

E/MNH  
2003  
060

**PENGARUH INOKULASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA  
DAN BAKTERI TERHADAP  
PERTUMBUHAN MAHONI (*Swietenia macrophylla* KING)**

**PUTRI PRATIWI**



**JURUSAN MANAJEMEN HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2003**

## RINGKASAN

Putri Pratiwi. E01498020. Pengaruh Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Bakteri Terhadap Pertumbuhan Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING).  
Dibawah bimbingan Dr. Ir. Irdika Mansur, M.For.Sc.

---

Salah satu masalah yang dihadapi dunia kehutanan adalah semakin tingginya laju kerusakan hutan. Kerusakan hutan terutama terjadi karena erosi, kegiatan pemanenan yang kurang baik (eksploitasi), perladangan berpindah, perluasan lahan pemukiman, dan kebakaran hutan. Erosi yang sering terjadi dapat mengakibatkan terjadinya pencucian yang tinggi dari unsur hara yang ada di dalam tanah, yang dapat mengakibatkan menurunkan pH tanah (bersifat masam). Untuk merehabilitasi lahan -- lahan yang terkena erosi banyak ditemukan kesulitan, diantaranya pertumbuhan anakan pohon yang baru ditanam lambat pertumbuhannya dengan tingkat kematian tinggi, untuk membantu keberhasilan reboisasi tersebut disamping pemilihan jenis pohon yang cocok, juga aplikasi teknologi mikroba perlu diterapkan (Setiadi, 1988).

Hasil beberapa studi kualitatif dan kuantitatif telah memperjelas bahwa aktivitas metabolik mikroba (mikroorganisme contoh : bakteri) pada daerah akar merupakan hal yang vital untuk perkembangan tanaman. Selain aktifitas metabolik mikroba, mikoriza juga berperan dalam meningkatkan kapasitas tanaman dalam menyerap unsur hara dan air. serta berfungsi sebagai kontrol biologi dan meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan (Fakuara, 1988).

Mikoriza terbagi atas beberapa bagian, diantaranya adalah mikoriza arbuskula yaitu infeksinya di dalam sel atau yang biasa disebut endomikoriza. Mikoriza ini tidak dapat dilihat dengan kasat mata, tetapi dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. meningkatkan kapasitas tanaman dalam menyerap unsur hara dan air.

Mahoni merupakan salah satu pohon alternatif yang patut dipertimbangkan, dalam pemilihan jenis tanaman untuk reboisasi, selain karena mahoni berfungsi sebagai kayu pertukangan, menurut Kartiko (1983) dalam Wulan (2002) menyatakan

bahwa tanaman mahoni adalah salah satu jenis pohon yang dapat digunakan dalam rangka mereboisasi tanah - tanah kering yang tidak begitu baik untuk jati.

Sehingga perlu adanya penelitian untuk mengetahui seberapa besar peranan mikroba dan mikoriza dalam memanipulasi pertumbuhan tanaman. Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin mengetahui pengaruh bakteri dan mikoriza terhadap pertumbuhan mahoni, hanya saja bakteri yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah bakteri yang diambil dari media tanah sengon bermikoriza, karena seperti diketahui sebelumnya bakteri dari media tanah bermikoriza sengon berpengaruh terhadap pertumbuhan sengon.

Isolasi bakteri yang dilakukan, yaitu isolasi bakteri yang berasal dari sampel tanah perakaran sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang bermikoriza dan sampel tanah perakaran sengon yang tidak bermikoriza. Hasil dari isolasi telah dilaporkan oleh Suyono (2003).

Dari hasil isolasi bakteri pada tanah perakaran sengon bermikoriza dan tanah perakaran sengon tidak bermikoriza diperoleh isolat bakteri sebanyak 11 tipe isolat yaitu isolat Bax, Bbx, Bcx, Bdx, Bex, Bfxy, Bgxy, Bhxy, Bixy, Bjy dan Bky.

Dari penelitian diketahui bahwa dari bakteri yang diambil dari perakaran sengon bermikoriza dan dari perakaran sengon tidak bermikoriza ada satu bakteri yang selalu memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan mahoni yaitu bakteri Bdx, bakteri ini berasal dari tanah perakaran sengon bermikoriza. Bakteri Bky memberikan peningkatan pertumbuhan mahoni tidak hanya di tinggi, diameter, tetapi juga pada BKT dan BKP tanaman mahoni.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa bakteri dari perakaran sengon bermikoriza maupun bakteri dari perakaran sengon tidak bermikoriza tidak semua bakteri berpengaruh nyata ada juga bakteri memberikan pengaruh buruk terhadap pertumbuhan mahoni.

**PENGARUH INOKULASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA  
DAN BAKTERI TERHADAP  
PERTUMBUHAN MAHONI (*Swietenia macrophylla* KING)**

**Karya Ilmiah  
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Kehutanan  
Institut Pertanian Bogor**

**Putri Pratiwi**

**JURUSAN MANAJEMEN HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2003**

**Judul Penelitian : PENGARUH INOKULASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA DAN BAKTERI TERHADAP PERTUMBUHAN MAHONI (*Swietenia macrophylla* KING)**

**Nama Mahasiswa : Putri Pratiwi**

**Nomor Pokok : E01498020**

**Jurusan : Manajemen Hutan**

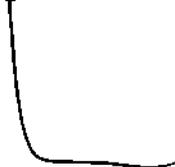
**Menyetujui,**



**Dr. Ir. Irdika Mansur, M. For. Sc.**

**Pembimbing Utama**

**Mengetahui,**



**Dr. Ir. Yadi Setiadi, MSc.**

**Ketua Jurusan**

**Tanggal Lulus : 28 Mei 2003**

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 12 Juni 1981 sebagai anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis merupakan pasangan dari Bapak Ir. Johan Effendi dan Ibu Yetti Suciati.

Pendidikan formal yang dilalui oleh penulis dimulai di Sekolah Dasar Negeri 2 Sukasirna Bogor pada tahun 1986 - 1991. Setamat pendidikan sekolah dasar, penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Tingkat Pertama Negeri 6 Tanjung Karang Bandar Lampung pada tahun 1991 - 1995. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Umum Insan Kamil, hingga tahun 1998. Pada tahun 1998 penulis diterima di Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor melalui jalur USML, dan pada semester lima penulis masuk dalam sub program studi Manajemen Budidaya.

Penulis pernah Praktek Umum Kehutanan di Baturraden – Cilacap dan mengikuti Praktek Umum Pengolahan Hutan di Kedu Selatan pada tahun 2001. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Kecamatan Taman Sari, Bogor pada tahun 2002.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, penulis melakukan penelitian dan menyusun skripsi berjudul "Pengaruh Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Bakteri Terhadap Pertumbuhan Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING)", dibawah bimbingan Dr. Ir. Irdika Mansur, M. For.Sc.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmatnya sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi berjudul : **PENGARUH INOKULASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA DAN BAKTERI TERHADAP PERTUMBUHAN MAHONI (*Swietenia macrophylla* KING).**

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Manajemen Budidaya Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Irdika Mansur, M. For.Sc selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan masukannya yang telah diberikan kepada penulis.
2. Mama, Papa, dede, Ala, atas dukungan dan motivasinya selama ini.
3. Teman-teman Fakultas kehutanan, Khususnya Angkatan'35 atas kerjasamanya selama ini.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas segalanya.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh kesempurna, oleh karena itu penulis bersedia menerima kritikan dan saran demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bogor, Mei 2003

Putri Pratiwi

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	2
C. Hipotesa .....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Mahoni Daun Besar ( <i>Swietenia macrophylla</i> King.) .....	3
B. Mikroorganisme Tanah .....	4
C. Bakteri .....	5
D. Cendawan Mikoriza .....	6
E. Endomikoriza .....	6
F. Mikoriza arbuskula .....	6
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu .....	9
B. Bahan dan Alat .....	9
C. Metodologi .....	9
1. Persiapan Media Kecambah .....	9
2. Persiapan Isolat Bakteri .....	9
a. Pembuatan Media Nutrien Agar .....	9
b. Penyiapan Media Nutrien Agar Pada Cawan Petri .....	9

c. Isolasi Bakteri .....	10
d. Pemurnian Biakan .....	10
e. Penyimpanan Sementara Isolat .....	11
f. Penyapihan .....	11
g. Inokulasi Mikoriza .....	11
h. Inokulasi Bakteri .....	12
i. Pemeliharaan .....	12
3. Pengukuran Parameter .....	12
D. Rancangan Percobaan .....	13
1. Perlakuan .....	13
2. Model Linier Aditif .....	13
3. Asumsi .....	13
4. Hipotesis .....	13
5. Uji Lanjutan .....	14
E. Pengolahan Data .....	14

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil .....	15
1. Pengaruh Inokulasi Isolat Bakteri Tanah Perakaran Sengon Bermikoriza dan Tanah Perakaran Sengon Tidak Bermikoriza Terhadap Pertumbuhan Mahoni .....	15
a. Pertumbuhan Tinggi Mahoni .....	15
b. Pertumbuhan Diameter Mahoni .....	16
c. Berat Kering Total Mahoni .....	18
d. Bobot Kering Akar Mahoni .....	19
e. Bobot Kering Pucuk Mahoni .....	20
f. Nisbah Akar Pucuk Mahoni .....	21
g. Persentase Infeksi Akar Mahoni .....	21
h. Jumlah Spora .....	22
i. Jumlah Daun Mahoni .....	23

j. Regresi .....	23
<b>B. Pembahasan .....</b>	<b>24</b>
1. Pengaruh Inokulasi Isolat Bakteri Tanah Perakaran Sengon Bermikoriza dan Tanah Perakaran Sengon Tidak Bermikoriza Terhadap Pertumbuhan Mahoni .....	24
a. Pertumbuhan Tinggi Mahoni .....	24
b. Pertumbuhan Diameter Mahoni .....	24
c. Bobot Kering Total Mahoni .....	25
d. Bobot Kering Akar Mahoni .....	25
e. Bobot Kering Pucuk Mahoni .....	26
f. Nisbah Akar Pucuk Mahoni .....	26
g. Persentase Infeksi Akar Mahoni .....	26
h. Jumlah Spora, Jumlah Daun dan Regresi .....	26

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	27
B. Saran .....	27

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Sifat dari tipe mikoriza paling umum pada pohon hutan ...	7
2. Tabel Sidik Ragam ( <i>Analysis of Variance</i> / ANOVA) .....	14
3. Sidik ragam pengaruh inokulasi bakteri dan endomikoriza serta kombinasinya terhadap diameter terhadap tinggi pohon .....	15
4. Sidik ragam pengaruh inokulasi bakteri dan endomikoriza serta kombinasinya pohon .....	16
5. Sidik ragam pengaruh inokulasi bakteri dan endomikoriza serta kombinasinya terhadap BKT pohon .....	18
6. Sidik ragam pengaruh inokulasi bakteri dan endomikoriza serta kombinasinya terhadap bobot kering akar pohon .....	19
7. Sidik ragam pengaruh inokulasi bakteri dan endomikoriza serta kombinasinya terhadap bobot kering pucuk pohon .....	20
8. Sidik ragam pengaruh inokulasi bakteri dan endomikoriza serta kombinasinya terhadap NAP pohon .....	21
9. Sidik ragam presentase infeksi mikoriza pada pohon mahoni .....	22
10. Sidik ragam jumlah spora pada tanah mahoni .....	22
11. Sidik ragam jumlah daun mahoni .....	23
12. Regresi .....	23

