cahaya<br>(lux) |       | Temperatur<br>(°C) |    | Kelembaban Udara<br>(%RH) |    | pH Tanah | Kadar Air<br>(%) |
|----------------------------|-------|--------------------|----|---------------------------|----|----------|------------------|
| 1                          | 2     | 1                  | 2  | 1                         | 2  |          |                  |
| 36200                      | 12100 | 30                 | 32 | 80                        | 74 | 6        | 60               |
| 13900                      | 10500 | 26                 | 28 | 81                        | 80 | 7        | 30               |
| 25700                      | 4290  | 28                 | 31 | 80                        | 80 | 7        | 20               |
| 20300                      | 7400  | 30                 | 33 | 80                        | 78 | 6.5      | 60               |
| 31400                      | 11500 | 35                 | 30 | 76                        | 80 | 7        | 30               |
| 23000                      | 9070  | 31                 | 30 | 78                        | 78 | 6.5      | 50               |
| 34300                      | 13200 | 32                 | 30 | 78                        | 80 | 6.5      | 40               |
| 23400                      | 7500  | 31                 | 32 | 82                        | 78 | 6.5      | 30               |
| 30500                      | 14200 | 32                 | 28 | 75                        | 76 | 6        | 70               |
| 32500                      | 18900 | 30                 | 28 | 80                        | 76 | 6        | 50               |
| 33700                      | 21500 | 33                 | 30 | 78                        | 78 | 6.5      | 30               |
| 27900                      | 12300 | 30                 | 28 | 80                        | 80 | 6        | 40               |

Keterangan : (1) Diukur pukul 09.00 WIB (2) Diukur pukul 16.00 WIB



Lampiran 13. Data Intensitas Cahaya, Fluktuasi Suhu dan Kelembaban Udara di Luar Green House

| Intensitas Cahaya<br>(lux) |       | Temperatur<br>(°C) |    | Kelembaban Udara<br>(%RH) |    |
|----------------------------|-------|--------------------|----|---------------------------|----|
| 1                          | 2     | 1                  | 2  | 1                         | 2  |
| 53200                      | 14500 | 35                 | 36 | 80                        | 74 |
| 53500                      | 17200 | 30                 | 34 | 81                        | 80 |
| 47300                      | 13600 | 32                 | 36 | 80                        | 80 |
| 50400                      | 14300 | 32                 | 30 | 80                        | 78 |
| 58400                      | 15700 | 38                 | 36 | 76                        | 80 |
| 62200                      | 15300 | 32                 | 30 | 78                        | 78 |
| 54700                      | 16800 | 33                 | 30 | 78                        | 80 |
| 57000                      | 10100 | 33                 | 32 | 82                        | 78 |
| 60100                      | 15800 | 35                 | 32 | 75                        | 76 |
| 58700                      | 17300 | 35                 | 34 | 80                        | 76 |
| 61300                      | 21700 | 33                 | 30 | 78                        | 78 |
| 53100                      | 23800 | 32                 | 30 | 80                        | 80 |

Keterangan : (1) Diukur pukul 09.00 WIB (2) Diukur pukul 16.00 WIB