



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Demi masa.

Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat-menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat-menasehati supaya menetapi kesabaran

(QS Al'Ashr : 1 - 3)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



5/810/1991/003

**STUDI PERBANYAKAN INOKULUM
SPORA CENDAWAN MIKORIZA VESIKULA ARBUSKULA (*Glomus* sp.)
DENGAN MENGGUNAKAN INANG BAWANG (*Allium* spp.)
DAN UJI SUBSTITUSI FOSFAT TERHADAP PRODUKSI
BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.)
DI LABORATORIUM**

DARMAWAN SENOADJI



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R
1991**

@ Hak cipta milik IPB University

IPB University





RINGKASAN

DARMAWAN SENOAJI. Studi Perbanyak Inokulum Spora Cendawan Mikoriza Vesikula Arbuskula (*Glomus* sp.) dengan Menggunakan Inang Bawang (*Allium* spp.) dan Uji Substitusi Fosfat Terhadap Produksi Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Di Laboratorium (Di Bawah Bimbingan Muhadiono, Hidayat Wiranegara, dan Ibnuul Qayyim).

Percobaan dilaksanakan di laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor dari Januari 1990 sampai dengan Oktober 1990. Percobaan terdiri dari dua tahap; Tahap pertama adalah studi perbanyak inokulum spora cendawan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) dengan inang bawang putih (*Allium sativum* L.) dan bawang merah (*Allium cepa* L.), dilakukan mengikuti percobaan faktorial (2×2) dalam rancangan acak lengkap dengan 5 ulangan. Faktor pertama adalah sterilitas medium (tanah) terdiri dari medium steril dan medium tidak steril yang dikombinasikan dengan faktor kedua berupa jenis inang terdiri atas bawang putih dan bawang merah. Tahap kedua adalah uji substitusi fosfat mengikuti percobaan faktorial ($2 \times 2 \times 3$) dalam rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah sterilitas medium (tanah) terdiri dari medium steril dan medium tidak steril, faktor kedua adalah inokulasi terdiri dari diinokulasi dan tidak diinokulasi,

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

sementara faktor ketiga adalah pemupukan fosfat terdiri dari tanpa pemupukan TSP, pemupukan 0.0978 g TSP/pot (90 kg P_2O_5 /ha), dan pemupukan 0.1957 g TSP/pot (180 kg P_2O_5 /ha).

Tujuan percobaan pada tahap pertama adalah untuk mengetahui produksi spora cendawan MVA (*Glomus* sp.) pada bawang putih dan bawang merah serta sejauh mana pengaruh sterilitas medium terhadap besar derajat infeksi dan jumlah spora yang dihasilkan. Tujuan pada tahap kedua adalah untuk mengetahui jumlah fosfat yang tergantikan oleh cendawan MVA (*Glomus* sp.) dalam produksi bawang putih dan mengetahui sejauh mana pengaruh sterilitas tanah, inokulasi dengan spora *Glomus* sp. serta pengaruh dari pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan bawang putih (*Allium sativum* L.). Percobaan tahap pertama dipanen pada umur 60 hari, walaupun belum dihasilkan spora. Derajat infeksi sangat nyata dipengaruhi oleh sterilitas medium dan jenis inang. Pemakaian medium tidak steril pada tanaman bawang merah memberikan derajat infeksi yang lebih tinggi. Interaksi kedua faktor dalam percobaan ini adalah tidak nyata.

Percobaan tahap kedua dipanen pada umur 45 hari. Ketiga faktor perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan P tanaman, demikian juga interaksinya tidak nyata. Faktor pemupukan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah yang diamati, sementara sterilitas





v

medium berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering bawang putih. Pemakaian medium tidak steril meningkatkan bobot basah dan bobot kering, sementara sterilitas medium tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi bawang putih pada umur 3, 4, 5, dan 6 minggu. Inokulasi berpengaruh sangat nyata terhadap bobot basah dan bobot kering bawang putih umur 6 minggu. Kemudian inokulasi juga berpengaruh nyata terhadap tinggi bawang putih pada umur 3, 4, 5, dan 6 minggu. Pengaruh interaksi antara inokulasi dan pemupukan adalah nyata terhadap tinggi bawang putih umur 3, 4, dan 5 minggu dan tidak nyata pada umur 6 minggu.

Besar substitusi fosfat yang terjadi pada medium steril adalah 86,67 % atau 78 kg pupuk fosfat untuk bobot basah dan 55,55 % atau 50 kg pupuk fosfat untuk bobot kering, sementara pada medium tidak steril sebesar 42,22 % atau 38 kg pupuk fosfat untuk bobot basah dan 46,67 % atau 42 kg pupuk fosfat untuk bobot kering.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



STUDI PERBANYAKAN INOKULUM
SPORA CENDAWAN MIKORIZA VESIKULA ARBUSKULA (*Glomus* sp.)
DENGAN MENGGUNAKAN INANG BAWANG (*Allium* spp.)
DAN UJI SUBSTITUSI FOSFAT TERHADAP PRODUKSI
BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.)
DI LABORATORIUM

DARMAWAN SENOADJI

Karya Ilmiah
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Biologi
pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R

1 9 9 1

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Penelitian : STUDI PERBANYAKAN INOKULUM SPORA CENDAWAN MIKORIZA VESIKULA ARBUSKULA (*Glomus* sp.) DENGAN MENGGUNAKAN INANG BAWANG (*Allium* spp.) DAN UJI SUBSTITUSI FOSFAT TERHADAP PRODUKSI BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) DI LABORATORIUM

Nama Mahasiswa : DARMAWAN SENOADJI

NIM : G21.1568

Menyetujui,

Komisi Pembimbing



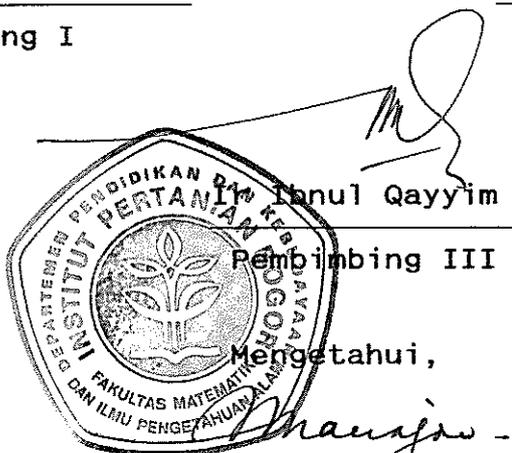
Dr Ir Muhadiono, MSc.

Pembimbing I



Ir Hidayat Wiranegara

Pembimbing II



Drh Ikin Mansjoer, MSc.

Pembimbing III

Mengetahui,

Drh Ikin Mansjoer, MSc.

Ketua Jurusan Biologi

Tanggal Lulus : 16 JAN 1991



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Batang, Jawa Tengah pada Tanggal 16 September 1965, sebagai putra kesembilan dari sembilan bersaudara dari ayah R. Soedijono (Alm.) dan ibu Rr. Rahadjeng.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Induk Batang III Batang pada Tahun 1977 dan Sekolah Menengah Pertama Negeri I Batang pada Tahun 1981. Pada Tahun 1981 penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri Batang dan lulus pada Tahun 1984.

Pada Tahun 1984 penulis diterima sebagai mahasiswa di Institut Pertanian Bogor melalui program Proyek Perintis II. Kemudian memilih Jurusan Biologi^{*}, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor Tahun 1986.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KATA PENGANTAR

Tingkat produksi bawang putih tergantung dari berbagai faktor. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh adalah kesuburan tanah, terutama jumlah P tersedia. Cendawan Mikoriza Vesikula Arbuskula dikenal mampu merubah P terikat menjadi tersedia bagi tanaman.

Serangkaian percobaan pot di Ruang Tumbuh (*growth chamber*) dilakukan dan hasilnya dituangkan dalam tulisan ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr Ir Muhadiono, MSc., pembimbing utamanya, atas saran dan bimbingannya selama penelitian. Kepada pembimbing kedua dan ketiga, Ir Hidayat Wiranegara dan Ir Ibnu'l Qayyim atas segala petunjuk dan pengarahannya diucapkan terima kasih.

Disamping itu juga rasa terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Okky Setyawati D. selaku Dosen Penguji wakil dari Komisi Pendidikan, yang telah memberikan saran-saran demi perbaikan dan kelengkapan tulisan ini.
2. Bapak Ir H. Dede Setiadi, MS., atas segala bantuannya.
3. Ibu, kakak-kakakku dan adikku Ima yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan semangat.
4. Semua pihak yang turut serta membantu kelancaran pelaksanaan penelitian hingga penulisan laporan ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



x

Akhirnya penulis masih menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Walaupun demikian, semoga hasil-hasil yang dituangkan dalam laporan ini bermanfaat bagi mereka yang memerlukannya.

Bogor, Januari 1991

Darmawan Senoadji

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Percobaan	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
BAHAN DAN METODE	9
Waktu dan Tempat Percobaan	9
Metode Percobaan	9
HASIL DAN PEMBAHASAN	17
Studi Perbanyak Inokulum Spora Cendawan Mikoriza Vesikula Arbuskula	17
Uji Substitusi Fosfat pada Bawang Putih	22
KESIMPULAN DAN SARAN	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	62

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Produksi, Kebutuhan Konsumsi, dan Volume Impor dari Tahun 1979 sampai dengan Tahun 1987	2
2.	Pengaruh Sterilitas Medium Terhadap Derajat Infeksi Spora Cendawan MVA	19
3.	Pengaruh Jenis Inang Terhadap Derajat Infeksi Spora cendawan MVA	19
4.	Rata-rata Derajat Infeksi pada Perlakuan Sterilitas Medium dan Jenis Inang	19
5.	Sifat-sifat Tanah dari Jonggol yang Digunakan untuk Percobaan Studi Perbanyakan Inokulum Spora Cendawan MVA	21
6.	Rata-rata Bobot Kering dan Bobot Basah Bawang Putih Umur 6 Minggu	25
7.	Rata-rata P-tersedia dalam Tanah dan Kandungan P-jaringan Tanaman Bawang Putih Setelah Percobaan	26
8.	Sifat-sifat Tanah Andosol dari Cipanas yang Digunakan untuk Percobaan Uji Substitusi Fosfat	27
9.	Pengaruh Sterilitas Medium Terhadap Bobot Basah dan Bobot Kering Bawang Putih	28
10.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Bobot Basah dan Bobot Kering Bawang Putih	28
11.	Rata-rata Tinggi Bawang putih pada Berbagai Umur	39
12.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu	40
13.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu	40
14.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu	40

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

15.	Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu	41
<u>Lampiran</u>		
1.	Rata-rata Derajat Infeksi pada Akar Bawang Putih Percobaan Uji Substitusi Fosfat	65
2.	Sidik Ragam dari Derajat Infeksi Spora pada Percobaan Studi Perbanyak Inokulum Spora	66
3.	Sidik Ragam dari Bobot Basah Bawang Putih Umur 6 Minggu	67
4.	Sidik Ragam dari Bobot Kering Bawang Putih Umur 6 Minggu	68
5.	Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu	69
6.	Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu	70
7.	Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu	71
8.	Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu	72
9.	Pengaruh Interaksi antara Inokulasi dengan Pemupukan Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu	73
10.	Pengaruh Interaksi antara Inokulasi dengan Pemupukan Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu	74
11.	Pengaruh Interaksi antara Inokulasi dengan Pemupukan Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu	75
12.	Sidik Ragam Kandungan P-jaringan (daun) Bawang Putih Umur 6 Minggu	76

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Ruang Tumbuh yang Digunakan dalam Pemeliharaan Tanaman Bawang Putih	12
2.	Susunan dan Jarak Tanam Bawang Putih di dalam Ruang Tumbuh	13
3.	Infeksi Cendawan MVA pada Akar Bawang Putih (Perbesaran 100 x)	17
4.	Infeksi Cendawan MVA pada Akar Bawang Merah (Perbesaran 100 x)	18
5.	Morfologi Spora <i>Glomus</i> sp. yang Digunakan pada Percobaan Uji Substitusi Fosfat (Perbesaran 200 x)	22
6.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Bobot Kering Bawang Putih	29
7.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Bobot Basah Bawang Putih	30
8.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Bobot Kering Bawang Putih	32
9.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Bobot Basah Bawang Putih	33
10.	Perbandingan Kurva Daya Tanggap Kombinasi Pemupukan dan Inokulasi Pada Medium Steril dan Tidak Steril Terhadap Bobot Kering Bawang Putih	35
11.	Perbandingan Kurva Daya Tanggap Kombinasi Pemupukan dan Inokulasi Pada Medium Steril dan Tidak Steril Terhadap Bobot Basah Bawang Putih	36
12.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu	42

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
 Perpustakaan IPB University

		xv
13.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu	43
14.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu	44
15.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu	45
16.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu	46
17.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu	47
18.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu	48
19.	Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu	49
20.	Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Diinokulasi dan Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Steril, Umur 6 Minggu	51
21.	Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Diinokulasi dan Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Tidak Steril, Umur 6 Minggu	52
22.	Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Steril, Umur 6 Minggu	53
23.	Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Steril, Umur 6 Minggu	54

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



24.	Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Tidak Steril, Umur 6 Minggu	55
25.	Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Steril, Umur 6 Minggu	56

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bawang putih merupakan salah satu komoditas yang mendapat perhatian dari pemerintah dalam peningkatan diversifikasi hasil pertanian secara nasional. Permintaan pasar dalam negeri yang semakin meningkat baik untuk bumbu makan maupun obat-obatan memberikan prospek yang semakin cerah terhadap jenis komoditas bawang putih ini.