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
1. Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi .....	16
2. Grafik rata-rata pertumbuhan diameter mahoni dengan nilai uji Tukey ...	17
3. Grafik rata-rata nilai BKT dan nilai uji Tukey .....	18
4. Grafik rata-rata BKA dan nilai ujiTukey .....	19
5. Grafik rata-rata BKP dan nilai uji lanjut Tukey .....	20
6. Grafik rata-rata NAP .....	21
7. Grafik rata-rata infeksi akar .....	22
8. Grafik rata-rata jumlah spora .....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Uji Lanjut Tukey untuk tinggi
2. Uji lanjut tukey untuk diameter
3. Uji lanjut Tukey untuk BKA
4. Uji lanjut Tukey untuk BKT
5. Uji lanjut Tukey untuk BKP
6. Analisis regresi antara infeksi dengan tinggi
7. Analisis regresi antara infeksi dengan diameter
8. Analisis regresi antara infeksi dengan BKT
9. Analisis regresi antara infeksi dengan NAP
10. Analisis regresi antara infeksi dengan jumlah spora

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar belakang

Salah satu masalah yang dihadapi dunia kehutanan adalah semakin tingginya laju kerusakan hutan. Kerusakan hutan terutama terjadi karena erosi, kegiatan pemanenan yang kurang baik (eksploitasi), perladangan berpindah, perluasan lahan pemukiman, dan kebakaran hutan. Erosi yang sering terjadi dapat mengakibatkan terjadinya pencucian yang tinggi dari unsur hara yang ada di dalam tanah, yang dapat mengakibatkan menurunkan pH tanah (bersifat masam).

Untuk merehabilitasi lahan-lahan yang terkena erosi banyak ditemukan kesulitan, diantaranya pertumbuhan anakan pohon yang baru ditanam lambat pertumbuhannya dengan tingkat kematian tinggi. Untuk membantu keberhasilan reboisasi tersebut disamping pemilihan jenis pohon yang cocok, juga aplikasi teknologi mikroba perlu diterapkan (Setiadi, 1989).

Hasil beberapa studi kualitatif dan kuantitatif telah memperjelas bahwa aktivitas metabolik mikroba (mikroorganisme, contoh : bakteri) pada daerah akar merupakan hal yang vital untuk perkembangan tanaman. Selain aktifitas metabolik mikroba, mikoriza juga berperan dalam meningkatkan kapasitas tanaman dalam menyerap unsur hara dan air, serta berfungsi sebagai kontrol biologi dan meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan (Fakuara, 1988).

Mikoriza terbagi atas beberapa bagian, diantaranya adalah mikoriza arbuskula yaitu infeksiya di dalam sel atau yang biasa disebut endomikoriza. Mikoriza ini tidak dapat dilihat dengan kasat mata, tetapi dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. meningkatkan kapasitas tanaman dalam menyerap unsur hara dan air.

Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) merupakan salah satu pohon alternatif yang patut dipertimbangkan, dalam pemilihan jenis tanaman untuk reboisasi, selain karena mahoni berfungsi sebagai kayu pertukangan, menurut Kartiko (1983) dalam Wulan (2002) menyatakan bahwa tanaman mahoni adalah salah satu jenis pohon yang dapat digunakan dalam rangka mereboisasi tanah-tanah kering yang tidak begitu baik untuk jati.

Sehingga perlu adanya penelitian untuk mengetahui seberapa besar peranan mikroba dan mikoriza dalam memanipulasi pertumbuhan tanaman. Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin mengetahui pengaruh bakteri dan mikoriza terhadap pertumbuhan mahoni, hanya saja bakteri yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah bakteri yang diambil dari media tanah sengon bermikoriza, karena seperti diketahui sebelumnya bakteri dari media tanah bermikoriza sengon berpengaruh terhadap pertumbuhan sengon.

### **B. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi cendawan mikoriza arbuskular dan bakteri terhadap pertumbuhan mahoni.

### **C. Hipotesis**

1. Inokulasi CMA dapat meningkatkan pertumbuhan semai mahoni
2. Inokulasi bakteri dapat meningkatkan pertumbuhan semai mahoni.
3. Inokulasi CMA dan bakteri dapat meningkatkan pertumbuhan semai mahoni.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Mahoni daun besar (*Swietenia macrophylla* King).

Pada dasarnya mahoni bukan merupakan tanaman asli Indonesia, banyak pendapat menyebutkan mengenai waktu masuknya tanaman ini ke Indonesia, mahoni berasal dari Amerika Tengah dan Selatan. Pertama kali masuk ke Indonesia tahun 1872 dari India, mulai dikembangkan di pulau Jawa antara tahun 1872 – 1902 (Dirjen Kehutanan, 1980)

Tumbuh baik pada daerah musim kering maupun basah yaitu dengan tipe hujan A & D menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson (Dirjen Kehutanan, 1980). Pada umumnya jenis ini dapat mencapai tinggi 40 meter dan mencapai diameter lebih dari 100 cm. Bentuk batang silindris, agak lengkung, berserpih dalam jalur-jalur dengan warna kulit coklat kelabu. Tajuk berbentuk kubah dengan daun berwarna hijau gelap, rapat dan menggugurkan daun. Setelah beberapa hari gundul, muncul kembali daun muda yang berwarna hijau muda. Pada tanaman muda tajuk sempit. Pohon tahan terhadap naungan, sehingga mahoni mampu bersaing dengan alang-alang atau belukar dalam mendapatkan sinar matahari khususnya bila ditanam sebagai tanaman reboisasi pada areal alang-alang yang rapat. Daunnya sukar terbakar sehingga mahoni dapat pula dipakai sebagai tanaman sekat bakar ataupun jenis tanaman reboisasi pada areal alang-alang yang peka terhadap bahaya kebakaran. Perakaran waktu muda sangat cepat tumbuhnya terutama akar tunggang sehingga memerlukan jenis tanah dengan solum yang agak dalam. Akar cabang sedikit dan lambat laun tumbuh akar dekat permukaan tanah yang panjang dengan akar tunggang yang dalam. Pohon tahan terhadap kekurangan zat asam sampai  $\pm$  70 hari sehingga dapat ditanam pada lapangan yang sewaktu-waktu tergenang air (Anonim, 1976).

Pohon mahoni mudah dikenali sebagai pohon yang langsing dan berdaun hijau tua yang mengkilap (Anonim, 1976). Kayu mahoni memiliki berat jenis rata-rata 0.61, kelas kuat II-III (Dephut, 2001).

Kayu gubal berwarna merah muda dan kayu teras berwarna merah hingga coklat tua. Kayu susut sedikit sekali, mudah diolah, berwarna indah sehingga baik

untuk meubel, vinir, alat olah raga, musik dan keperluan bangunan ringan di bawah atap. Untuk menghasilkan kayu pertukangan berkualitas baik digunakan daur umur 60 tahun. Bila ditanam pada tanah subur dapat menghasilkan kayu sebanyak 500 m<sup>3</sup>/ha pada umur 50 tahun. Pohon mulai berbuah pada umur ± 12 tahun, berbuah sepanjang tahun dan berbuah banyak pada bula Juli – Agustus. Sebaiknya buah diambil dari pohon yang berumur lebih dari 12 tahun, sehat dan berbatang lurus. Buah yang masak berwarna coklat hingga coklat tua dan lebih ringan dibandingkan dengan buah mentah. Daya kecambah biji yang baru adalah 80%. Biji dapat disimpan selama satu tahun dengan penurunan daya kecambah kurang dari 20% apabila disimpan dalam kaleng tertutup dan biji dalam keadaan kering. Penyimpanan dilakukan dalam ruangan tertutup bersuhu rendah dan berkelembaban rendah. Penyimpanan biji dalam tempat terbuka dapat menurunkan daya kecambah biji dengan cepat (Ditjen Kehutanan, 1980).

Kayu mahoni umumnya dapat digunakan untuk pelapis yang indah, meubel mewah, venir dekoratif, bahan kabinet, patung, ukiran, dan barang bubutan (Dephut, 2001).

### **B. Mikroorganisme tanah.**

Menurut Setiadi (1989), peranan terpenting dari organisme tanah di dalam ekosistemnya adalah sebagai perombak bahan organik, mensintesa dan melepaskan kembali dalam bentuk bahan anorganik yang tersedia bagi tumbuhan hijau. Dengan kata lain, dilihat dari fungsinya organisme tanah ini memainkan peranan yang sangat penting didalam mempertahankan dinamika ekosistem alam.

Menurut Tedja dan Setiadi (1988), berdasarkan ukurannya organisme tanah dapat digolongkan kedalam :

1. Mikrobiota; ganggang hijau, protozoa, cendawan, bakteri, dan actinomyceta.
2. Mesobiota; nematoda, springtail, arthropoda kecil, dan cacing encytracida.
3. Makrobiota; cacing tanah, kerang, dan encytracida serta arthropoda yang lebih besar.

- a. Asosiasi dengan mikroba bersifat saprofit dalam tanah pada permukaan dan sekitar akar. Umumnya tidak spesifik dan melibatkan berbagai mikroorganisme sedangkan jaringan akar sehat tidak terlampau dirusak.
- b. Asosiasi dengan mikroba yang bersifat saprofit untuk sebagian besar hidupnya, sehingga menembus jaringan akar hidup misalnya patogen penghuni tanah dan beberapa fungi mikoriza.
- c. Asosiasi dengan mikroba yang hanya aktif dengan akar hidup, asosiasi ini spesifik, umumnya antar satu spesies mikroba dan satu spesies tanaman termasuk fungi penghuni akar, beberapa fungi, mikoriza dan rhizobium (Tedja dan Setiadi, 1988).

### C. Bakteri

Menurut Agrios (1996) bakteri adalah mikroorganisme sederhana, biasanya terdiri atas sel prokariot tunggal. Telah diketahui lebih kurang 1600 spesies bakteri. Meskipun bakteri kecil ukurannya yakni jarang lebih dari beberapa mikrometer panjangnya, tetapi mereka menonjol di dalam tanah karena jumlahnya besar. Bakteri dan cendawan dominan di dalam tanah yang beraerasi baik, tetapi hanya sebagian bakteri yang bertanggung jawab terhadap sebagian besar perubahan biologis dan kimiawi di dalam lingkungan yang aerobik (Setiadi, 1989).

Bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan hubungan dengan proses – proses tanah yang berdasarkan kepada energi dan persyaratan – persyaratan sumber karbon, yaitu bakteri Autotrofik dan bakteri heterotrofik. Bakteri heterotrofik merupakan bakteri tanah terbesar (Setiadi, 1989).