Peningkatan produksi bawang putih masih belum seimbang dengan laju permintaan pasar. Guna memenuhi kebutuhan permintaan pasar, pemerintah melakukan usaha intensifikasi dan ekstensifikasi, yang berarti berusaha menekan jumlah impor bawang putih. Penekanan jumlah impor dari tahun ke tahun terlihat nyata walaupun belum menunjukkan penurunan yang drastis (Tabel 1).

Mengingat biaya usaha tani cukup besar sedangkan tingkat resiko usaha cukup tinggi jika dibandingkan dengan usaha tani padi dan palawija lainnya, maka diperlukan pengarahannya yang lebih terinci mengenai prospek wilayah pengembangan maupun teknologi budidaya bawang putih.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel 1. Produksi, Kebutuhan Konsumsi, dan Volume Impor dari Tahun 1979 sampai dengan Tahun 1987

Tahun	Produksi (ton)	Kebutuhan Konsumsi (ton)	Volume impor (ton)
1979	3.519	20.819	17.300
1980	8.988	35.488	26.500
1981	11.279	37.879	26.600
1982	13.161	39.579	26.416
1983	12.000	25.000	13.000
1984	47.521	67.821	20.300
1985	59.987	78.365	18.365
1986	85.096	92.133	11.195
1987	89.000	96.050	a)

a) Data masih diperhitungkan
Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan

Salah satu upaya dalam peningkatan kualitas dan kuantitas jenis komoditas tersebut adalah penelitian bioteknologi tentang cendawan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA). Telah banyak diteliti bahwa cendawan MVA pada akar tanaman dapat memacu dan memperbaiki pertumbuhan tanaman, terutama pada tanah yang tingkat kesuburannya rendah (Gerdemann, 1962). Selain itu cendawan MVA mampu merubah senyawa P yang terikat di dalam tanah menjadi bentuk tersedia bagi tanaman (Mosse, 1981).

Untuk menginfeksi akar tanaman pertanian digunakan spora cendawan MVA sebagai pupuk bioorganik. Sampai saat ini cara memproduksi spora cendawan MVA dalam kultur buatan belum berhasil, sehingga koleksi spora dari tanah dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

perbanyakannya melalui tanaman inang tetap diperlukan. Tindakan ini merupakan dasar dalam penelitian cendawan MVA (Daniels dan Skipper, 1982).

Tujuan Percobaan

Tujuan percobaan tahap pertama adalah: 1) Untuk mengetahui produksi spora cendawan MVA (*Glomus* sp.) pada bawang putih dan bawang merah, 2) Untuk mengetahui pengaruh sterilitas medium (tanah) terhadap derajat infeksi dan produksi spora cendawan MVA (*Glomus* sp.).

Tujuan percobaan tahap kedua adalah: 1) Untuk mengetahui kadar fosfat yang tergantikan oleh cendawan MVA (*Glomus* sp.) dalam produksi bawang putih, 2) Pengaruh sterilitas medium (tanah), inokulasi dengan spora cendawan MVA (*Glomus* sp.), dan pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan bawang putih.



TINJAUAN PUSTAKA

Bentuk-bentuk senyawa fosfat secara garis besar dibagi dalam dua bentuk, yaitu fosfat organik dan fosfat anorganik (Tisdale, Nelson dan Beaton, 1985). Kedua bentuk tersebut merupakan sumber fosfat bagi tanaman. Fosfat organik terdapat dalam humus dan bahan organik lainnya, sedangkan fosfat anorganik berkombinasi dengan besi (Fe), aluminium (Al) dan kalsium (Ca) (Soegiman, 1982).

Fosfat organik di dalam tanah terdapat dalam bentuk persenyawaan inositol fosfat, fosfolipida, dan asam nukleat, serta sebagian kecil berupa fosfoprotein dan metabolik fosfat (Stevenson, 1982). Kadar fosfat organik tanah pada lapisan atas berkisar antara 20 sampai 50 persen dari fosfat total tanah (Sanchez, 1976).

Ketersediaan fosfat anorganik di dalam tanah ditentukan oleh: (1) pH tanah, (2) ion-ion Al, Fe, Mn, Ca, yang terlarut, (3) ketersediaan mineral yang mengandung Fe, Al, dan Mn, (4) ketersediaan Ca dan Mg, (5) kandungan bahan organik, (6) kegiatan mikroorganisme (Soegiman, 1982).

Ketersediaan fosfat bagi tanaman terutama ditentukan oleh konsentrasi H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} di dalam larutan tanah. Di dalam tanah terdapat reaksi keseimbangan antara fosfat larutan tanah, fosfat anorganik lebih labil dan fosfat tidak labil. Jika tanaman dan mikroorganisme tumbuh,

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

maka fosfat di dalam larutan tanah diserap oleh tanaman dan mikroorganisme tanah. Fosfat yang diserap kemudian segera ditukar oleh fosfat yang labil (Tate, 1984).

Keterangan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan fosfat organik bagi tanaman sangat terbatas. Akan tetapi dapat dipastikan bahwa fitin dan asam nukleat merupakan sumber fosfor (Soegiman, 1982).

Pada tanah mineral rata-rata jumlah total fosfat lebih besar daripada jumlah nitrogen, dan lebih kecil dari pada kalium, kalsium dan magnesium. Tetapi sebagian besar fosfat dalam tanah masam pada umumnya tidak tersedia untuk tanaman. Kalau sumber fosfat dapat larut maka unsur ini diberikan pada tanah dalam bentuk pupuk, kemudian fosfat yang terurai sering diikat atau dijadikan tidak tersedia, meskipun keadaan lapangan paling ideal (Soegiman, 1982).

Mikoriza adalah simbiosis antara cendawan dengan akar tanaman. Simbiosis antara tanaman inang dengan cendawan ini meliputi penyediaan fotosintat oleh inang untuk cendawan, dan sebaliknya tanaman inang mendapat nutrisi yang diambil dari tanah oleh cendawan. Pada asosiasi ini infeksi cendawan pada akar tidak menyebabkan penyakit. Umumnya infeksi mikoriza dapat meningkatkan penyerapan fosfat dan pertumbuhan tanaman (Smith, 1980; Mosse, 1981).

Mikoriza Vesikula Arbuskula pada jaringan akar tanaman berpengaruh positif terhadap beberapa aspek fisiologis



tanaman inang. Pengaruh utama adalah meningkatnya pengambilan P dan kenaikan bobot kering tanaman pada tanah-tanah yang mempunyai P tersedia rendah (Mosse, 1981).

Peranan cendawan MVA yang khas terhadap serapan P tidak bisa dijadikan kaidah umum untuk menilai tanggap dari tanaman terhadap inokulasi dengan cendawan MVA. Pada beberapa keadaan ternyata inokulasi dengan cendawan MVA menyebabkan tanaman tumbuh jauh lebih baik dari pada tanaman yang tidak diinokulasi tetapi kebutuhan P-nya dicukupi melalui pemupukan. Hal ini menandakan bahwa kurang tepat menilai peranan cendawan MVA hanya dari segi sumbangan P yang diberikan pada tanaman, karena masih ada peranan lain yang tidak kalah penting bahkan beberapa peranan cendawan MVA masih samar-samar dan beberapa lagi belum diketahui (AVRDC, 1981).

Mikoriza Vesikula Arbuskula diketahui meningkatkan pula kandungan N, K, S, Zn, Cu, Si, dan anion-anion (Mosse, 1981). Disamping itu hubungan cendawan MVA dengan jasad renik lain dalam tanah juga tidak bisa diabaikan, karena secara bersama-sama keduanya membantu pertumbuhan tanaman.

Gerdemann dan Trappe (1974) mengklasifikasikan empat genus cendawan yang dapat membentuk MVA, yaitu *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, dan *Sclerocystis*.

Prinsip simbiosis antara tanaman dengan cendawan MVA adalah pemberian karbohidrat dari tanaman kepada cendawan



dan pemberian hara terutama hara fosfat dari cendawan kepada tanaman. Kebutuhan karbohidrat cendawan MVA dipenuhi oleh tanaman inang, sementara ini bentuk karbon dan perpindahannya belum diketahui secara jelas. Hasil fotosintesis yang berupa karbohidrat dari tanaman inang akan segera diubah menjadi senyawa spesifik yang tidak dapat digunakan lagi oleh tanaman. Mikoriza vesikula arbuskula menggunakan kira-kira 6 - 10 persen dari seluruh karbohidrat yang dihasilkan oleh tanaman (Menge, 1985).

Perkembangan spora cendawan mikoriza vesikula arbuskula pada umumnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya yaitu suhu, pH, dormansi, dan kematangan spora (Sylvia dan Schenck, 1983).

Disamping faktor disebutkan di atas, eksudat akar dan enzim juga berpengaruh terhadap terjadinya simbiosis. Eksudat akar menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan hifa, walaupun komponen penting dari eksudat akar yang dapat meningkatkan pertumbuhan hifa tersebut belum diketahui. Pertumbuhan hifa tidak akan menuju akar jika tidak ada pengaruh dari eksudat akar (Powell dalam Harley dan Smith, 1983). Menurut Klurden dan Brown dalam Cooke (1978), enzim mempunyai peranan penting dalam proses masuknya hifa ke dalam akar. Enzim yang berperan dalam hal ini ialah pektinase.

Pertumbuhan optimum bawang putih memerlukan suhu 20-25 °C pada ketinggian tempat 600 - 1000 meter di atas

permukaan laut. Sementara jenis bawang putih genjah dapat tumbuh dengan baik pada daerah berhari pendek, dimana matahari bersinar paling panjang 12 jam (Rismunandar, 1986).

Bawang putih dapat tumbuh pada berbagai tipe tanah, meskipun pada tanah yang ringan dan gembur yang bertekstur pasir atau lempung akan menghasilkan umbi bawang putih yang lebih baik dari pada tanah berat yang termasuk liat atau liat berlempung (Kusumo, 1984). Kemasaman tanah untuk bawang putih yang baik adalah antara pH 5.5 - 7.5 (Rismunandar, 1986).

Bawang merah membentuk umbi pada daerah dengan suhu udara rata-rata 22 °C dan membentuk umbi lebih besar jika ditanam pada daerah berhari panjang atau matahari bersinar lebih dari 12 jam. Di Indonesia bawang merah masih dapat tumbuh berumbi pada tempat sampai ketinggian 800 - 900 meter dengan kemasaman tanah pH 5.5 - 7 (Rismunandar, 1986).

Hama dan penyakit yang menyerang bawang putih dan bawang merah adalah: Cacing (nematoda), ulat tanah (*Agrotis interjectionis*), ulat daun (*Laphygma exigua*), gurem (*Thrips tabaci*), *Erwinia carotovora*, *Peronospora destructor*, *Botritis allii*, dan *Alternaria porii* (Rismunandar, 1986).



BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Percobaan

Percobaan dilaksanakan mulai Februari 1990 sampai dengan Oktober 1990 di laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB.

Analisis sifat kimia tanah dan jaringan tanaman dilaksanakan di laboratorium Rutin Mahasiswa Jurusan Tanah, dari Oktober sampai dengan Desember 1990.

Metode Percobaan

Tanah yang digunakan untuk percobaan studi perbanyakan inokulum spora berasal dari Jonggol, sedangkan untuk uji substitusi fosfat diambil dari Kebun Percobaan Sub Balai Penelitian Hortikultura Cipanas. Menurut Lembaga Penelitian Tanah (1966) tanah yang berada di daerah ini termasuk jenis Andosol.

Persiapan Medium Tanam

Tanah lapisan olah sedalam 0 - 20 cm dipisahkan, kemudian dikering udarakan, dihaluskan dan diayak dengan saringan berdiameter 2 mm. Selanjutnya tanah disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 1 jam. Untuk percobaan perbanyakan spora, digunakan tanah sejumlah 500 g/pot dan dicampur dengan pasir dalam perbandingan tanah : pasir sebesar 70 % : 30 %. Sedangkan untuk percobaan uji substitusi fosfat, digunakan tanah sejumlah



10

1 kg/pot dan masing-masing pot diberi pupuk dasar ZA dengan dosis 0.1190 g ZA/pot (50 kg N/ha), 0.2174 g Urea/pot (200 kg N/ha), dan 0.125 g KCl/pot (150 kg K₂O/ha).

Persiapan Inokulum dan Bibit Tanaman

Inokulum spora cendawan MVA (*Glomus* sp.) diperoleh dengan cara penyaringan basah (Gerdemann dan Nicolson, 1963) dari tanah yang berasal dari Jonggol. Kemudian spora yang diperoleh digunakan untuk studi perbanyakan inokulum, setelah berumur 3 bulan selanjutnya digunakan untuk uji substitusi fosfat.

Bahan tanaman yang digunakan adalah bawang merah (*Allium cepa* L.) varietas lokal dari Cipanas dan bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Hijau dari Sub Balai Penelitian Hortikultura Cipanas. Siung bawang merah dan bawang putih disterilkan dengan alkohol 95 % selama 5 menit, kemudian dibilas beberapa kali dengan air steril.

Inokulasi Spora

Studi perbanyakan inokulum. Siung bawang merah dan bawang putih dikecambahkan sampai mengeluarkan akar sepanjang 1 - 1.5 cm. Kemudian kecambah tersebut dipindahkan ke dalam medium tanam (1 siung/pot). Inokulasi dilakukan dengan menggunakan spora secara langsung ke akar pada saat penanaman (10 spora/pot).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Uji substitusi fosfat. Persiapan perkecambahan bawang putih dilakukan sama seperti pada studi perbanyakan inokulum. Inokulasi dilakukan dengan menempatkan spora pada medium tanam di bawah akar (100 - 200 spora/pot). Pemeliharaan tanaman dilakukan di dalam ruang tumbuh (*Growth chamber*) dengan intensitas cahaya sebesar 5500 luks, lama penyinaran 10 jam setiap hari, suhu 20 - 22 °C, dan kelembaban 70 - 90 %.

Alat yang digunakan untuk pemeliharaan bawang putih dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan susunan dan jarak tanam dapat dilihat pada Gambar 2.

Pewarnaan Akar

Untuk melihat infeksi MVA dilakukan pewarnaan akar dengan metode Koske dan Gemma (1989) (Lampiran 1). Potongan akar yang telah diwarnai, masing-masing berukuran 1 cm panjang diambil secara acak sebanyak 100 potong. Setiap potong akar diamati ada atau tidak adanya infeksi. Derajat infeksi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Derajat infeksi} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi}}{100} \times 100 \%$$





Gambar 1. Ruang Tumbuh yang Digunakan dalam Pemeliharaan Bawang Putih

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 2. Susunan dan Jarak Tanam Bawang Putih di dalam Ruang Tumbuh

Penghitungan Spora

Spora dihitung dengan menggunakan metode Smith dan Skipper (1979). Satu gram tanah lembab dicampur dengan 9.0 ml akuades dalam tabung reaksi. Kemudian tabung dikocok dan 1.0 ml suspensi tanah dipipet ke dalam kertas saring pada cawan Petri. Spora dihitung di bawah mikroskop stereo dalam keadaan basah atau kering udara.



Rancangan Percobaan

Studi perbanyakkan inokulum. Percobaan ini merupakan percobaan faktorial (2 x 2) dalam rancangan acak lengkap dengan 5 ulangan, sehingga diperlukan 20 satuan percobaan. Faktor pertama adalah perlakuan sterilitas medium (S), terdiri dari dua taraf yaitu medium steril (S₀) dan medium tidak steril (S₁). Faktor yang kedua adalah jenis inang (H), terdiri dari dua taraf yaitu bawang putih (H_w) dan bawang merah (H_r). Peubah yang diamati adalah jumlah spora dan derajat infeksi pada saat tanaman berumur 90 hari. Model linier aditifnya adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = U + S_i + H_j + (SH)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada perlakuan sterilitas medium ke-i, jenis bawang ke-j, dan ulangan ke-k

U = Nilai rata-rata umum

S_i = Pengaruh perlakuan sterilitas medium ke-i

H_j = Pengaruh jenis bawang ke-j

$(SH)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara perlakuan sterilitas medium ke-i dengan jenis bawang ke-j

E_{ijk} = Pengaruh galat pada sterilitas medium ke-i, jenis bawang ke-j, dan ulangan ke-k

dimana: $i = 1, \text{ dan } 2$
 $j = 1, \text{ dan } 2$
 $k = 1, 2, 3, 4, \text{ dan } 5$

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Uji substitusi fosfat. Percobaan ini merupakan percobaan faktorial (2 x 2 x 3) dalam rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan, sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Faktor pertama adalah perlakuan sterilitas medium (S), terdiri dari dua taraf yaitu medium steril (S_0) dan medium tidak steril (S_1). Faktor yang kedua adalah inokulasi (I) dengan dua taraf yaitu diinokulasi (I_1) dan tidak diinokulasi (I_0). Faktor yang ketiga adalah pemupukan (P) dengan pupuk TSP yang terdiri dari tiga taraf yaitu tanpa pupuk TSP (P_0), 0.0978 g TSP/pot (90 kg P_2O_5 /ha) (P_1), dan 0.1957 g TSP/pot (180 kg P_2O_5 /ha) (P_2). Peubah yang diamati adalah bobot basah dan bobot kering, serta tinggi tanaman pada saat panen, kandungan P tersedia pada tanah setelah percobaan, dan kandungan P jaringan tanaman, serta substitusi fosfat yang terjadi. Tanaman dipanen pada umur 90 hari. Model linier aditifnya adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = U + S_i + I_j + P_k + (SI)_{ij} + (SP)_{ik} + (IP)_{jk} + (SIP)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Nilai pengamatan pada perlakuan sterilitas medium ke-i, inokulasi ke-j, taraf pemupukan ke-k dan ulangan ke-l

U = Nilai rata-rata umum

S_i = Pengaruh perlakuan sterilitas medium ke-i

I_j = Pengaruh inokulasi ke-j

P_k = Pengaruh taraf pemupukan ke-k



- (SI)_{ij} = Pengaruh interaksi antara perlakuan sterilitas medium ke-i dengan inokulasi ke-j
- (SP)_{ik} = Pengaruh interaksi antara sterilitas medium ke-i dengan taraf pemupukan ke-k
- (IP)_{jk} = Pengaruh interaksi antara inokulasi ke-j dengan taraf pemupukan ke-k
- (SIP)_{ijk} = Pengaruh interaksi antara sterilitas medium ke-i, inokulasi ke-j, dan taraf pemupukan ke-k
- E_{ijkl} = Pengaruh galat pada sterilitas medium ke-i, inokulasi ke-j, taraf pemupukan ke-k, dan ulangan ke-l
- dimana: i = 1, dan 2
 j = 1, dan 2
 k = 1, 2, dan 3
 l = 1, 2, dan 3



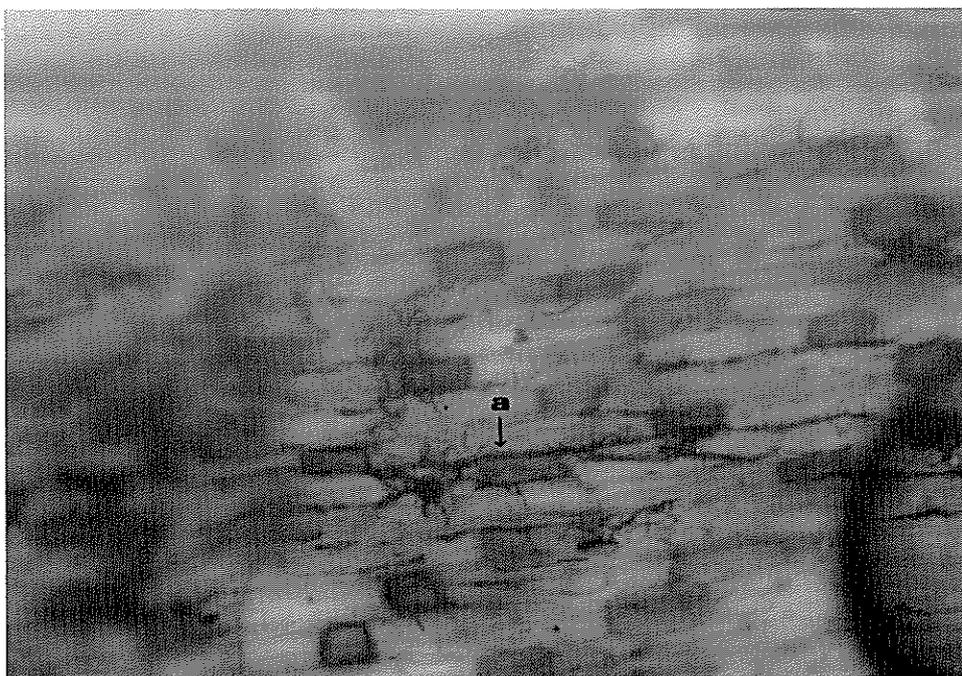
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi Perbanyak Inokulum Spora Cendawan MVA

Pada percobaan ini pengamatan dilakukan hanya sampai tanaman berumur 60 hari, disebabkan kondisi tanaman tidak memungkinkan untuk penelitian lebih lanjut. Pada umur ini telah terjadi infeksi, tetapi belum dihasilkan spora (Gambar 3 dan 4). Menurut Mosse (1981) spora dapat diperbanyak melalui tanaman inang, dan dapat diproduksi dalam waktu empat sampai enam bulan.



Gambar 3. Infeksi Cendawan MVA pada Akar Bawang Putih : a. Hifa Internal (perbesaran 100 x)



Gambar 4. Infeksi Cendawan MVA pada Akar Bawang Merah : a. Hifa Internal (perbesaran 100 x)

Derajat infeksi sangat berbeda nyata dipengaruhi oleh sterilitas medium dan jenis inang (Tabel 2 dan 3). Sementara itu interaksi antara sterilitas medium dengan jenis inang tidak berbeda nyata. Data rata-rata derajat infeksi pada perlakuan sterilitas medium dan tanaman tercantum dalam Tabel 4, sedangkan daftar sidik ragam dari derajat infeksi dapat dilihat pada Tabel Lampiran 2.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel 2. Pengaruh Sterilitas Medium Terhadap Derajat Infeksi Spora Cendawan MVA

Perlakuan	Derajat infeksi (%)
Medium steril	67.20 a
Medium tidak steril	77.60 b

Keterangan : angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 1 %

Tabel 3. Pengaruh Jenis Inang Terhadap Derajat Infeksi Spora Cendawan MVA

Perlakuan	Derajat infeksi (%)
Bawang putih	62.20 a
Bawang merah	82.60 b

Keterangan: angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 1 %

Tabel 4. Rata-rata Derajat Infeksi pada Perlakuan Sterilitas Medium dan Jenis Inang

Perlakuan	Derajat infeksi (%)
S_0H_w	60.20
S_1H_w	64.20
S_0H_r	74.20
S_1H_r	91.00

S_0 = medium steril, S_1 = medium tidak steril
 H_w = bawang putih, H_r = bawang merah

Menurut Grierson (1989) tanah dari Jonggol ini termasuk jenis Mollisol. Kandungan Mangan (Mn) dan besi (Fe) yang sangat tinggi pada tanah Mollisol mempengaruhi fiksasi fosfat sehingga mengakibatkan nilai P-tersedia menjadi rendah (3 ppm). Sedangkan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang sangat tinggi disebabkan oleh kandungan bahan organik tinggi (Soepardi, 1983) menyebabkan tanah lebih mudah untuk melepaskan unsur hara yang teradsorpsi ke dalam larutan tanah. Nilai selengkapnya dari sifat-sifat tanah Jonggol sebelum percobaan disajikan pada Tabel 5.