#### D. Cendawan mikoriza

Berdasarkan struktur tubuhnya dan cara infeksi terhadap tanaman inang, mikoriza dapat dikelompokkan ke dalam tiga golongan besar (Setiadi, 1989) yakni :

1. Ektomikoriza
2. Endomikoriza yang biasa lebih dikenal sebagai cendawan mikoriza arbuskula dan
3. Ektendomikoriza

Mikoriza diketahui dapat melindungi perakaran tanaman inang terhadap serangan penyakit dan racun tertentu, dan tanaman bermikoriza umumnya mempunyai daya tahan yang lebih tinggi terhadap kekeringan, kemasaman dan suhu tanah yang tinggi (Readhead, 1982) dalam Schmidt (2000).

#### E. Endomikoriza

Menurut Setiadi (1989) cendawan endomikoriza dapat dibedakan dari ektomikoriza, karena beberapa karakteristik berikut ini :

1. Perakaran yang kena infeksi tidak membesar,
2. Cendawan membentuk struktur lapisan hifa tipis pada permukaan akar, tetapi tidak setebal mantel pada ektomikoriza,
3. Hifa yang menyerang masuk ke dalam individu sel jaringan korteks,
4. Adanya struktur khusus berbentuk oval yang disebut "vesikula" dan sistem percabangan hifa yang disebut "arbuskula".

#### F. Mikoriza arbuscula

Arbuskula secara normal, umumnya terbentuk di dalam sel yaitu di dalam korteks (Harley dan Smith, 1983). Menurut Setiadi (1989) dalam pengamatan mikroskop apabila ditemukan suatu struktur vesikula dan arbuskula merupakan ciri diagnostik adanya penularan (infeksi) cendawan mikoriza arbuskula dalam suatu akar. Vesikel biasanya berbentuk bundar panjang kadang-kadang bulat atau bulat tidak teratur, yang berfungsi sebagai penyimpan. Pada akar yang lebih tua organ ini dapat berdinding tebal dan nampaknya dapat berfungsi sebagai spora-spora istirahat jika suatu saat akar-akar yang ditempatinya membusuk.

Mikoriza arbuskula adalah salah satu tipe mikoriza, dimana infeksiya terjadi di dalam sel sehingga sering juga disebut sebagai endomikoriza (Setiadi,1989). Secara keseluruhan mikoriza arbuscula dibagi kedalam dua kelompok besar, berdasarkan kondisi miseliumnya, bersepta (septate) dan tidak bersepta (non septate), dengan spora yang biasanya berbentuk bulat lonjong dan mempunyai selang yang luas (Setiadi, 1989).

Tabel 1. Beberapa sifat dari tipe mikoriza paling umum pada pohon hutan menurut Schmidt (2000) :

	<i>Ectomycorrhiza</i>	<i>Endomycorrhiza</i>
Morfologi	Lapisan berwarna putih atau terang di sekeliling akar inang. Perakaran pendek, bercabang tanpa rambut akar	Tidak ada ciri morfologi tertentu pada tanaman inang
Anatomi	Hypa tumbuh diantara sel <i>korteks</i> tetapi tidak menembus kedalam sel	Hypa tumbuh diantara dan menembus sel <i>korteks</i> membentuk <i>vesikel</i> dan <i>arbuskula</i> di akar tanaman inang.
Reproduksi	Spora berukuran kecil yang disebarkan oleh angin dalam <i>sporocarp</i> menyerupai cendawan atau jamur.	Spora berukuran besar (40 – 900 $\mu$ m) dalam <i>sporocarp</i> yang kecil disebarkan oleh gerakan tanah atau binatang kecil.
Kespesifikan inang	Umumnya memerlukan tanaman inang yang spesifik .	Sedikit yang menghendaki inang spesifik kebanyakan cendawan membentuk cendawan mikoriza arbuskula dengan kisaran inang yang luas.
Perbanyakan	Dapat diperbanyak terpisah dari tanaman inang dengan spora atau mycelium.	Hanya dapat diperbanyak dalam asosiasi dengan suatu inang
Beberapa famili utama yang ditemui	Dipteropaceae, Leguminosae, Pinaceae, Betulaceae, Fagaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Salicaceae.	Bigoniaceae, Combretaceae, Leguminosae, Myrtaceae, Sterculiaceae, Salicaceae, Ebenaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Meliaceae.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dan Laboratorium Silvikultur, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Selama sembilan bulan yaitu bulan Juni 2002 sampai Februari tahun 2003.

#### B. Bahan dan alat.

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah : Benih mahoni, media semai (tanah dan pasir kali), media saph (tanah dan zeolit), nutrient agar, inokulum mikoriza, inokulum bakteri,  $\text{KaHPO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaCl}$ , Manitol, Ekstrak Khamir, Aquades, HCl pekat, kertas label, kertas steril, media agar, air steril, dan polibag.

Sedangkan alat yang digunakan adalah : tabung reaksi ,elemeyer, cawan petri, pengaduk, gelas piala, gelas ukur, spatula, timbangan, jarum ose, oven, bensen, kotak transfer, hot plate, botol vial, sprayer, isolatif, bak kecambah, kaliper, mistar, autoclave, gunting, spatula Nchrome, refrigerator, dan kamera.

Bakteri yang digunakan adalah bakteri dari penelitian sebelumnya, yaitu bakteri diambil dari perakaran sengon bermikoriza dan dari perakaran sengon tidak bermikoriza yang telah diteliti dan digunakan dalam penelitian Suyono (2003), yaitu bakteri yang berasal dari sampel tanah perakaran sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang bermikoriza dan sampel tanah perakaran sengon yang tidak bermikoriza. Hasil dari isolasi telah dilaporkan oleh Suyono (2003).

Dari hasil isolasi bakteri pada tanah perakaran sengon bermikoriza dan tanah perakaran sengon tidak bermikoriza diperoleh isolat bakteri sebanyak 11 tipe isolat yaitu isolat Bax, Bbx, Bcx, Bdx, Bex, Bfxy, Bgxy, Bhxy, Bixy, Bjy dan Bky. 9 bakteri dari tanah perakaran sengon bermikoriza, 6 dari tanah perakaran sengon tidak bermikoriza. Dari 13 bakteri yang ditemukan terdapat 4 bakteri yang terdapat pada kedua jenis tanah perakaran sengon tersebut. Kesembilan bakteri yang berasal dari tanah perakaran sengon bermikoriza yaitu, Bax, Bbx, Bcx, Bdx, Bex, Bfxy, Bgxy, Bhxy, Bixy, sedangkan 6 bakteri yang berasal dari tanah perakaran sengon yang tidak

bermikoriza yaitu, Bfxy, Bgxy, Bhxy, Bixy, Bjj, Bky. Empat bakteri yang ditemukan pada kedua jenis tanah perakaran sengon baik yang bermikoriza maupun yang tidak bermikoriza yaitu, Bfxy, Bgxy, Bhxy, Bixy.

### C. Metodologi

#### 1. Persiapan Media Kecambah

Disiapkan bak kecambah yang bagian bawahnya sudah dilubangi, sedangkan untuk media semai yang digunakan adalah pasir sungai yang telah diayak. Lalu disterilkan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm, selama 20 menit, lalu setelah steril media semai dimasukkan ke dalam bak kecambah tanam benih dengan cara memasukkan benih sedalam  $\pm 1 - 2$  cm.

#### 2. Persiapan Isolat Bakteri

Isolat bakteri diperoleh dengan mengisolasi bakteri pada tanah yang bermikoriza, langkah-langkahnya sebagai berikut :

##### a. Pembuatan Media Nutrient Agar.

Langkah pertama dalam pembuatan media nutrien agar yaitu menyiapkan 500 ml aquades dalam elemeyer 1000 ml, lalu diukur pH-nya sehingga mencapai 5,8 (dengan penambahan NaOH dan HCl), kemudian bahan nutrien agar dimasukkan sebanyak 15 gr kedalam aquades. Larutan agar tersebut dipanaskan diatas pemanas sampai mendidih, setelah mendidih sumbat mulut elemeyer dengan aluminium foil. Langkah terakhir yang dilakukan yaitu mensterilisasi dengan menggunakan autoclave selama 15 menit dengan tekanan 1,5 atm pada suhu 121°C.

##### b. Penyiapan Media Nutrien Agar Pada Cawan Petri

Siapkan cawan petri yang telah disterilisasi, larutan nutrien agar yang telah di sterilisasi beserta cawan petri dimasukkan kedalam ruang *laminar air flow*, tuangkan larutan ke tiap-tiap cawan petri  $\pm 10$  ml, setelah dingin (mengental) posisi cawan petri di balik agar uap air tidak menetes ke agar. lalu di simpan di dalam refrigerator.

c. Isolasi Bakteri

Dalam isolasi bakteri alat-alat yang digunakan disterilkan dengan cara dimasukkan kedalam autoclave selama 20 menit pada suhu  $120^{\circ}\text{C}$  1,5 atm. Isolasi dilakukan dengan mengambil berat contoh 10 gram tanah basah untuk dilakukan isolasi, dan 10 gram tanah yang sama untuk mengetahui kandungan air sehingga jumlah mikroba dapat diatur dari berat basah. Pengenceran dilakukan dengan cara mengencerkan 10 gram diencerkan pada 95 ml air murni pada tabung reaksi. Kemudian tabung reaksi dikocok secara kencang dan cepat dengan tangan selama 30 – 60 detik lalu diamkan selama 20 menit. Setelah didapatkan pengenceran  $10^{-1}$  pindahkan 1 ml dari bagian tengah suspensi lalu ditransfer kedalam 9 ml air aquades steril untuk memperoleh pengenceran  $10^{-2}$ . kemudian kocok campuran secara berkelanjutan dengan hati-hati dan terus menerus (selalu gunakan pipet dalam serangkaian kegiatan pengenceran). Kemudian lakukan pengenceran dengan ulangan sebanyak yang dikehendaki (sebanyak 4 kali pengenceran  $10^{-4}$ ). Setelah didapatkan suspensi yang diinginkan, suspensi dipindahkan dengan menggoreskan ke dalam cawan petri yang berisi media nutrisi agar dengan menggunakan jarum ose. Tuliskan kode isolat dan tanggal isolasi di atas kertas label, lalu ditempel pada cawan petri yang telah diolesi suspensi tadi. Inkubasikan biakan bakteri di sepanjang garis-garis goresan.

d. Pemurnian biakan

Langkah kerja dalam pemurnian biakan, yaitu dengan memisahkan koloni-koloni bakteri ke dalam cawan petri yang berisi nutrient agar dengan menggunakan jarum ose. Pengolesan dilakukan secara zig-zag, dimana satu cawan petri hanya untuk satu koloni.