Pada keadaan medium tidak steril derajat infeksi lebih besar dibandingkan pada keadaan medium steril. Hal ini dapat dihubungkan dengan adanya unsur hara toksik yang ada di dalam tanah sebagai akibat sterilisasi tanah. Menurut Salonijs, Robinson, dan Case (1967), dan Rovira (1976) sterilisasi tanah dengan autoklaf mengakibatkan terlepasnya unsur hara toksik ke dalam tanah, yang kemudian menghambat infeksi oleh spora cendawan MVA.

Mosse (1981) berpendapat bahwa salah satu keefektifan simbiosis mikoriza dipengaruhi oleh jenis tanaman yang akan diinfeksi olehnya. Hal ini terlihat pada pengaruh jenis inang terhadap derajat infeksi yang ternyata pada bawang merah adalah lebih besar dibandingkan dengan bawang putih. Kesimpulan sementara dari fenomena ini adalah bahwa spora cendawan MVA yang diberikan ternyata lebih cocok pada bawang merah daripada terhadap bawang putih.



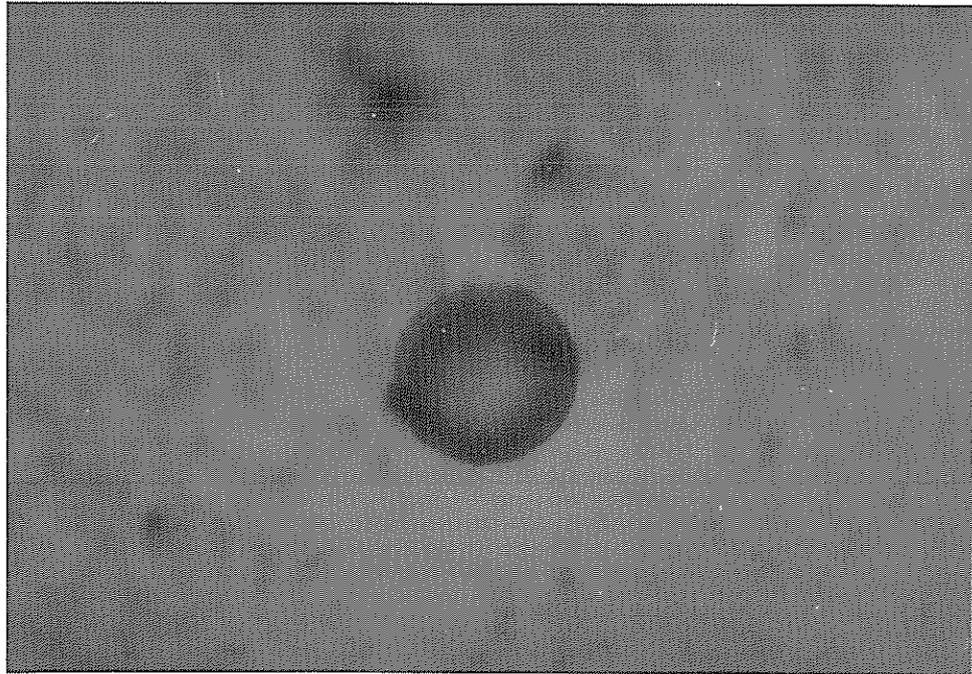
Tabel 5. Sifat-sifat Tanah dari Jonggol yang digunakan untuk Percobaan Studi Perbanyakan Inokulum Spora Cendawan MVA

Komponen	Satuan	Besaran
pH		6.1
Alumunium (Al)	ppm	1.0
Bahan organik	%	3.2
Unsur Makro		
Nitrogen (N)	ppm	0.7
Phosfor (P)	ppm	3.0
Kalium (K)	ppm	230.0
Kalsium (Ca)	ppm	9600.0
Magnesium (Mg)	ppm	340.0
Sulfur (S)	ppm	4.0
Unsur Mikro		
Besi (Fe)	ppm	56.0
Tembaga (Cu)	ppm	2.0
Seng (Zn)	ppm	0.8
Mangan (Mn)	ppm	94.0
Boron (B)	ppm	1.4
Molibdenum (Mo)	ppm	0.02
Salinitas tanah		
Natrium (Na)	ppm	16.0
Chlor (Cl)	ppm	10.0
Total garam terlarut	ppm	200.0
Pertukaran kation	me/100 g	51.4
Sodium	me/100 g	0.1
Kalium	me/100 g	1.1
Kalsium	me/100 g	93.2
Magnesium	me/100 g	5.5
Nisbah Ca/Mg		16.9
KTK Alumunium	me/100 g	0.1

Sumber: Grierson (1989)

Uji Substitusi Fosfat pada Bawang Putih

Berhubung pada percobaan studi perbanyak inokulum tidak dihasilkan spora, maka untuk percobaan ini digunakan spora yang diperoleh dari laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan IPB. Sementara itu bawang putih dipanen pada umur 45 hari disebabkan oleh kondisi yang tidak memungkinkan untuk penelitian lebih lanjut. Bentuk spora yang digunakan sebagai inokulum diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Morfologi Spora *Glomus* sp. yang Digunakan pada Percobaan Uji Substitusi Fosfat (perbesaran 200 x)



Pada umur panen dilakukan pengamatan terhadap bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, kandungan P dalam jaringan tanaman (daun), dan substitusi fosfat yang terjadi. Rata-rata bobot kering dan bobot basah tanaman bawang putih dapat dilihat pada Tabel 6, sedangkan rata-rata kandungan P jaringan tanaman bawang putih pada Tabel 7. Metode penghitungan substitusi fosfat tercantum pada Lampiran 2.

Meskipun ketiga faktor perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan P jaringan tanaman, demikian juga dengan interaksinya, namun faktor sterilitas medium berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering. Sterilitas medium berpengaruh tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 3, 4, 5, dan 6 minggu. Sementara inokulasi pengaruhnya nyata terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman tanaman pada umur 6 minggu. Kemudian inokulasi juga berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 3, 4, 5, dan 6 minggu. Interaksi antara inokulasi dengan pemupukan nyata pada tinggi tanaman umur 3, 4, dan 5 minggu, dan tidak nyata pada umur 6 minggu. Daftar sidik ragam dari bobot basah dan bobot kering tanaman tanaman disajikan pada Tabel Lampiran 3 dan 4, sementara daftar sidik ragam dari tinggi tanaman (umur 3, 4, 5, dan 6 minggu) dan kandungan P jaringan dapat dilihat pada Tabel Lampiran 5, 6, 7, 8, dan 12.



Menurut Lembaga Penelitian Tanah (1966) tanah yang digunakan pada percobaan ini termasuk jenis Andosol, dengan sifat-sifat seperti tercantum dalam Tabel 8. Salah satu sifat dari Andosol adalah kemampuannya memfiksasi fosfat dalam jumlah besar. Hal ini terlihat dari hasil analisis pendahuluan yang menunjukkan nilai P-tersedia rendah. Ketersediaan P yang rendah ini dipengaruhi juga oleh kemasaman tanah. Menurut Soegiman (1982) senyawa besi (Fe), aluminium (Al), dan mangan (Mn) biasanya dapat larut pada tanah mineral sangat masam. Segera akan terjadi reaksi dengan ion H_2PO_4 yang mengubah fosfor menjadi tidak dapat larut dan juga tidak tersedia bagi tanaman. Berdasarkan hal tersebut pada perlakuan pemupukan pengaruhnya kemudian tidak berbeda nyata terhadap peubah yang diamati, disebabkan pupuk yang diberikan akan diserap terlebih dahulu dan kemudian menjadi kurang tersedia hingga tidak tersedia bagi tanaman. Hasil analisis tanah setelah percobaan juga menunjukkan nilai P-tersedia yang rendah (Tabel 8).

Hasil analisis tekstur menunjukkan bahwa fraksi pasir merupakan fraksi yang dominan kemudian diikuti oleh fraksi debu dan liat. Berdasarkan proporsi ketiga fraksi tersebut maka tekstur tanah ini termasuk dalam kelas lempung berpasir (Soepardi, 1983).



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel 6. Rata-rata Bobot Kering dan Bobot Basah Bawang Putih Umur 6 Minggu

Perlakuan	Bobot (g)	
	basah	kering
$S_0 I_1 P_0$	3.072	0.3983
$S_0 I_1 P_1$	3.268	0.4228
$S_0 I_1 P_2$	3.155	0.4203
$S_0 I_0 P_0$	3.015	0.3933
$S_0 I_0 P_1$	3.098	0.4100
$S_0 I_0 P_2$	2.995	0.3503
$S_1 I_1 P_0$	3.717	0.4667
$S_1 I_1 P_1$	4.170	0.5223
$S_1 I_1 P_2$	2.897	0.3770
$S_1 I_0 P_0$	3.430	0.3883
$S_1 I_0 P_1$	3.997	0.4963
$S_1 I_0 P_2$	3.590	0.4533

S_0 = medium steril, S_1 = medium tidak steril,
 I_0 = tidak diinokulasi, I_1 = diinokulasi,
 P_0 = tanpa pemupukan P, P_1 = pemupukan 90 kg P_2O_5 /ha,
 P_2 = pemupukan 180 kg P_2O_5 /ha

Tabel 7. Rata-rata P tersedia dalam Tanah dan Kandungan P-jaringan Tanaman Bawang Putih Setelah Percobaan

Perlakuan	P-Tersedia (ppm)	P-Jaringan (%)
S ₀ I ₁ P ₀	18.20	0.497
S ₀ I ₁ P ₁	17.47	0.473
S ₀ I ₁ P ₂	18.37	0.430
S ₀ I ₀ P ₀	18.17	0.477
S ₀ I ₀ P ₁	18.50	0.403
S ₀ I ₀ P ₂	20.17	0.490
S ₁ I ₁ P ₀	16.57	0.447
S ₁ I ₁ P ₁	18.90	0.433
S ₁ I ₁ P ₂	18.30	0.377
S ₁ I ₀ P ₀	18.00	0.493
S ₁ I ₀ P ₁	17.50	0.467
S ₁ I ₀ P ₂	19.37	0.387

S₀ = medium steril, S₁ = medium tidak steril,
 I₀ = tidak diinokulasi, I₁ = diinokulasi,
 P₀ = tanpa pemupukan P, P₁ = pemupukan 90 kg P₂O₅/ha,
 P₂ = pemupukan 180 kg P₂O₅/ha



Tabel 8. Sifat-sifat Tanah Andosol dari Cipanas yang Digunakan untuk Percobaan Uji Substitusi Fosfat

Komponen	Satuan	Besaran
pH 1 : 1		
H ₂ O		4.90
KCl		3.70
C-organik	%	3.59
N-total	%	0.36
P-tersedia	ppm	14.70
Basa dapat ditukar	me/100 g	
Ca		5.53
Mg		3.23
K		0.18
Na		0.15
KTK	me/100 g	33.40
Alumunium	me/100 g	0.51
Hidrogen	me/100 g	0.25
Tekstur	%	
Pasir		61.33
Debu		25.93
Liat		12.74

Sumber: Analisis laboratorium rutin Jurusan Tanah Faperta-IPB (1990).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Bobot Tanaman (daun)

Bobot basah dan bobot kering tanaman (daun) sangat berbeda nyata dipengaruhi oleh sterilitas medium dan inokulasi (Tabel 9 dan 10).