Tuliskan kode isolat baru dengan menambah angka 1, 2, 3, dan seterusnya di belakang kode isolat pada waktu isolasi, dan tanggal pemurnian pada kertas label. Tempel pada cawan petri yang telah diberi biakan. Isolat diinkubasikan di dalam inkubator pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Amati pertumbuhan bakteri, apabila masih terdapat koloni-koloni yang terpisah, lakukan pemurnian sekali lagi.

e. Penyimpanan sementara isolat

Media nutrien agar dipanaskan diatas hot plate, setelah itu masukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 ml setiap tabungnya. Tabung yang telah diisi ditutup dengan menggunakan kapas dan almunium foil. Lalu tabung reaksi disterilkan beserta isinya dengan autoclave pada suhu 120°C selama 20 menit. Setelah 20 menit, angkat tabung–tabung reaksi tersebut lalu miringkan, biarkan membeku. Setelah dingin, transfer biakan bakteri dari perakaran sengon di masukkan dari cawan petri ke dalam agar–agar miring dengan menggunakan jarum ose. Penggoresan dilakukan secara zig–zag. Transfer ini dilakukan di dalam kotak transfer untuk menghindar kontaminasi. Setiap tabung diberi tanda dengan cara menempelkan kode dan tanggal transfer pada tabung reaksi.

Inkubasi dalam inkubator pada suhu 30°C, amati pertumbuhan bakteri pada garis olesan, apabila terjadi kontaminasi harus segera dimurnikan lagi. Setelah pertumbuhan bakteri dalam agar miring itu maksimum, biakan bakteri siap disimpan dalam refrigerator.

f. Penyapihan

Setelah benih yang disemai berumur 10 hari maka dilakukan penyapihan, yaitu pemindahan semai ke media sapih yang telah disiapkan.

g. Inokulasi mikoriza

Inokulasi mikoriza dilakukan dengan memasukkan isolat spora CMA ke dalam media sapih, yaitu dengan cara sebagai berikut :

Tanah yang akan digunakan diayak kemudian dicampur dengan pasir dengan perbandingan tanah : pasir = 3 : 1, lalu disterilkan dengan autoclave dengan suhu 120°C tekanan 1,5 atm selama 1 jam.

Media dimasukkan ke dalam polybag yang telah disediakan, lalu tutup dengan kertas steril. Buatlah lubang pada media yang akan diinokulasi lalu masukkan inokulum spora 100 spora di setiap lubang yang dicampur dengan tanah dan ditutup tanah. Selanjutnya dilakukan penyapihan tanaman dan pemindahan pada setiap media yang telah diinokulasi oleh spora mikoriza.

h. **Inokulasi Bakteri**

Isolat bakteri yang berasal dari tanah perakaran sengon telah tersedia, diinokulasikan ke dalam media, yaitu dengan cara menyuntikkan larutan bakteri sebanyak 100 mikro liter pada setiap polybag, bersamaan dengan penyapihan bibit.

i. **Pemeliharaan**

Pemeliharaan terdiri dari penyiraman, penyiangan gulma, dan pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan 1 x sehari, selama tiga bulan.

**3. Pengukuran Parameter**

- a. Tinggi, pengukuran ini dilakukan 1 minggu sekali, dari mulai penyapihan. Pengukuran dilakukan dari permukaan tanah sampai dengan pucuk (ujung daun pertama).
- b. Diameter, pengukuran diameter dilakukan 1,5 cm di atas permukaan tanah setiap minggunya.
- c. Berat kering total, yaitu dengan cara memisahkan bagian akar dan batang, lalu simpan dalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Setelah itu ditimbang, dengan menggunakan timbangan elektrik. Pengukuran ini dilakukan pada saat akhir pengamatan yaitu setelah 3 bulan pengamatan.
- d. Rasio akar pucuk, penentuan rasio akar pucuk didasarkan perbandingan berat kering pucuk dengan berat kering akar.
- e. Pengamatan jumlah spora, pengamatan dilakukan dengan cara menimbang media tanah seberat 50 gr lalu dilakukan isolasi dengan menggunakan metode *sukrosa centrifugation*. Spora yang telah terpisah diamati dengan menggunakan mikroskop coumpound perbesara 100X, lalu jumlah spora dihitung per perlakuan.
- f. Pengamatan terjadinya infeksi bakteri, pengamatan ada tidaknya infeksi mikoriza, dilakukan dengan cara pengamatan menggunakan preparat slide, dengan menghitung :

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

#### D. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan ( dengan menggunakan Rancangan acak lengkap )

##### 1. Perlakuan :

- a. Mahoni Kontrol
- b. Mahoni + Bakteri dari perakaran sengon
- c. Mahoni + Cendawan Mikoriza Arbuskula
- d. Mahoni + Cendawan Mikoriza Arbuskula + Bakteri dari perakaran sengon

Ulangan yang dilakukan sebanyak 5 kali ulangan .

##### 2. Model Linier Aditif :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, t$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, r$

$Y_{ij}$  = Pengamatan pada perlakuan ke-  $i$  dan ulangan ke  $j$

$\mu$  = Rataan umum.

$\tau_i$  = Pengaruh perlakuan ke- $i$

$\varepsilon_{ij}$  = Pengaruh acak pada perlakuan ke- $i$  ulangan ke-  $j$ .

##### 3. Asumsi :

Untuk model tetap :

- a. Komponen - komponen  $\mu$ ,  $\tau_i$ , dan  $\varepsilon_{ij}$ , bersifat aditif
- b. Nilai - nilai  $\tau_i$  ( $i = 1, 2, \dots, i$ ) tetap S  $\tau_i = 0$  ; dan  $E(\tau_i) = \tau_i$
- c.  $\varepsilon_{ij}$  timbul secara acak.

##### 4. Hipotesis:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_i = 0$$

Perlakuan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan mahoni

$H_1$  : Paling sedikit ada ada  $\tau_i \neq 0$ , untuk  $i = 1, 2, 3, \dots, i$

Minimal ada satu perlakuan yang mempengaruhi pertumbuhan mahoni

**Tabel 2. Sidik Ragam :**

Sumber keragaman	Db	JK	KT	Fhit
Pelakuan	t-1	JKP	KTP	KTP/KTG
Galat	t(r-1)	JKG	KTG	
Total	tr-1	JKT		

**5. Uji lanjutan**

Untuk mengetahui respon yang diberikan dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut. Uji lanjut yang digunakan adalah uji Tukey.

**E. Pengolahan Data**

Untuk mengetahui respon dari masing-masing perlakuan yang diberikan, dilakukan pengolahan data parameter pertumbuhan yang meliputi tinggi, diameter, berat kering akar, berat kering pucuk, BKT, NAP, jumlah daun, jumlah spora, dan prosentase infeksi akar. Pengolahan data menggunakan aplikasi komputer program MINITAB. Adapun prosedurnya dengan menggunakan prosedur GLM (General Linear Model).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. HASIL

#### 1. Pengaruh Inokulasi Isolat Bakteri Tanah Perakaran Sengon Bermikoriza dan Tanah Perakaran Sengon Tidak Bermikoriza Terhadap Pertumbuhan Mahoni.

##### a. Pertumbuhan Tinggi Mahoni

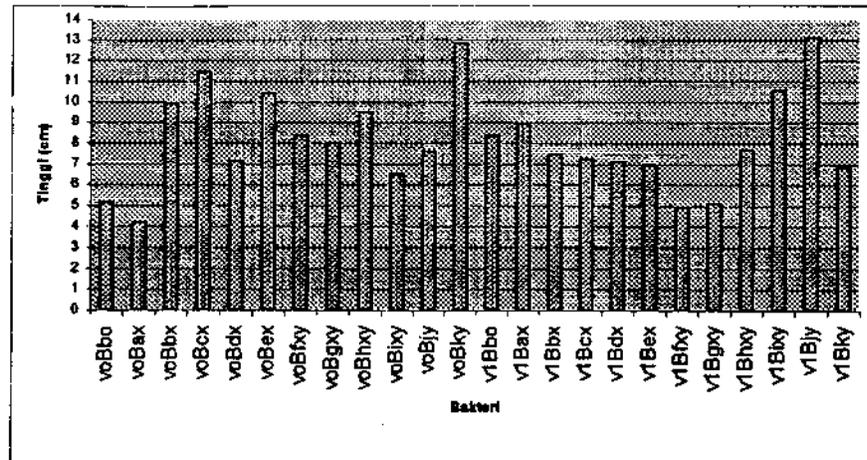
Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa inokulasi kombinasi antara bakteri dengan endomikoriza berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi mahoni, hal ini dapat diketahui dari hasil sidik ragam (Tabel 3)

Tabel 3. Sidik Ragam pengaruh inokulasi bakteri dan endomikoriza serta kombinasinya terhadap tinggi bibit mahoni.

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>f
F1 (Endomikoriza)	1	20.59	20.59	1.1	0.298
F2 (Bakteri)	11	189.66	17.24	0.92	0.526
F1*F2 (kombinasi)	11	433.38	39.40	2.10	0.029
Sisa	85	1594.16	18.75		
Total	108	2237.80			

*\*) Pada selang kepercayaan 95% berpengaruh nyata*

Berdasarkan uji lanjut Tukey diketahui bahwa perlakuan inokulasi kombinasi antara inokulasi endomikoriza dengan bakteri B<sub>jy</sub> memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi, yaitu perlakuan V1B<sub>jy</sub> (Gambar. 1).



Gambar 1. Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi.

Dilihat dari Gambar 1. Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi tampak bahwa tinggi rata-rata pada perlakuan kombinasi antara bakteri Bjy dengan inokulasi endomikoriza merupakan rata-rata tertinggi.

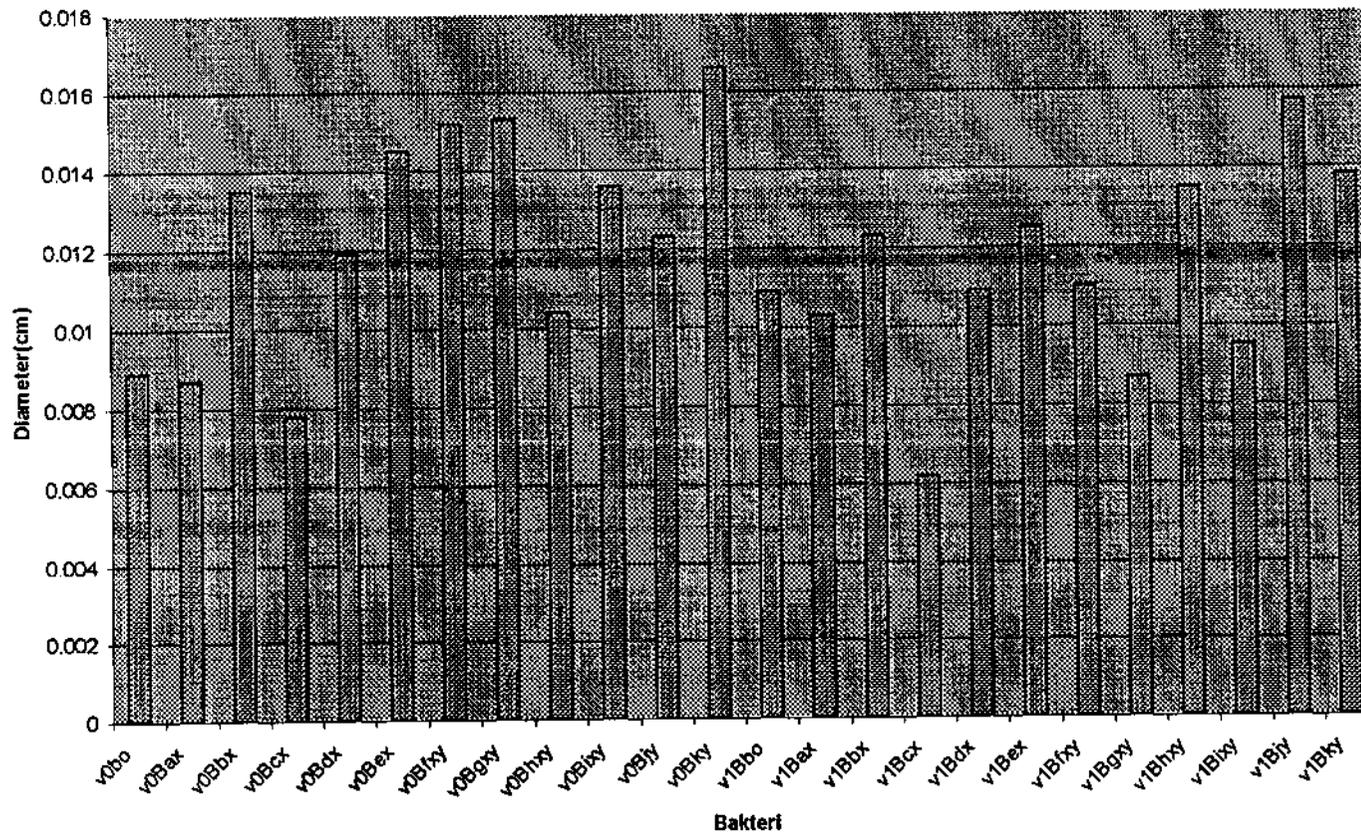
#### b. Pertumbuhan Diameter Mahoni

Pada pengukuran diameter berdasarkan analisis sidik ragam dapat dinyatakan bahwa pada perlakuan bakteri berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mahoni (Tabel 4).

Tabel 4. Sidik Ragam pengaruh inokulasi bakteri, endomikoriza dan kombinasinya terhadap diameter semai mahoni.

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>F
F1 (Endomikoriza)	1	0,001	0,003	1,33	0,252
F2 (Bakteri)	11	0,062	0,05	2,08	0,031*
F1*F2 (kombinasi)	11	0,034	0,03	1,12	0,353
Sisa	84	0,228	0,002		
Total	107	0,326			

\*) Pada selang kepercayaan 95 % berpengaruh nyata



Gambar 2. Grafik rata-rata pertumbuhan diameter mahoni

Dari hasil penelitian, inokulasi bakteri memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter pada taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan uji lanjut Tukey diketahui bahwa perlakuan V0Bcx dan V0Bky memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter (Gambar 2).

### c. Berat Kering Total (BKT) Mahoni

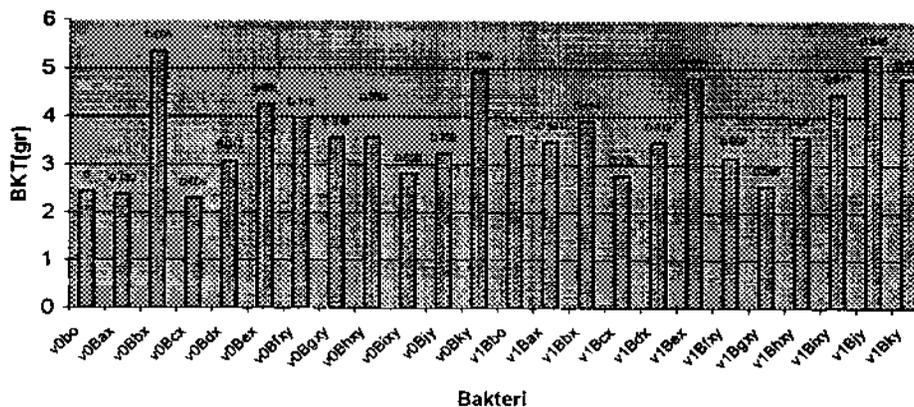
Pada pengukuran BKT mahoni, inokulasi bakteri, berpengaruh nyata terhadap nilai BKT mahoni. Hal ini dapat diketahui berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel 5.

Tabel 5. Sidik Ragam pengaruh inokulasi bakteri, endomikoriza dan kombinasinya terhadap BKT semai mahoni.

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>f
F1 (Endomikoriza)	1	2.046	1.422	0.49	0.487
F2 (Bakteri)	11	70.525	6.107	2.09	0.029*
F1*F2 (kombinasi)	11	27.683	2.57	0.86	0.579
Sisa	85	247.994	2.918		
Total	108	348.248			

\*) Pada selang kepercayaan 95% berpengaruh nyata

Dari hasil penelitian, inokulasi dengan bakteri memberikan pengaruh yang nyata terhadap BKT pada taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan uji lanjut Tukey diketahui bahwa perlakuan V0Bky memberikan peningkatan BKT secara nyata (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik rata-rata nilai BKT

#### d. Bobot Kering Akar Mahoni

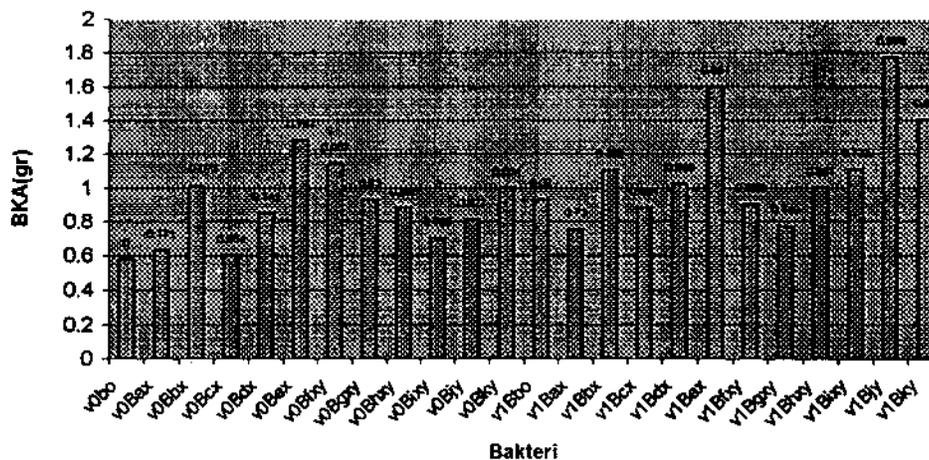
Pada pengukuran bobot kering akar mahoni, inokulasi mikoriza berpengaruh nyata terhadap nilai bobot kering akar mahoni, tetapi pada inokulasi bakteri dan inokulasi kombinasi bakteri dan mikoriza tidak berpengaruh nyata. Hal ini dapat diketahui berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis sidik ragam pengaruh inokulasi bakteri, endomikoriza dan kombinasinya terhadap bobot kering akar bibit mahoni.

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	A. Pr>f
F1 (Endomikoriza)	1	1.6496	1.6497	.664	0.02*
F2 (Bakteri)	11	5.7799	0.5254	1.80	0.065
F1*F2 (kombinasi)	11	2.5905	0.2355	0.81	0.635
Sisa	96	28.0737	0.2924		
Total	119				

\*) Pada selang kepercayaan 95 % berpengaruh nyata

Berdasarkan uji Tukey diketahui perlakuan V0Bex V1Bjy, dan V1Bb0 memberikan pengaruh yang nyata terhadap kontrol (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik rata-rata BKA dan nilai uji Tukey

### e. Bobot Kering Pucuk Mahoni

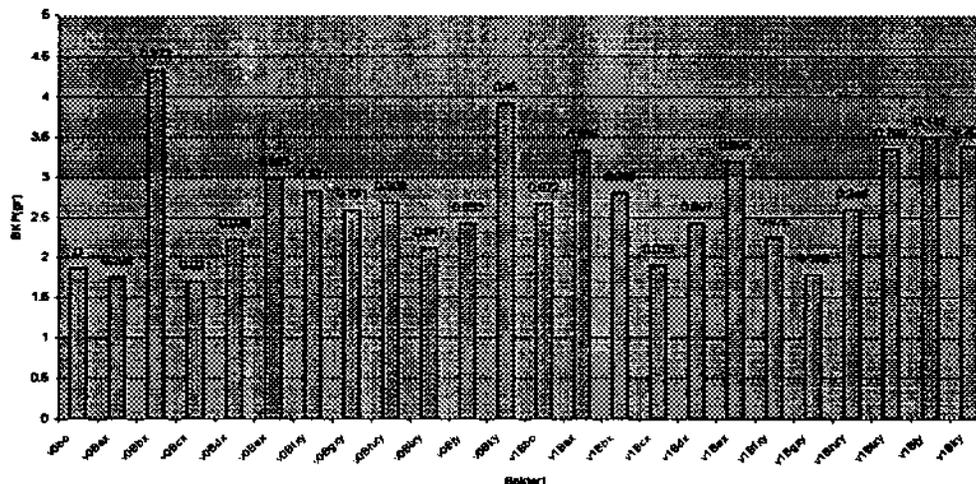
Pada pengukuran bobot pucuk mahoni inokulasi bakteri memberikan pengaruh yang nyata, sedangkan inokulasi endomikoriza serta kombinasi antara bakteri dengan endomikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap nilai bobot pucuk mahoni. Hal ini dapat diketahui berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel 7.

Tabel 7. Sidik Ragam pengaruh inokulasi bakteri, endomikoriza dan kombinasinya terhadap bobot pucuk mahoni

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>f
F1 (Endomikoriza)	1	0.291	0.291	0.18	0.672
F2 (Bakteri)	11	35.145	3.195	1.99	0.038*
F1*F2 (kombinasi)	11	9.574	1.779	1.11	0.365
Sisa	96	154.485	1.609		
Total	119				

\*) Pada selang kepercayaan 95 % berpengaruh nyata

Berdasarkan uji lanjut Tukey dapat diketahui bahwa perlakuan V0Bbx,dan V0Bky memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai BKP ( Gambar 5).