Tabel 9. Pengaruh Sterilitas Medium terhadap Bobot Basah dan Bobot Kering Bawang Putih

Perlakuan	Bobot	
	basah	kering
Medium steril	3.101 a	0.3992 a
Medium tidak steril	3.634 b	0.4507 b

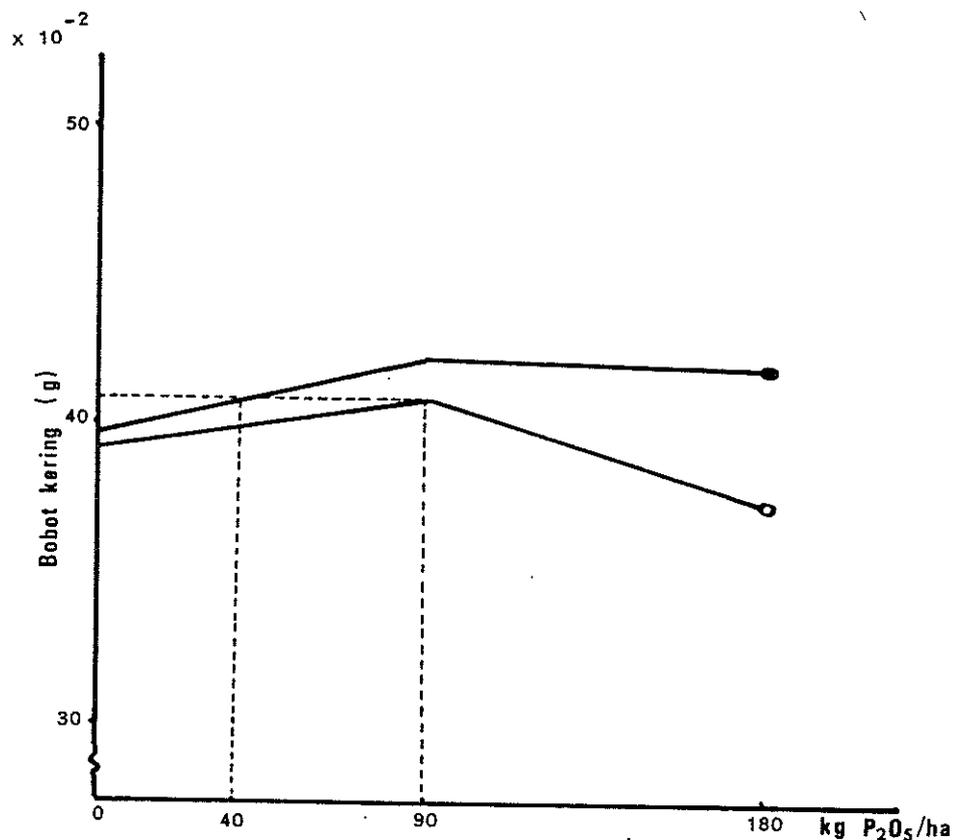
Keterangan: angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 1 % untuk bobot kering dan pada taraf 5 % untuk bobot basah

Tabel 10. Pengaruh Inokulasi Terhadap Bobot Basah dan Bobot Kering Bawang Putih

Perlakuan	Bobot	
	basah	kering
Diinokulasi	3.380 a	0.4346 a
Tidak diinokulasi	3.354 b	0.4153 b

Keterangan : angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 1 %

Medium steril. Pada medium steril tanaman yang diinokulasi dengan spora Mikoriza Vesikula Arbuskula bobot keringnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi (Gambar 6).

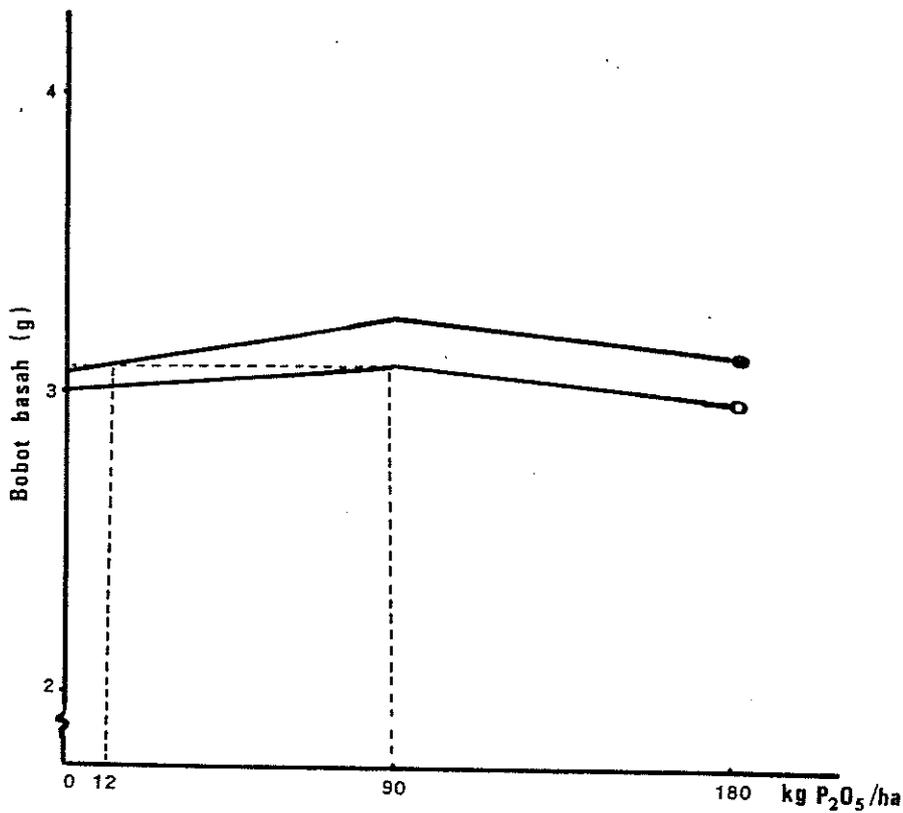


Gambar 6. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril terhadap Bobot Kering Bawang Putih
 (—●—) diinokulasi
 (—○—) tidak diinokulasi

Bobot kering juga meningkat dengan adanya pemupukan fosfat, yang mencapai titik optimum pertumbuhan pada penambahan fosfat sebesar 90 kg P₂O₅/ha. Pemupukan fosfat yang lebih tinggi dari 90 kg P₂O₅/ha akan mengakibatkan



penurunan bobot kering. Berdasarkan kurva daya tanggap untuk bobot kering (Gambar 6) diperoleh substitusi fosfat sebesar 55,55 % atau 50 kg fosfat dalam kombinasi antara pemupukan dengan inokulasi.



Gambar 7. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril terhadap Bobot basah Bawang Putih
 (—●—) diinokulasi
 (---○---) tidak diinokulasi

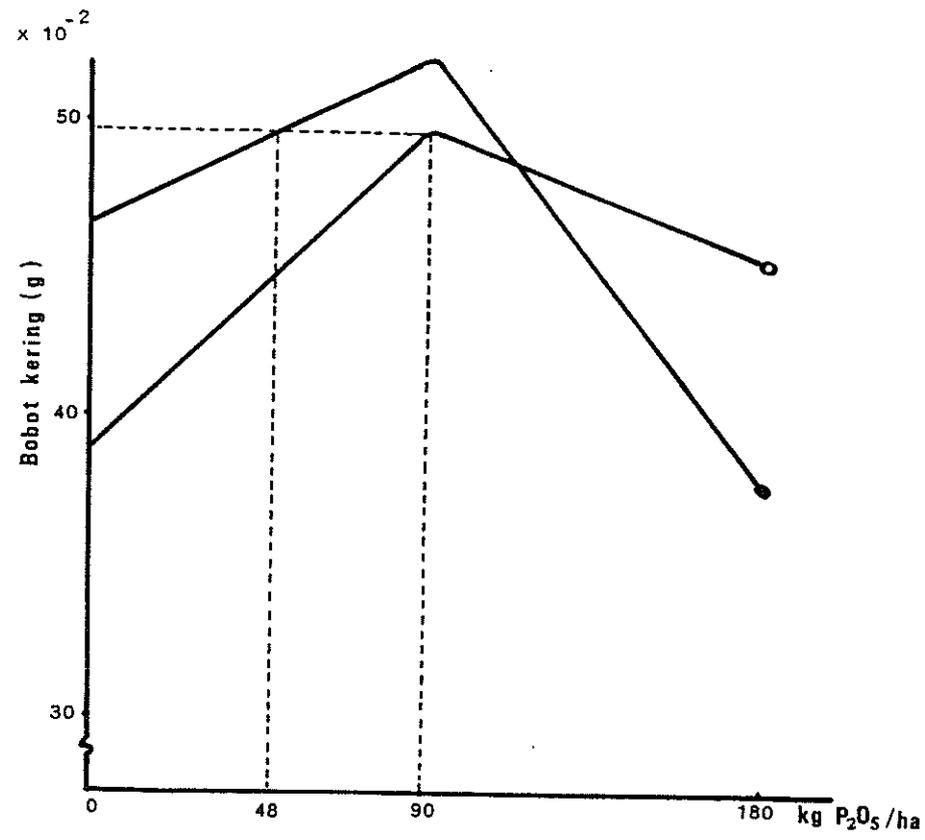
Seperti halnya dengan bobot kering, pada medium steril ini bobot basah juga lebih tinggi pada tanaman yang diinokulasi (Gambar 7).

Titik optimum untuk pertumbuhan tercapai pada taraf pemupukan 90 kg P_2O_5 /ha. Sementara itu pada tanaman yang diinokulasi bobot basahnya menurun dengan adanya pemupukan fosfat yang lebih besar dari 90 kg P_2O_5 /ha. Berdasarkan kurva daya tanggap yang terdapat pada Gambar 7, substitusi fosfat yang terjadi adalah sebesar 86,67 % atau 78 kg fosfat dalam kombinasi pemupukan dan inokulasi.

Medium Tidak Steril. Pada medium tidak steril juga terjadi peningkatan bobot kering dengan adanya inokulasi. Kombinasi antara pemupukan dan inokulasi memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan pemupukan tanpa inokulasi. Titik otimum pertumbuhan tercapai pada pemupukan fosfat sebesar 90 kg P_2O_5 /ha. Penurunan bobot kering terjadi jika tanaman yang diinokulasi diberi pupuk fosfat lebih besar dari 90 kg P_2O_5 /ha. Berdasarkan kurva daya tanggap, substitusi yang terjadi adalah sebesar 46,67 % atau 42 kg fosfat dalam kombinasi pemupukan dan inokulasi (Gambar 8).



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

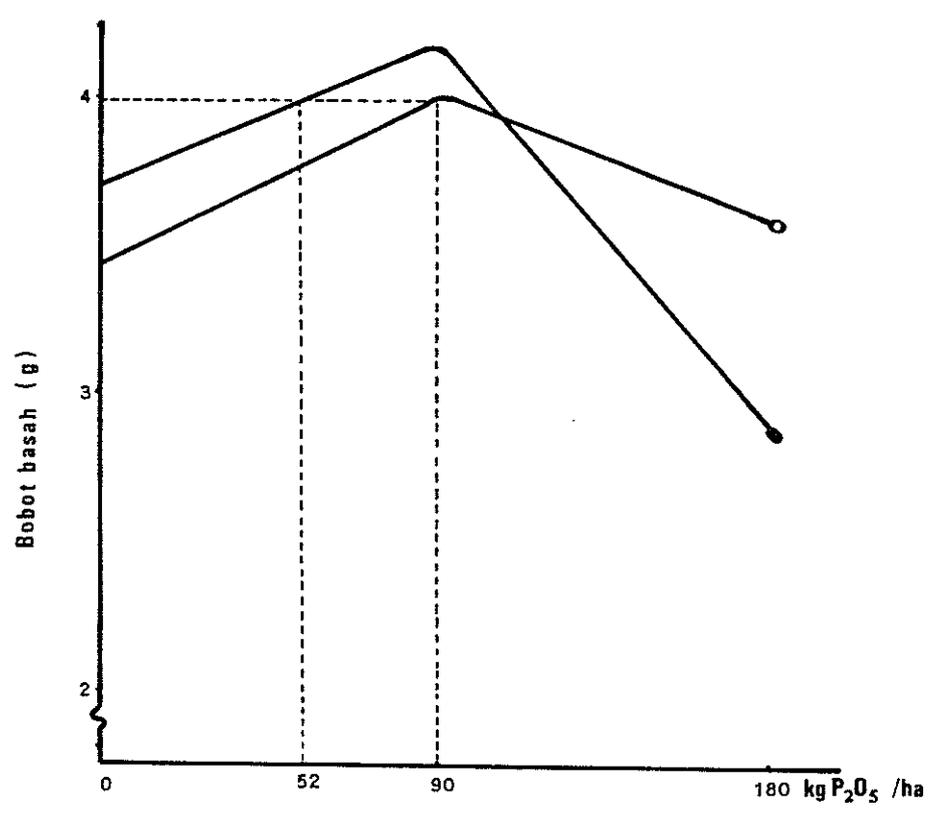


Gambar 8. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril terhadap Bobot kering Bawang Putih
(●) diinokulasi
(○) tidak diinokulasi

Demikian juga dengan bobot basah, pada medium tidak steril terjadi peningkatan dengan adanya inokulasi. Kombinasi pemupukan dengan inokulasi memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanpa adanya inokulasi, yang mencapai titik optimum pertumbuhan pada pemupukan fosfat sebesar 90 kg P₂O₅/ha (Gambar 9).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penurunan bobot akan terjadi jika pada tanaman yang diinokulasi dilakukan pemupukan fosfat lebih tinggi dari 90 kg P_2O_5 /ha. Berdasarkan kurva daya tanggap, maka substitusi fosfat yang terjadi adalah sebesar 42,22 % atau 38 kg fosfat dalam pemupukan dan inokulasi (Gambar 9).