Gambar 5. Grafik rata-rata BKP dan nilai uji lanjut Tukey

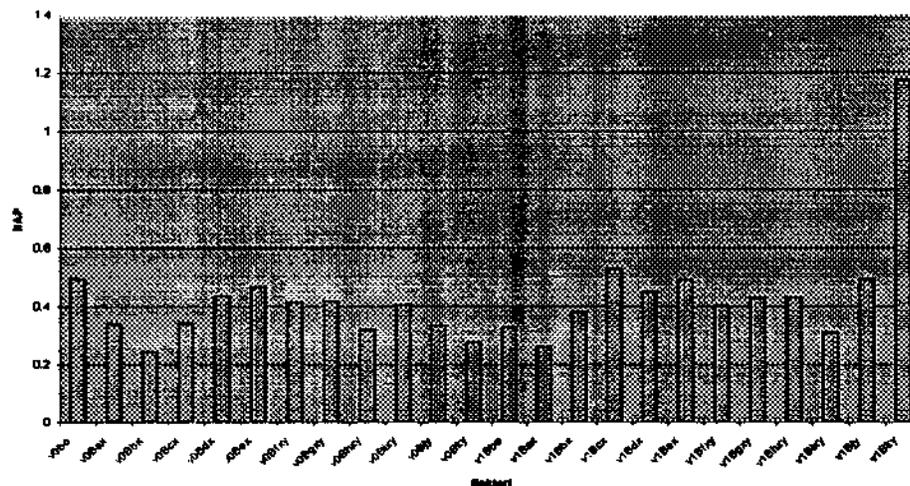


#### f. Nisbah Akar Pucuk (NAP) Mahoni

Pada pengukuran NAP pada mahoni diketahui bahwa hasil dari inokulasi bakteri, inokulasi endomikoriza, serta inokulasi kombinasi antara bakteri dan mikoriza tidak berpengaruh nyata (Tabel 8).

Tabel 8. Sidik Ragam pengaruh inokulasi bakteri, endomikoriza dan kombinasinya terhadap nilai NAP mahoni

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>F
F1 (endomikoriza)	1	0.0644	0.006	1.77	0.186
F2 (Bakteri)	11	0.25223	0.022	0.63	0.798
F1*F2 (interaksi)	11	0.36340	0.033	0.91	0.538
Sisa	85	3.49012	0.036		
Total	108	4.17019			



Gambar 6. Grafik rata-rata NAP

#### g. Presentase Infeksi Akar Mahoni

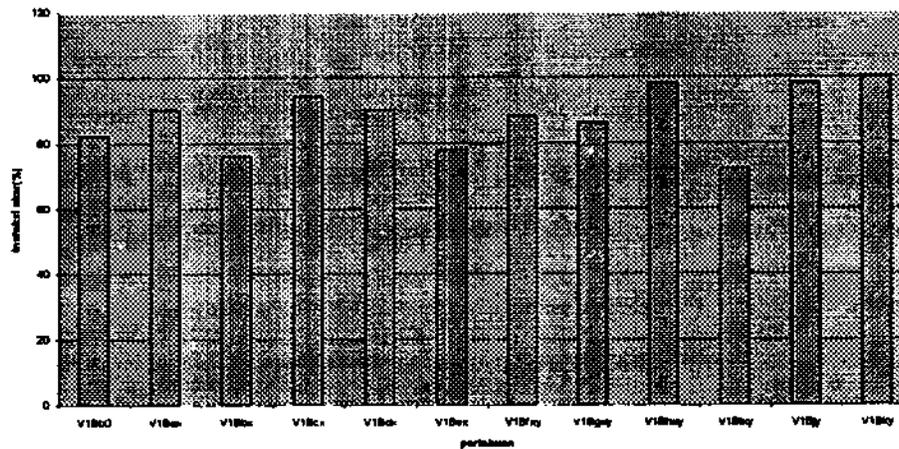
Untuk mengetahui banyaknya endomikoriza yang menginfeksi akar, dapat dihitung dengan cara menghitung presentase infeksi akar, namun dari analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa infeksi akar pada mahoni tidak berpengaruh nyata.

Tabel 9. Sidik ragam presentase infeksi mikoriza pada mahoni

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>f
Perlakuan	11	0.9126	0.008	1.57	0.138
Sisa	48	0.2530	0.005		
Total	59	0.3444			

Tabel 9. Sidik ragam presentase infeksi mikoriza pada mahoni

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>f
Perlakuan	11	0.9126	0.008	1.57	0.138
Sisa	48	0.2530	0.005		
Total	59	0.3444			



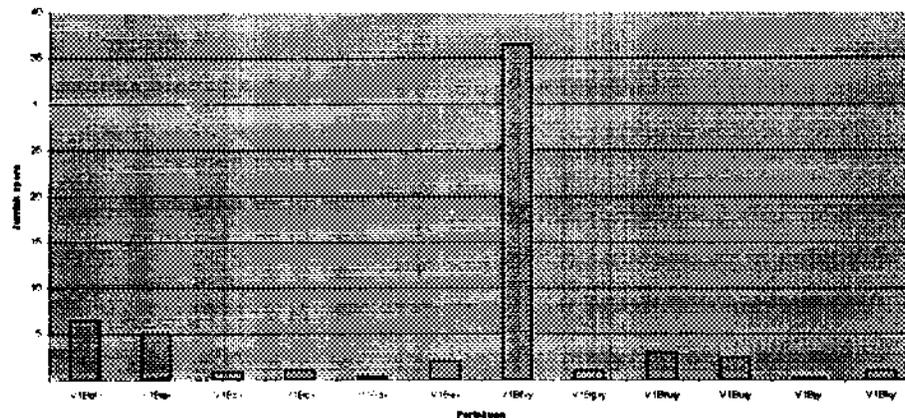
Gambar 7. Grafik rata-rata infeksi akar

#### h. Jumlah Spora

Banyaknya spora dapat diketahui dengan menghitung spora per 50 gram tanah, namun pada penelitian ini banyaknya spora tidak dipengaruhi oleh perlakuan, hal ini dapat dilihat dari Tabel 10.

Tabel 10. Sidik ragam jumlah spora pada tanah mahoni.

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>f
Perlakuan	11	9395	854.2	1.66	0.195
Sisa	32	11864.7	515.9		
Total	34	21260.4			



Gambar 8. Grafik rata-rata jumlah spora

#### i. Jumlah Daun Mahoni

Perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap banyaknya jumlah daun pada mahoni, hal ini dapat dilihat pada hasil analisis sidik ragam pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil analisis sidik ragam jumlah daun.

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Pr > f
F1 (endomikoriza )	1	37.41	37.41	1.48	0.227
F2 (Bakteri )	11	463.29	463029	1.67	0.093
F1*F2 ( kombinasi )	11	335.49	335.45	1.21	0.293
Sisa	96	2424.80	2424.80		
Total	119	3260.99			

#### j. Regresi

Dari hasil penelitian didapat regresi (Tabel 12) dimana Y adalah infeksi, sedangkan X adalah faktor pertumbuhan.

Tabel 12. Regresi antara infeksi dengan faktor pertumbuhan

Faktor pertumbuhan	Regresi	R-Sq ( % )
Diameter	$Y = 1.93 + 0.140 X$	0.9
Tinggi	$Y = 0.93 + 0.00314 X$	2.8
NAP	$Y = 1.98 - 0.055 X$	1.9
BKT	$Y = 1.95 + 0.00109 X$	0.0
Jumlah Spora	$Y = 1.95 - 0.000143 X$	0.2

## **B. PEMBAHASAN**

### **1. Pengaruh Inokulasi Isolat Bakteri Tanah Perakaran Sengon Bermikoriza dan Tanah Perakaran Sengon Tidak Bermikoriza Terhadap Pertumbuhan Mahoni.**

#### **a. Pertumbuhan Tinggi Mahoni**

Dari hasil penelitian, hasil pengukuran tinggi mahoni pada perlakuan kombinasi antara bakteri dan endomikoriza berpengaruh nyata pada taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan uji lanjut Tukey diketahui bahwa perlakuan V1Bjy berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan.

Menurut Fakuara (1988), untuk hidup bakteri membutuhkan karbohidrat sebagai sumber energinya yang diperoleh dari tanaman kehutanan, selain itu tanaman kehutanan membutuhkan unsur nitrogen dan fosfor baik untuk membangun struktur anatomisnya maupun untuk proses metabolismenya. Kebutuhan akan unsur nitrogen dan fosfor dapat dibantu oleh bakteri, sehingga bagi tanaman kehutanan yang berkerjasama dengan bakteri pertumbuhannya jauh lebih cepat sebab mempunyai kemampuan memanen yang lebih tinggi dibanding yang tidak berkerjasama.

Hasil inokulasi yang dilakukan pada semai mahoni berbeda bila dibandingkan dengan inokulasi yang dilakukan pada semai sengon. Pada inokulasi yang dilakukan di semai sengon diketahui bahwa bakteri Bdx dan Bex yang memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tingginya (Suyono,2003). Hal ini berbeda dengan penginokulasian pada semai mahoni, yaitu inokulasi kombinasi antara endomikoriza dan bakteri Bjy yang memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi semai mahoni

#### **b. Pertumbuhan Diameter Mahoni**

Dari hasil penelitian, inokulasi bakteri memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter pada taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan uji Tukey

diketahui bahwa bakteri Bcx dan Bky memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter.

Hasil inokulasi yang dilakukan pada semai mahoni berbeda bila dibandingkan dengan inokulasi yang dilakukan pada semai sengon, perlakuan pada semai sengon inokulasi bakteri Bdx dan bakteri Bex memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter.

#### **c. Bobot Kering Total Mahoni**

Dari hasil penelitian, inokulasi bakteri memberikan pengaruh yang signifikan terhadap BKT pada taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan uji Tukey diketahui bahwa bakteri Bky, memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan BKT.

#### **d. Bobot Kering Akar Mahoni**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa inokulasi endomikoriza memberikan pengaruh yang nyata pada nilai BKA pada taraf 95%. Dengan melakukan uji lanjut Tukey dapat diketahui bahwa perlakuan inokulasi endomikoriza berpengaruh pada nilai BKA

Dalam Islami dan Utomo (1995) dikatakan bahwa akar membutuhkan hara mineral yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Karena akar tumbuhnya ke dalam tanah sehingga akar akan lebih cepat dengan sumber hara mineral dibanding dengan pucuk tanaman yang tumbuhnya diatas permukaan tanah, oleh karena itu kekurangan air dan mineral umumnya kurang mempengaruhi pertumbuhan akar dibandingkan dengan pucuk.

#### **e. Bobot Kering Pucuk Mahoni**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa inokulasi bakteri berpengaruh nyata pada taraf kepercayaan 95%. Dengan melakukan uji Tukey dapat diketahui bahwa bakteri Bbx dan Bky, memberikan pengaruh yang nyata.

#### **f. Nisbah Akar Pucuk Mahoni**

Nisbah akar pucuk diketahui dengan membandingkan bobot kering akar dengan bobot kering pucuk. Dari hasil analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa inokulasi bakteri, inokulasi endomikoriza, serta inokulasi kombinasi antara bakteri dan mikoriza tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai NAP.

#### **g. Presentase Infeksi Akar Mahoni**

Berdasarkan analisis sidik ragam diketahui bahwa jumlah presentase infeksi akar pada perlakuan inokulasi kombinasi antara inokulasi endomikoriza dan inokulasi bakteri pada mahoni tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah presentase infeksi akar pada mahoni yang diinokulasikan endomikoriza saja.

#### **h. Jumlah Spora, Jumlah Daun dan Regresi**

berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa jumlah spora perlakuan kombinasi antara inokulasi endomikoriza dengan inokulasi bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah spora pada inokulasi endomikoriza saja. Hal tersebut berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf 95%.