Gambar 9. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril terhadap Bobot Basah Tanaman Bawang Putih
 (—●—) diinokulasi
 (—○—) tidak diinokulasi

Bobot basah dan bobot kering tanaman yang diinokulasi lebih tinggi daripada tanaman yang tidak diinokulasi pada taraf tanpa pemupukan TSP. Hal ini menunjukkan bahwa pada kandungan P-tersedia tanah sebesar 14.7 ppm (hasil analisis pendahuluan), kegiatan cendawan MVA sudah memberikan pengaruh terhadap peningkatan bobot basah dan bobot kering tanaman.

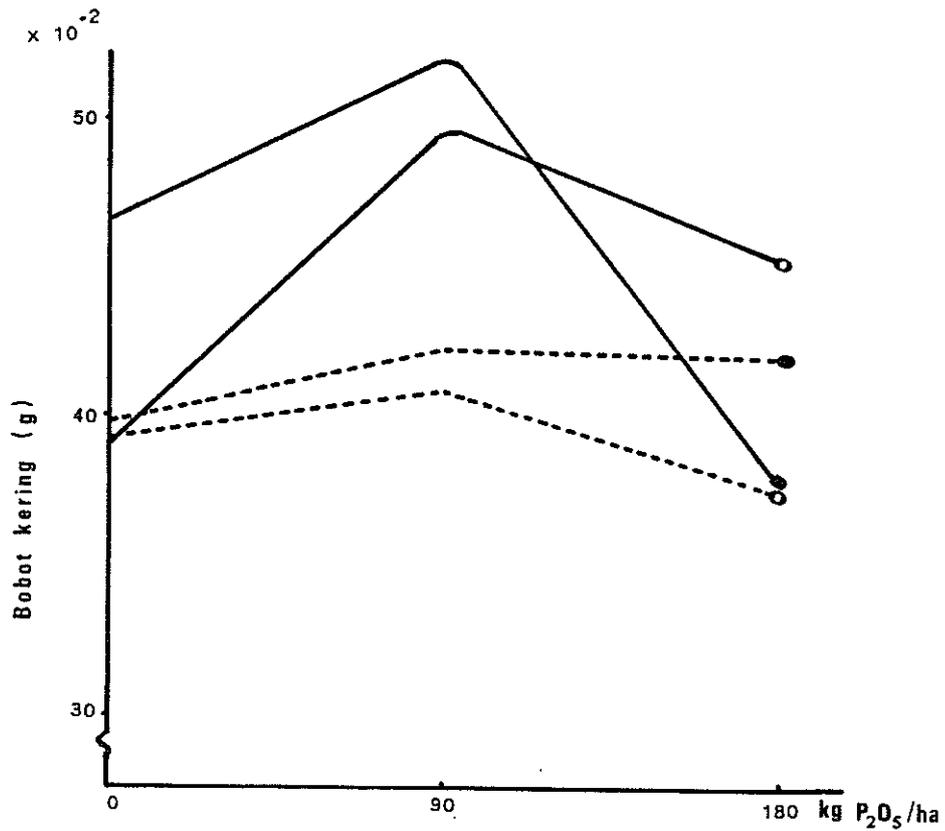
Titik optimum pertumbuhan pada tanaman yang diinokulasi mencapai puncaknya pada pemupukan fosfat sebesar 90 kg P_2O_5 /ha. Pemupukan fosfat yang lebih tinggi lagi akan menurunkan bobot kering dan bobot basah tanaman. Pendapat ini sejalan dengan Lambert, Baker, dan Cole Jr (1979) yang menyatakan bahwa pemberian unsur hara yang melebihi dari yang diperlukan untuk mengatasi gejala kahat P, dapat mendorong ke kahat mikro, dan pertumbuhan MVA dapat terhambat kemudian pada akhirnya pertumbuhan tanaman juga menjadi lambat.

Hasil penelitian terlihat bahwa pada medium tidak steril kurva daya tanggap kombinasi pemupukan fosfat dengan inokulasi lebih tajam kemiringannya dibandingkan pada medium steril (Gambar 10 dan 11).



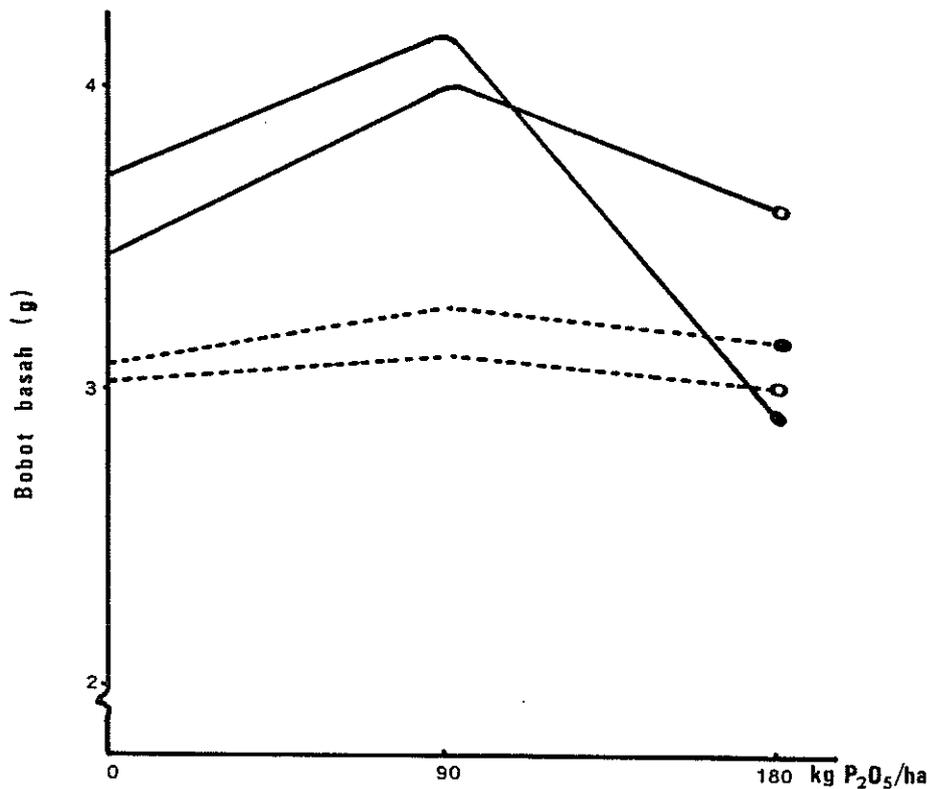
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 10. Perbandingan Kurva Daya Tanggap Kombinasi Pemupukan dan Inokulasi Pada Medium Steril dan Tidak Steril Terhadap Bobot Kering Bawang Putih

- (- - - ●) diinokulasi pada medium steril
- (- - - ○) tidak diinokulasi pada medium steril
- (— ●) diinokulasi pada medium tidak steril
- (— ○) tidak diinokulasi pada medium tidak steril



Gambar 11. Perbandingan Kurva Daya Tanggap Kombinasi Pemupukan dan Inokulasi Pada Medium Steril dan Tidak Steril Terhadap Bobot Basah Bawang Putih
 (-----●) diinokulasi pada medium steril
 (-----○) tidak diinokulasi pada medium steril
 (————●) diinokulasi pada medium tidak steril
 (————○) tidak diinokulasi pada medium tidak steril

Kemiringan yang lebih tajam pada kurva daya tanggap tanaman yang diinokulasi pada medium tidak steril diduga disebabkan mungkin oleh pengaruh sterilisasi kemudian mengurangi populasi mikroorganisme baik yang membantu melarutkan fosfat maupun yang melakukan dekomposisi bahan

organik tanah (Soegiman,1982). Populasi yang rendah dari mikroorganisme ini pada medium steril menyebabkan penambahan fosfat di atas 90 kg P_2O_5 /ha, menjadi sedikit dapat dilarutkan sehingga kelebihan senyawa fosfat yang dibutuhkan oleh tanaman menjadi tidak begitu banyak, kemudian sedikit berpengaruh terhadap penurunan pertumbuhan. Sementara itu pada medium tidak steril, populasi mikroorganisme pengurai fosfat masih banyak terdapat sehingga pada pemupukan fosfat lebih dari 90 kg P_2O_5 /ha, lebih banyak juga fosfat yang tersedia. Hal ini berpengaruh besar terhadap penurunan pertumbuhan tanaman yang sudah mencapai titik optimumnya pada taraf 90 kg P_2O_5 /ha.

Peningkatan bobot basah maupun bobot kering pada medium tidak steril lebih tinggi dibandingkan pada medium steril. Keadaan ini diduga bahwa spora cendawan MVA *indigenous* lebih cocok dengan bawang putih mengingat tanah yang digunakan untuk percobaan ini diambil dari perkebunan bawang putih. Kabirun (1990) berpendapat bahwa pada percobaan di lapangan yang tanahnya disterilkan, sering dijumpai tanaman menjadi kerdil. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh sterilisasi tanah yang dapat mematikan MVA *indigenous*, sehingga tanaman kekurangan unsur tertentu. Inokulasi dengan MVA sering dapat mengatasi kekerdilan dan mengurangi masukan pupuk. Berdasarkan pH tanah percobaan yang rendah (4.9) maka mikroorganisme dominan yang terdapat dalam tanah adalah cendawan, termasuk cendawan MVA,



karena pada pH asam cendawan berkembang lebih baik dibandingkan bakteri atau aktinomisetes (Soepardi, 1982).

Inokulasi spora memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap bobot tanaman. Pada tanaman yang diinokulasi bobotnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena cendawan MVA pada akar tanaman berpengaruh positif terhadap beberapa aspek fisiologis tanaman inang. Pengaruh utama adalah meningkatkan pengambilan P dan menaikkan bobot kering tanaman terutama pada tanah-tanah yang mempunyai P-tersedia rendah (Ojala, Jarrel, Menge, dan Johnson, 1982; Sanders dan Seikh, 1983). Disamping berpengaruh terhadap nutrisi fosfat, penyerapan air dan unsur mikro, produksi hormon, fiksasi Nitrogen, dan ketahanan terhadap penyakit akar juga meningkat (Gianinazzi - Pearson, dan Gianinazzi, 1983). Asosiasi antara cendawan MVA dan tanaman inang juga mengakibatkan terpenuhinya kebutuhan akan hasil fotosintesis (Bethlenfalvay, Brown, dan Pacovsky, 1982).

Tinggi Tanaman

Pada percobaan ini sterilitas medium tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (umur 3, 4, 5, dan 6 minggu), sedangkan inokulasi berpengaruh sangat nyata. Data rata-rata tinggi tanaman pada berbagai umur disajikan pada Tabel 11.



Tabel 11. Rata-rata Tinggi Bawang Putih pada Berbagai Umur

Perlakuan	Umur tanaman (minggu)			
	3	4	5	6
.....cm.....				
S ₀ I ₁ P ₀	26.35	32.07	39.67	42.53
S ₀ I ₁ P ₁	27.83	37.83	42.30	45.37
S ₀ I ₁ P ₂	30.67	38.67	42.00	45.50
S ₀ I ₀ P ₀	34.67	40.33	45.33	49.17
S ₀ I ₀ P ₁	28.83	36.67	44.00	47.03
S ₀ I ₀ P ₂	29.67	39.17	41.00	50.30
S ₁ I ₁ P ₀	21.17	27.83	38.00	44.00
S ₁ I ₁ P ₁	27.33	34.67	41.37	45.23
S ₁ I ₁ P ₂	29.67	39.50	43.00	46.00
S ₁ I ₀ P ₀	36.17	41.83	48.83	50.50
S ₁ I ₀ P ₁	30.83	40.67	46.00	51.60
S ₁ I ₀ P ₂	30.83	33.67	42.67	46.03

S₀ = medium steril, S₁ = medium tidak steril,
 I₀ = tidak diinokulasi, I₁ = diinokulasi,
 P₀ = tanpa pemupukan P, P₁ = pemupukan 90 kg P₂O₅/ha,
 P₂ = pemupukan 180 kg P₂O₅/ha



Pengaruh inokulasi terhadap tinggi tanaman (umur 3, 4, 5, dan 6 minggu) dapat dilihat pada Tabel 12 dan 13, 14, dan 15.