Dari regresi yang dihasilkan hanyalah regresi yang berasal dari regresi linier saja, yaitu regresi yang dihasilkan antara infeksi akar dengan tinggi, diameter, NAP, BKT, maupun jumlah spora. Regresi tersebut memiliki nilai R yang rendah. Hal tersebut menunjukkan rendahnya korelasi antara infeksi akar dengan tinggi, diameter, NAP, BKT, maupun jumlah spora.

Menurut Setiadi (1989), Bentuk asosiasi antara cendawan mikoriza dan akar sebenarnya adalah suatu bentuk parasitisme, dimana cendawan menyerang sistem perakaran, tetapi sebagai mana halnya parasit yang berbahaya (patogen) dalam hal ini cendawan tidak merusak atau membunuh tanaman inangnya tetapi memberikan keuntungan kepada tanaman inangnya dan sebaiknya cendawan memperoleh karbohidrat dan faktor pertumbuhan lainnya dari tanaman inang.

Bakteri dalam tanah dapat merombak unsur hara dalam tanah yang tidak dapat diserap langsung oleh tanaman, setelah di rombak maka unsur hara dapat di serap oleh tanaman, dengan bantuan mikoriza yang telah terinfeksi ke dalam akar. Dari

sekian banyaknya bakteri dalam tanah tidak semua bakteri menguntungkan bagi tanaman, ada bakteri yang tidak bisa merombak unsur hara sehingga tidak dapat memberikan unsur hara yang diinginkan oleh tanaman.

Dari penelitian diketahui bahwa dari bakteri yang diambil dari perakaran sengon bermikoriza dan dari perakaran sengon tidak bermikoriza ada satu bakteri yang selalu memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan mahoni yaitu bakteri B<sub>1</sub> dan B<sub>2</sub>, bakteri ini berasal dari tanah perakaran sengon tidak bermikoriza. Bakteri B<sub>2</sub>, memberikan peningkatan pertumbuhan mahoni tidak hanya di tinggi, diameter, tetapi juga pada BKT dan BKP tanaman mahoni.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa bakteri dari perakaran sengon bermikoriza maupun bakteri dari perakaran sengon tidak bermikoriza tidak semua bakteri berpengaruh baik ada juga bakteri memberikan pengaruh buruk terhadap pertumbuhan mahoni.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Perlakuan kombinasi bakteri dan cendawan mikoriza arbuskula memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman.
2. Perlakuan inokulasi bakteri Bky memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pertumbuhan diameter, BKP dan BKT tanaman.
3. Perlakuan inokulasi cendawan mikoriza arbuskula memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan BKA tanaman.
4. Perlakuan inokulasi bakteri, inokulasi endomikoriza, maupun inokulasi kombinasi antara bakteri dan endomikoriza tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap NAP, infeksi akar, jumlah spora, dan jumlah daun.

### B. Saran

1. Perlu diadakannya penelitian lanjutan tentang pengidentifikasian bakteri yang diinokulasikan.
  2. Perlu diadakannya penelitian lanjutan tentang pengaruh faktor-faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan.
  3. Perlu diadakannya penelitian lanjutan tentang pengaruh inokulasi pada tanaman lain.
-

## DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, D. R. 1993. Biologi Pertanian. Penerbit Alumni. Bandung.
- Agrios, G.N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Anas, I. 1998. Petunjuk Laboratorium Biologi Tanah Dalam Praktek. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Anonim. 1976. Silvikultur Khusus. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ardikoesoema, R.I. dan Dilmy A. 1956. Tentang Djenis - Djenis Kaju, „mahoni” atau „mahagoni” Teristimewa Keluarga „khaya”. Balai pejelidikan Kehutanan. Bogor.
- Buckman, H D dan Brandy NC, 1982. Ilmu tanah. Bharatara Karya Aksara. Jakarta
- Departemen Kehutanan. 2001. Pengembanagan Jenis Tanaman Potensial (Khaya, Mahoni, dan Meranti) Untuk Pembangunan Hutan Tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1991. Kesuburan tanah. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Kehutanan. 1980. Pedoman Pembuatan Tanaman. Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Jakarta.
- Fakuara, Y. 1988. Mikoriza, Teori dan Kegunaan dalam Praktek. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Harley, J.L. dan Smith, S.E. 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academi Press. London.
- Imas, T dan Yadi S. 1988. Mikro Biologi Tanah. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- \_\_\_\_\_ 1989. Mikro Biologi Tanah II. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Islami, T dan Utomo, W H. 1995. Hubungan tanah air dan tanaman. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plant. Academic Press limited. London.

- Mattjik, A dan I.G. Made Sumertajaya. 2000. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press. Bogor.
- Nurchayadi, E. 2000. Pengaruh kedalaman tanah dan jarak dari tepi jalan tol jagorawi dibawah tanama mahoni(*Swietenia macrophylla*) terhadap timbal dan *Cendawan Mikoriza Arbuscula*. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak diterbitkan)
- Setiadi, Y. 1989. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Kehutanan. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- \_\_\_\_\_. 1992. Mikrobiologi Tanah. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor
- Tjitrosoepomo, G. 1999. Morfologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wulan, R. 2002. Keragaman Genetik Mahoni (*Swietenia macrophylla King*) Berdasarkan Penanda RAPD (Random Amplified Polimorphic DNA). Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor (tidak diterbitkan).

LAMP IRAN

5/29/1997 12:01:45 AM

General Linear Model: C4 versus C1, C2

Factor Type Levels Values  
C1 fixed 2 1 2  
C2 fixed 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Analysis of Variance for C4, using Sequential SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Seq MS	F	P
C1	1	20.59	24.07	20.59	1.10	0.298
C2	11	189.66	180.39	17.24	0.92	0.526
C1*C2	11	433.38	433.38	39.40	2.10	0.029
Error	85	1594.16	1594.16	18.75		
Total	108	2237.80				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	8.2188	0.4200	19.57	0.000
C1				
1	0.4758	0.4200	1.13	0.260
C2				
1	-1.139	1.319	-0.86	0.390
2	0.341	1.391	0.25	0.807
3	0.471	1.319	0.36	0.722
4	-1.731	1.459	-1.19	0.239
5	1.309	1.391	0.94	0.349
6	-1.759	1.391	-1.26	0.210
7	-1.259	1.503	-0.84	0.405
8	0.308	1.391	0.22	0.825
9	0.937	1.503	0.62	0.535
10	1.891	1.319	1.43	0.155
11	1.799	1.391	1.29	0.199
C1*C2				
1 1	-2.356	1.319	-1.79	0.078
1 2	0.884	1.391	0.64	0.527
1 3	2.414	1.319	1.83	0.071
1 4	-1.238	1.459	-0.85	0.399
1 5	2.092	1.391	1.50	0.136
1 6	1.064	1.391	0.77	0.446
1 7	1.364	1.503	0.91	0.367
1 8	0.347	1.391	0.25	0.803
1 9	-1.882	1.503	-1.25	0.214
1 10	-2.986	1.319	-2.26	0.026
1 11	2.682	1.391	1.93	0.057

Unusual Observations for C4

Obs	C4	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
11	3.7000	11.5800	1.9367	-7.8800	-2.03R
29	17.1000	8.0000	2.1653	9.1000	2.43R
34	16.2000	8.8000	2.5003	7.4000	2.09R
40	21.6000	9.3500	2.1653	12.2500	3.27R
102	20.6000	10.5620	1.9367	10.0380	2.59R
108	27.0000	12.6200	1.9367	14.3800	3.71R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Retrieving project from file: A:\TINGGI TENGAH MALAM.MPJ

5/29/1997 1:59:26 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

### General Linear Model: C4 versus mikoriza, bakteri

Factor	Type	Levels	Values
mikoriza	fixed	2	1 2
bakteri	fixed	12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Analysis of Variance for C4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
mikoriza	1	0.001540	0.003620	0.003620	1.33	0.252
bakteri	11	0.062433	0.062283	0.005662	2.08	0.031
mikoriza*bakteri	11	0.033666	0.033666	0.003061	1.12	0.353
Error	84	0.228703	0.228703	0.002723		
Total	107	0.326344				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.142819	0.005083	28.10	0.000
mikoriza				
1	0.005861	0.005083	1.15	0.252
bakteri				
1	-0.02882	0.01590	-1.81	0.073
2	0.01193	0.01677	0.71	0.479
3	-0.04894	0.01677	-2.92	0.005
4	-0.00594	0.01759	-0.34	0.736
5	0.01906	0.01677	1.14	0.259
6	0.01443	0.01677	0.86	0.392
7	0.00085	0.01812	0.05	0.963
8	0.00068	0.01677	0.04	0.968
9	-0.00415	0.01812	-0.23	0.819
10	0.02518	0.01590	1.58	0.117
11	0.03956	0.01677	2.36	0.021
mikoriza*bakteri				
1 1	-0.01586	0.01590	-1.00	0.321
1 2	0.00139	0.01677	0.08	0.934
1 3	-0.00574	0.01677	-0.34	0.733
1 4	-0.00024	0.01759	-0.01	0.989
1 5	0.00601	0.01677	0.36	0.721
1 6	0.01939	0.01677	1.16	0.251
1 7	0.03381	0.01812	1.87	0.066
1 8	-0.02436	0.01677	-1.45	0.150
1 9	0.01881	0.01812	1.04	0.302
1 10	-0.02586	0.01590	-1.63	0.108
1 11	0.01051	0.01677	0.63	0.532

Unusual Observations for C4

Obs	C4	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
3	0.010000	0.104000	0.023335	-0.094000	-2.01R
5	0.200000	0.104000	0.023335	0.096000	2.06R
6	0.060000	0.162000	0.023335	-0.102000	-2.19R
52	0.290000	0.198750	0.026090	0.091250	2.02R
65	0.010000	0.124000	0.023335	-0.114000	-2.44R
86	0.030000	0.132000	0.023335	-0.102000	-2.19R
88	0.230000	0.132000	0.023335	0.098000	2.10R
118	0.030000	0.131000	0.023335	-0.101000	-2.16R
119	0.230000	0.131000	0.023335	0.099000	2.12R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Retrieving project from file: A:\DIAMETER TENGAH MALAM.MPJ

General Linear Model: BKA versus mikoriza, bakteri

Factor      Type Levels Values  
 mikoriza   fixed      2 1 2  
 bakteri     fixed      12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Analysis of Variance for BKA, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
mikoriza	1	1.6497	1.6497	1.6497	5.64	0.020
bakteri	11	5.7799	5.7799	0.5254	1.80	0.065
mikoriza*bakteri	11	2.5905	2.5905	0.2355	0.81	0.635
Error	96	28.0737	28.0737	0.2924		
Total	119	38.0937				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.98575	0.04937	19.97	0.000
mikoriza				
1	-0.11725	0.04937	-2.38	0.020
bakteri				
1	-0.2968	0.1637	-1.81	0.073
2	0.0713	0.1637	0.44	0.664
3	-0.2428	0.1637	-1.48	0.141
4	-0.0507	0.1637	-0.31	0.757
5	0.4492	0.1637	2.74	0.007
6	0.0353	0.1637	0.22	0.830
7	-0.1397	0.1637	-0.85	0.395
8	-0.0448	0.1637	-0.27	0.785
9	-0.0798	0.1637	-0.49	0.627
10	0.3063	0.1637	1.87	0.064
11	0.2183	0.1637	1.33	0.186
mikoriza*bakteri				
1 1	0.0563	0.1637	0.34	0.732
1 2	0.0743	0.1637	0.45	0.651
1 3	-0.0237	0.1637	-0.15	0.885
1 4	0.0302	0.1637	0.18	0.854
1 5	-0.0417	0.1637	-0.25	0.799
1 6	0.2382	0.1637	1.46	0.149
1 7	0.1972	0.1637	1.20	0.231
1 8	0.0582	0.1637	0.36	0.723
1 9	-0.0887	0.1637	-0.54	0.589
1 10	-0.3607	0.1637	-2.20	0.030
1 11	-0.0827	0.1637	-0.51	0.614

Unusual Observations for BKA

Obs	BKA	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
56	1.69000	0.58600	0.24184	1.10400	2.28R
79	0.03000	1.02200	0.24184	-0.99200	-2.05R
105	2.46000	1.11200	0.24184	1.34800	2.79R
106	0.76000	1.77000	0.24184	-1.01000	-2.09R
107	3.44000	1.77000	0.24184	1.67000	3.45R

R denotes an observation with a large standardized residual.