Tabel 12. Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
Diinokulasi	31.83 a
Tidak diinokulasi	27.17 b

Keterangan: angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 5 %

Tabel 13. Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
Diinokulasi	38.72 a
Tidak diinokulasi	35.09 b

Keterangan: angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 1 %

Tabel 14. Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
Diinokulasi	44.86 a
Tidak diinokulasi	40.67 b

Keterangan: angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 1 %

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

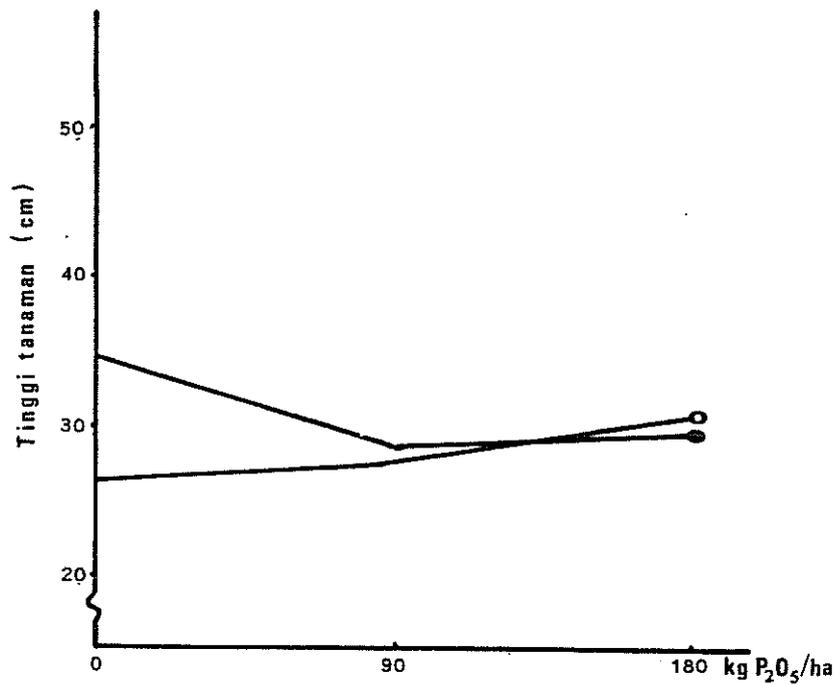
Tabel 15. Pengaruh Inokulasi Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)
Diinokulasi	49.05 a
Tidak diinokulasi	44.77 b

Keterangan: angka-angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNT pada taraf 1 %

Medium steril. Pengaruh inokulasi terhadap tinggi tanaman pada medium steril sudah terlihat pada umur 3 minggu (Gambar 12). Pada taraf tanpa pemupukan, tanaman yang diinokulasi lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi. Pada penambahan fosfat yang lebih tinggi, pertumbuhan tanaman yang diinokulasi menurun, sedangkan tanaman yang tidak diinokulasi meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur 3 minggu kebutuhan tanaman akan fosfat pada medium tidak diinokulasi terpenuhi oleh adanya asosiasi dengan mikoriza. Penambahan fosfat pada kondisi seperti ini justru akan menurunkan pertumbuhan tanaman (Lambert, Baker, dan Cole Jr., 1979). Pada tanaman yang tidak diinokulasi tingginya meningkat sejalan dengan penambahan fosfat. Pada perlakuan tanpa pupuk (P_0) pertumbuhan tanaman yang tidak diinokulasi kurang baik karena jumlah P yang mendukung metabolisme pertumbuhan jauh tidak terpenuhi. Akibat dari kahat P ini pertumbuhan tanaman menjadi terganggu, dan tanaman menjadi tidak mampu menyerap unsur lain (Soepardi, 1983).

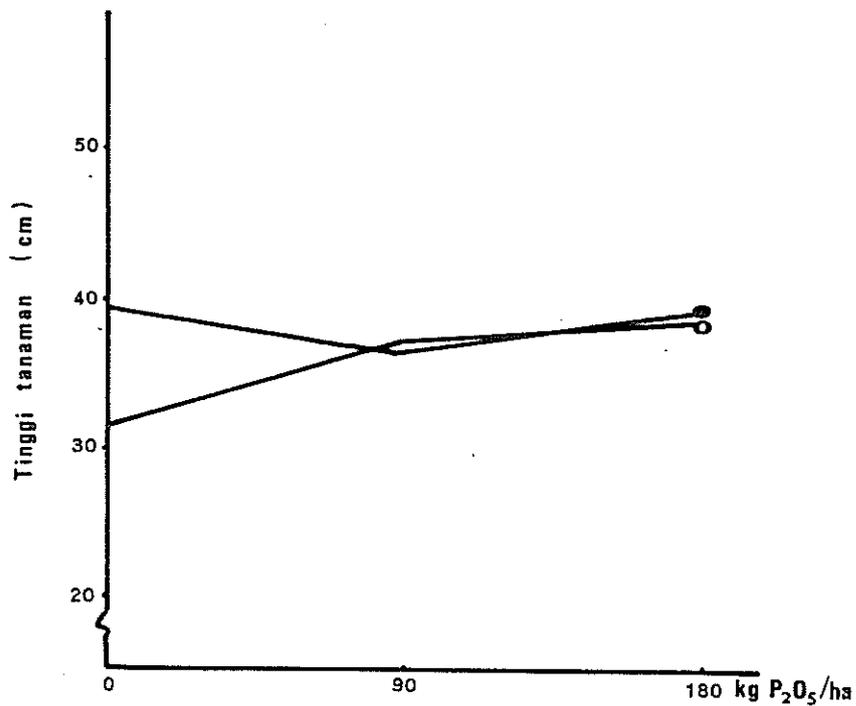




Gambar 12. Pengaruh Inokulasi dan Penambahan Fosfat pada Medium Steril terhadap Tinggi Bawang Putih umur 3 minggu.
 (—●—) diinokulasi
 (---○---) tidak diinokulasi

Pada umur 4 minggu inokulasi dan penambahan fosfat masih menunjukkan pengaruh pada tinggi tanaman. Tinggi tanaman yang diinokulasi menurun dengan adanya penambahan fosfat 90 kg P₂O₅/ha, meskipun pada penambahan 180 kg P/ha terlihat adanya peningkatan, tetapi masih lebih rendah dari tinggi tanaman tanpa pemupukan fosfat yang berasosiasi dengan cendawan MVA. Sementara itu tanaman yang tidak

diinokulasi tingginya meningkat sejalan dengan meningkatnya penambahan fosfat. Pertumbuhan tinggi tanaman pada umur 4 minggu dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh Inokulasi dan Penambahan Fosfat pada Medium Steril terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu.

(—●—) diinokulasi,
(—○—) tidak diinokulasi



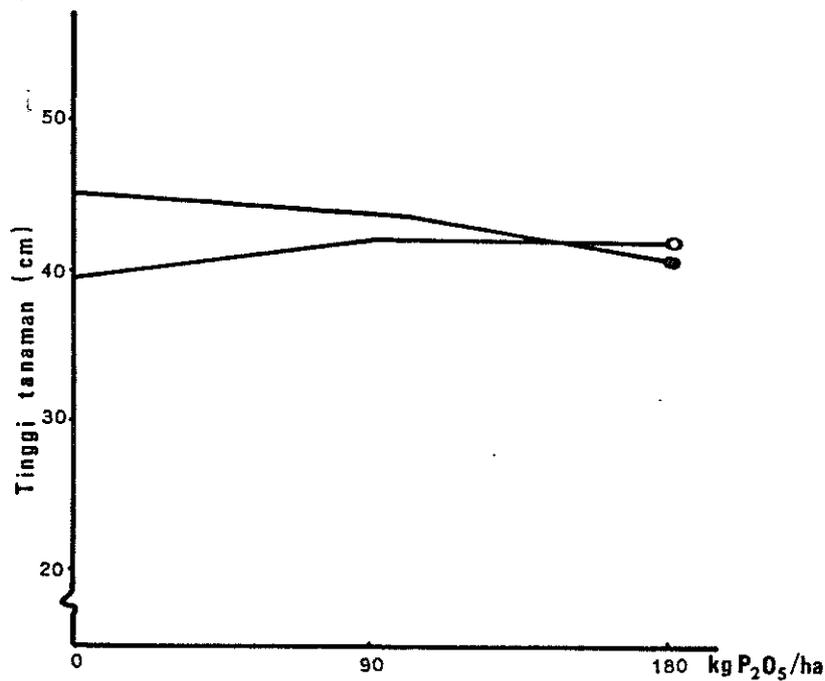
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pada umur 5 minggu tanaman yang diinokulasi lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi, pada keadaan tanpa adanya pemupukan fosfat (Gambar 14).



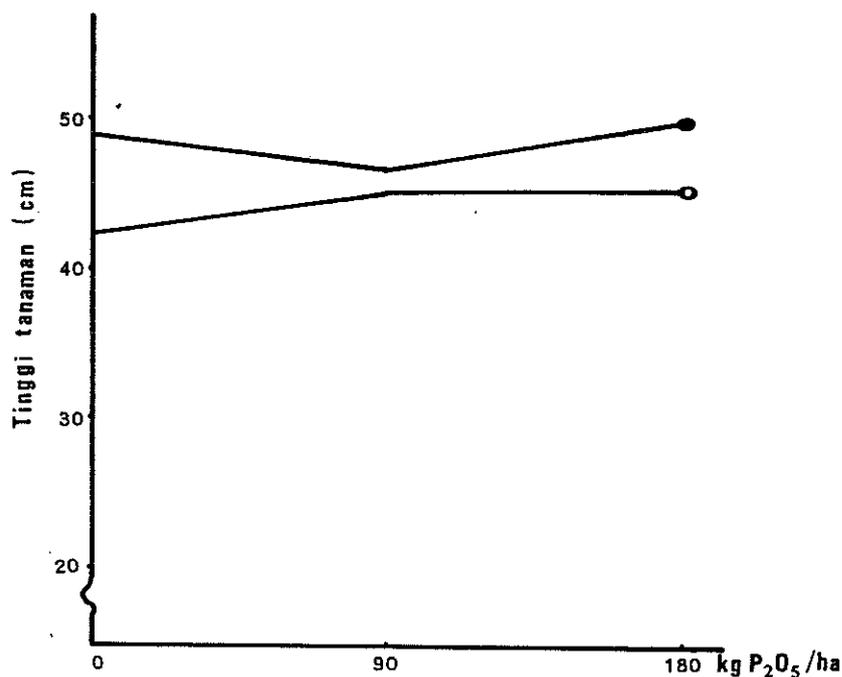
Gambar 14. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 minggu
 (—●—) diinokulasi
 (—○—) tidak diinokulasi

Dengan adanya pemupukan fosfat, tanaman yang diinokulasi lebih rendah daripada tanaman yang tidak diinokulasi. Pada umur 5 minggu tanaman yang tidak diinokulasi terlihat pertumbuhannya mulai mencapai titik optimum



ketika kurva daya tanggap mulai datar pada pemupukan fosfat yang lebih tinggi (90 kg P_2O_5 /ha).

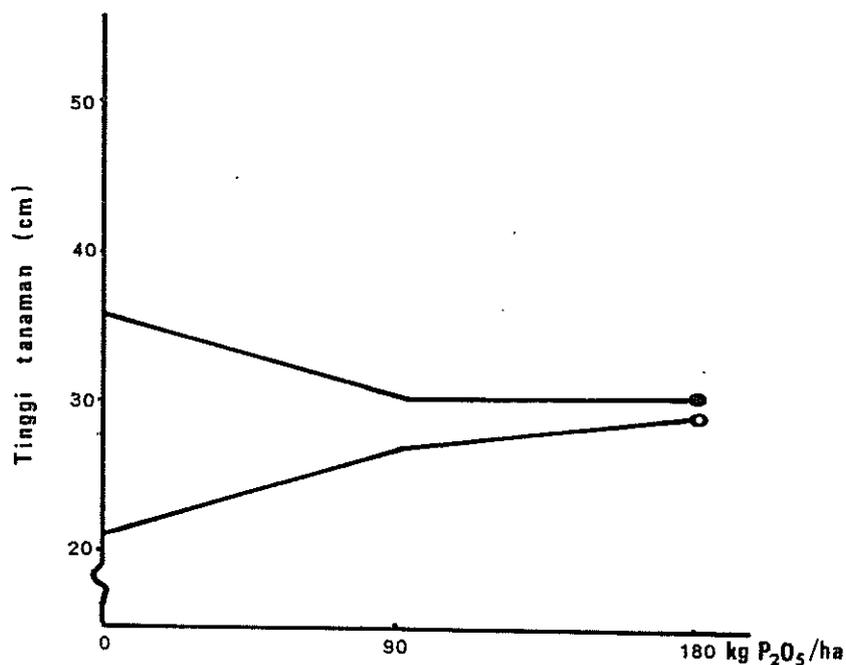
Pada umur 6 minggu tanaman yang diinokulasi tetap lebih tinggi daripada tanaman yang tidak diinokulasi. Titik optimum pertumbuhan tanaman yang tidak diinokulasi tercapai pada penambahan fosfat sebesar 90 kg P_2O_5 /ha (Gambar 15).