## General Linear Model: C4 versus mikoriza, bakteri

Factor      Type Levels Values  
 mikoriza   fixed      2 1 2  
 bakteri     fixed      12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Analysis of Variance for C4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
mikoriza	1	0.291	0.291	0.291	0.18	0.672
bakteri	11	35.145	35.145	3.195	1.99	0.038
mikoriza*bakteri	11	19.574	19.574	1.779	1.11	0.365
Error	96	154.485	154.485	1.609		
Total	119	209.495				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2.6606	0.1158	22.98	0.000
mikoriza				
1	-0.0492	0.1158	-0.43	0.672
bakteri				
1	-0.4246	0.3841	-1.11	0.272
2	0.8994	0.3841	2.34	0.021
3	-0.8676	0.3841	-2.26	0.026
4	-0.3366	0.3841	-0.88	0.383
5	0.4254	0.3841	1.11	0.271
6	-0.1326	0.3841	-0.35	0.731
7	-0.4856	0.3841	-1.26	0.209
8	-0.0256	0.3841	-0.07	0.947
9	0.0714	0.3841	0.19	0.853
10	0.2914	0.3841	0.76	0.450
11	0.9864	0.3841	2.57	0.012
mikoriza*bakteri				
1 1	-0.4327	0.3841	-1.13	0.263
1 2	0.8053	0.3841	2.10	0.039
1 3	-0.0498	0.3841	-0.13	0.897
1 4	-0.0508	0.3841	-0.13	0.895
1 5	-0.0608	0.3841	-0.16	0.875
1 6	0.3373	0.3841	0.88	0.382
1 7	0.4483	0.3841	1.17	0.246
1 8	0.0982	0.3841	0.26	0.799
1 9	-0.5687	0.3841	-1.48	0.142
1 10	-0.4927	0.3841	-1.28	0.203
1 11	0.3162	0.3841	0.82	0.412

Unusual Observations for C4

Obs	C4	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
6	0.85000	4.31600	0.56731	-3.46600	-3.05R
7	0.97000	4.31600	0.56731	-3.34600	-2.95R
9	7.43000	4.31600	0.56731	3.11400	2.74R
52	7.94000	3.91400	0.56731	4.02600	3.55R
105	5.65000	3.35000	0.56731	2.30000	2.03R

R denotes an observation with a large standardized residual.

5/29/1997 1:37:04 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Retrieving project from file: A:\BKP TENGAH MALAM.MPJ

Welcome to Minitab, press F1 for help.

**General Linear Model: C4 versus mikoriza, bakteri**

Factor	Type	Levels	Values
mikoriza	fixed	2	1 2
bakteri	fixed	12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Analysis of Variance for C4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
mikoriza	1	2.046	1.422	1.422	0.49	0.487
bakteri	11	70.525	67.176	6.107	2.09	0.029
mikoriza*bakteri	11	27.683	27.683	2.517	0.86	0.579
Error	85	247.994	247.994	2.910		
Total	108	348.248				

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3.7948	0.1656	22.91	0.000
mikoriza				
1	-0.1157	0.1656	-0.70	0.487
bakteri				
1	-0.8698	0.5202	-1.67	0.098
2	1.0514	0.5486	1.92	0.059
3	-1.2608	0.5202	-2.42	0.017
4	-0.0448	0.5756	-0.08	0.938
5	0.8814	0.5486	1.61	0.112
6	-0.1298	0.5486	-0.24	0.813
7	-0.5472	0.5930	-0.92	0.359
8	-0.2691	0.5486	-0.49	0.625
9	0.1912	0.5930	0.32	0.748
10	0.4472	0.5202	0.86	0.392
11	1.3274	0.5486	2.42	0.018
mikoriza*bakteri				
1 1	-0.4273	0.5202	-0.82	0.414
1 2	0.5994	0.5486	1.09	0.278
1 3	-0.1243	0.5202	-0.24	0.812
1 4	-0.3018	0.5756	-0.52	0.601
1 5	0.0019	0.5486	0.00	0.997
1 6	0.6407	0.5486	1.17	0.246
1 7	0.8213	0.5930	1.39	0.170
1 8	0.0574	0.5486	0.10	0.917
1 9	-0.3603	0.5930	-0.61	0.545
1 10	-0.9043	0.5202	-1.74	0.086
1 11	0.4559	0.5486	0.83	0.408

Unusual Observations for C4

Obs	C4	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
6	1.10000	5.33000	0.76388	-4.23000	-2.77R
7	1.20000	5.33000	0.76388	-4.13000	-2.70R
9	9.17000	5.33000	0.76388	3.84000	2.51R
52	9.64000	5.46250	0.85405	4.17750	2.82R
105	8.11000	4.46200	0.76388	3.64800	2.39R

R denotes an observation with a large standardized residual.  
 Retrieving project from file: A:\BKT TENGAH MALAM.MPJ

4/11/1997 10:32:33 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

### Regression Analysis: y versus x

The regression equation is  
 $y = 1.93 + 0.00314 x$

58 cases used 2 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.92869	0.02162	89.22	0.000
x	0.003144	0.002480	1.27	0.210

S = 0.07687      R-Sq = 2.8%      R-Sq(adj) = 1.1%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.009500	0.009500	1.61	0.210
Residual Error	56	0.330902	0.005909		
Total	57	0.340402			

#### Unusual Observations

Obs	x	y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	5.6	1.7100	1.9463	0.0114	-0.2363	-3.11R
5	8.5	1.7000	1.9554	0.0103	-0.2554	-3.35R
27	7.2	1.7100	1.9513	0.0102	-0.2413	-3.17R
47	20.6	1.9600	1.9935	0.0335	-0.0335	-0.48 X
53	27.0	2.0000	2.0136	0.0489	-0.0136	-0.23 X

R denotes an observation with a large standardized residual

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

4/11/1997 10:06:08 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

### Regression Analysis: y versus x

The regression equation is  
 $y = 1.93 + 0.140 x$

57 cases used 3 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.93353	0.02930	66.00	0.000
x	0.1401	0.1991	0.70	0.485

S = 0.07831      R-Sq = 0.9%      R-Sq(adj) = 0.0%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.003037	0.003037	0.50	0.485
Residual Error	55	0.337314	0.006133		
Total	56	0.340351			

#### Unusual Observations

Obs	x	y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	0.150	1.7100	1.9545	0.0107	-0.2445	-3.15R
5	0.160	1.7000	1.9559	0.0113	-0.2559	-3.30R
10	0.010	2.0000	1.9349	0.0274	0.0651	0.89 X
27	0.160	1.7100	1.9559	0.0113	-0.2459	-3.17R

R denotes an observation with a large standardized residual  
X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Saving file as: C:\My Documents\Putri\regresi bkt.MPJ

4/11/1997 10:26:33 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

### Regression Analysis: y versus x

The regression equation is  
 $y = 1.98 - 0.0551 x$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.97527	0.02342	84.30	0.000
x	-0.05506	0.05255	-1.05	0.299

S = 0.07635      R-Sq = 1.9%      R-Sq(adj) = 0.2%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.006399	0.006399	1.10	0.299
Residual Error	58	0.338061	0.005829		
Total	59	0.344460			

#### Unusual Observations

Obs	x	y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	0.42	1.71000	1.95215	0.00989	-0.24215	-3.20R
5	0.40	1.70000	1.95325	0.00986	-0.25325	-3.35R
19	1.40	1.96000	1.89818	0.05324	0.06182	1.13 X
27	0.58	1.71000	1.94334	0.01350	-0.23334	-3.11R
38	0.37	1.79000	1.95490	0.01002	-0.16490	-2.18R

R denotes an observation with a large standardized residual  
X denotes an observation whose X value gives it large influence.

4/11/1997 10:02:38 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

### Regression Analysis: y versus x

The regression equation is  
 $y = 1.95 - 0.000143 x$

35 cases used 25 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.95281	0.01413	138.21	0.000
x	-0.0001435	0.0005342	-0.27	0.790

S = 0.07789      R-Sq = 0.2%      R-Sq(adj) = 0.0%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.000438	0.000438	0.07	0.790
Residual Error	33	0.200191	0.006066		
Total	34	0.200629			

#### Unusual Observations

Obs	x	y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	2	1.7100	1.9525	0.0138	-0.2425	-3.16R
27	6	1.7100	1.9519	0.0133	-0.2419	-3.15R
32	145	1.9100	1.9320	0.0735	-0.0220	-0.86 X
38	1	1.7900	1.9527	0.0139	-0.1627	-2.12R

R denotes an observation with a large standardized residual  
X denotes an observation whose X value gives it large influence.

#### Normplot of Residuals for y

Saving file as: C:\My Documents\Putri\regresi tinggi.MPJ

4/11/1997 10:22:40 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

### Regression Analysis: y versus x

The regression equation is  
 $y = 1.95 + 0.00109 x$

56 cases used 2 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.94868	0.02871	67.87	0.000
x	0.001090	0.006882	0.16	0.875

S = 0.07795      R-Sq = 0.03      R-Sq(adj) = 0.03

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.000153	0.000153	0.03	0.875
Residual Error	56	0.340249	0.006076		
Total	57	0.340402			

#### Unusual Observations

Obs	x	y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	3.61	1.7100	1.9526	0.0104	-0.2426	-3.14R
5	4.22	1.7000	1.9533	0.0105	-0.2533	-3.28R
27	5.61	1.7100	1.9548	0.0156	-0.2448	-3.21R
38	1.83	1.7900	1.9507	0.0175	-0.1607	-2.12R
50	8.11	1.9100	1.9575	0.0307	-0.0475	-0.66 X
52	8.28	2.0000	1.9577	0.0318	0.0423	0.59 X

R denotes an observation with a large standardized residual  
X denotes an observation whose X value gives it large influence.