Gambar 15. Pengaruh Inokulasi dan Penambahan Fosfat pada Medium Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu
 (—●—) diinokulasi
 (—○—) tidak diinokulasi



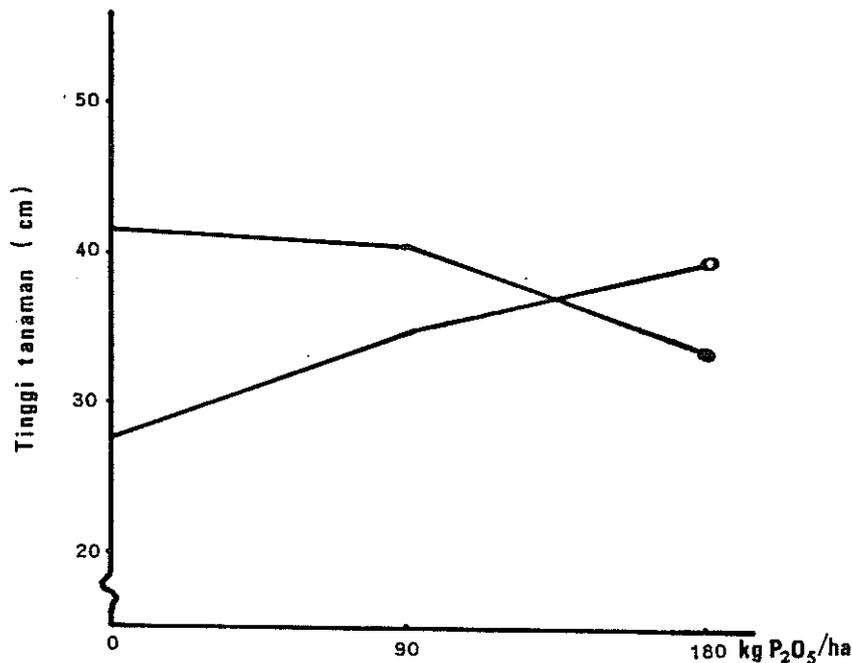
Medium tidak steril. Pada umur 3 minggu tanaman yang diinokulasi lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi pada taraf tanpa penambahan fosfat. Tanaman yang tidak diinokulasi meningkat tinggi dengan adanya peningkatan penambahan fosfat, sementara tanaman yang diinokulasi justru menurun dengan diberikan pemupukan fosfat (Gambar 16).



Gambar 16. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu.

(—●—) diinokulasi
(—○—) tidak diinokulasi

Pada umur 4 minggu tanaman yang diinokulasi lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi pada taraf tanpa pemupukan fosfat, tetapi dengan adanya pemupukan fosfat, tinggi tanaman yang diinokulasi menurun (Gambar 17), sementara tanaman yang tidak diinokulasi menunjukkan peningkatan tinggi.

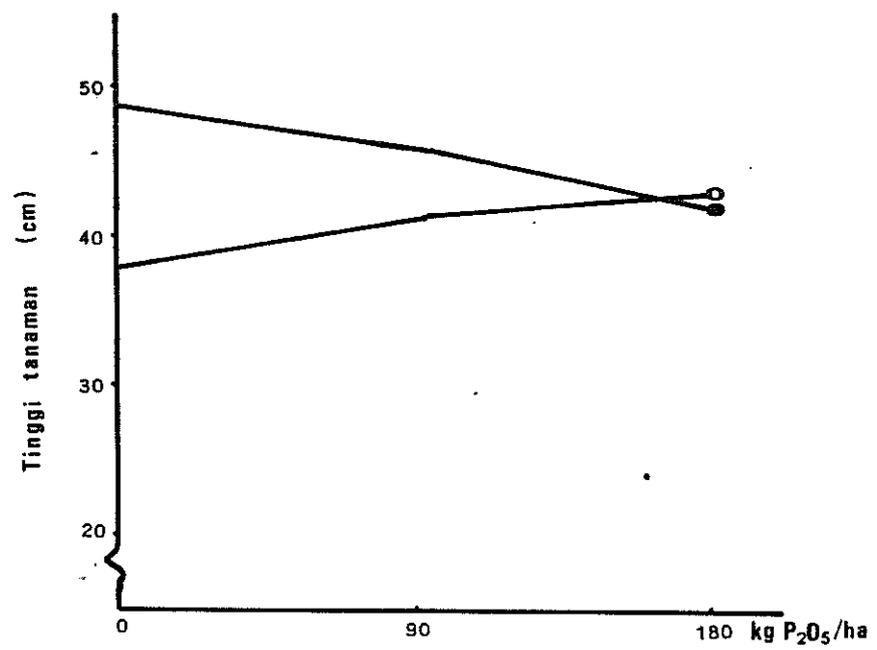


Gambar 17. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu.

(—●—) diinokulasi
(—○—) tidak diinokulasi

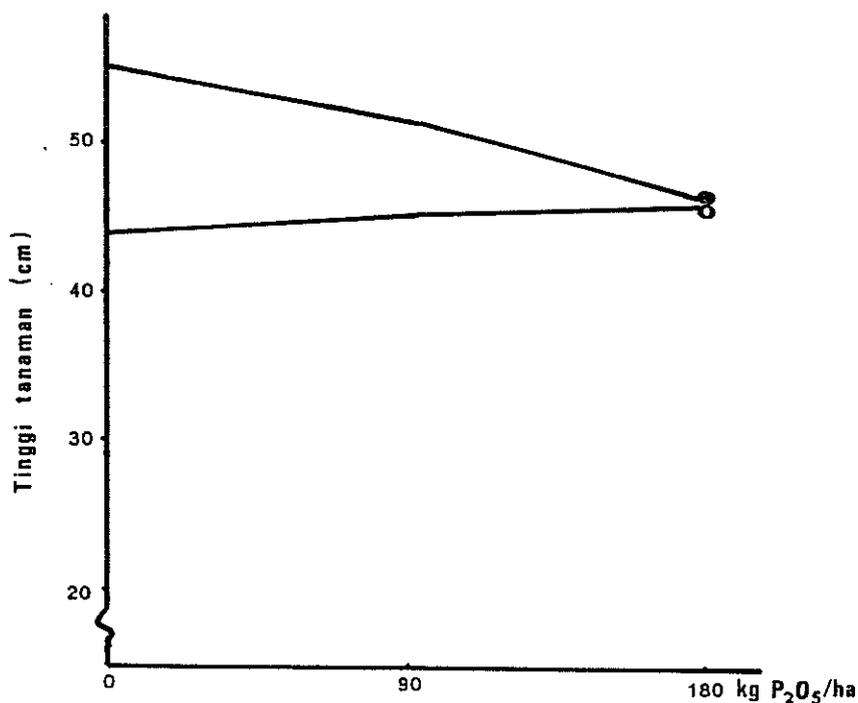
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pada umur 5 minggu tinggi tanaman yang diinokulasi menurun tajam dengan adanya pemupukan fosfat. Sementara tinggi tanaman yang tidak diinokulasi meningkat sejalan dengan pemupukan fosfat (Gambar 18). Meskipun demikian pada taraf tanpa pemupukan fosfat, tanaman yang diinokulasi lebih tinggi daripada tanaman yang tidak diinokulasi.



Gambar 18. Pengaruh inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu
 (—●—) diinokulasi
 (—○—) tidak diinokulasi

Pada umur 6 minggu tanaman yang diinokulasi lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi pada taraf tanpa pemupukan fosfat. Tanaman yang tidak diinokulasi hampir mencapai titik optimum pertumbuhan pada pemupukan lebih dari 90 kg P_2O_5 /ha (Gambar 19), sementara itu tanaman yang diinokulasi mencapai titik optimum pertumbuhan tinggi, pada kombinasi pemupukan sebesar 90 kg P_2O_5 /ha.



Gambar 19. Pengaruh Inokulasi dan Pemupukan Fosfat pada Medium Tidak Steril Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu
 (—●—) diinokulasi
 (—○—) tidak diinokulasi



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Secara umum pada medium steril tinggi tanaman yang tidak diinokulasi meningkat sejalan dengan peningkatan dosis pemupukan fosfat. Sedangkan tinggi tanaman yang diinokulasi menurun dengan adanya penambahan fosfat. Pada taraf tanpa penambahan fosfat, tanaman yang diinokulasi lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi.

Pada medium tidak steril tinggi tanaman yang diinokulasi menurun dengan adanya peningkatan dosis pemupukan fosfat, sedangkan tinggi tanaman yang tidak diinokulasi meningkat dengan adanya peningkatan dosis pemupukan fosfat. Pada taraf tanpa pemupukan TSP, tanaman yang diinokulasi lebih tinggi daripada tanaman yang tidak diinokulasi. Hal ini menunjukkan bahwa pada kandungan P-tersedia tanah sebesar 14.7 ppm (hasil analisis pendahuluan) cendawan MVA sudah memberikan pengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman.

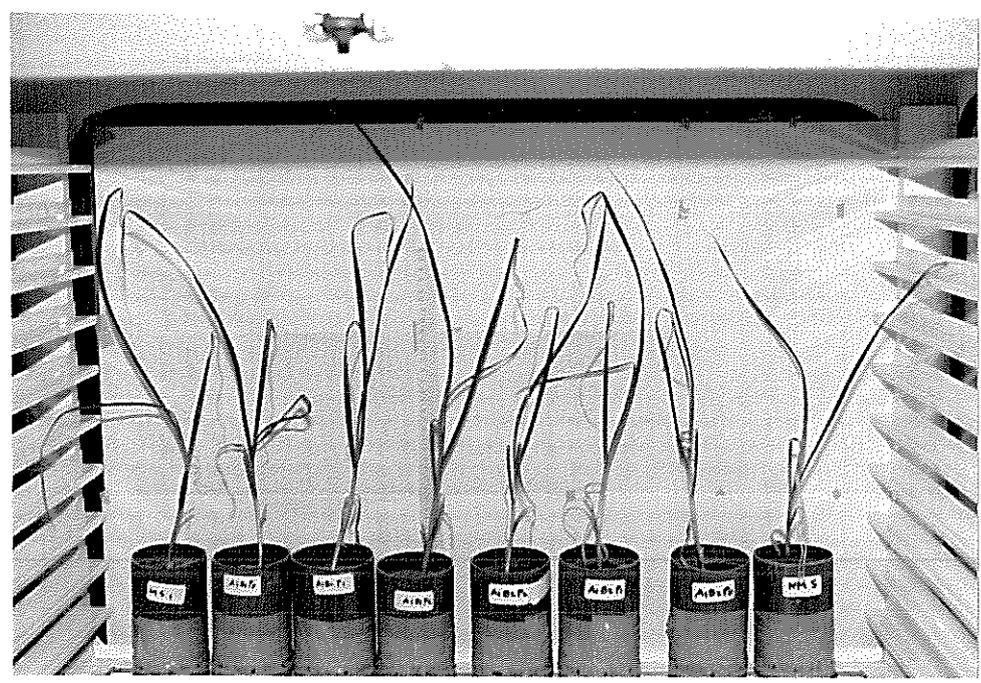
Berdasarkan interaksi antara inokulasi dan pemupukan terhadap tinggi tanaman pada umur 3, 4, dan 5 minggu (Tabel Lampiran 9, 10, dan 11), ternyata tidak ditemukan perbedaan tinggi dari tanaman yang diinokulasi, dari nilai rata-rata pemupukan 90 kg P/ha dan 180 kg P_2O_5 /ha, tetapi terdapat beda nyata untuk taraf tanpa pemupukan P. Dalam hal ini tanaman yang diinokulasi memberikan pengaruh yang lebih baik daripada tanaman yang tidak diinokulasi.





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Keadaan tanaman pada berbagai kombinasi perlakuan disajikan pada Gambar 20, 21, 22, 23, 24 dan 25.



Gambar 20. Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Diinokulasi dan Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Steril, Umur 6 Minggu. (A₁) medium steril, (B₁) diinokulasi, (B₂) tidak diinokulasi, (P₀) tanpa pemupukan P, (P₁) 90 kg P₂O₅/ha, (P₂) 180 kg P₂O₅/ha

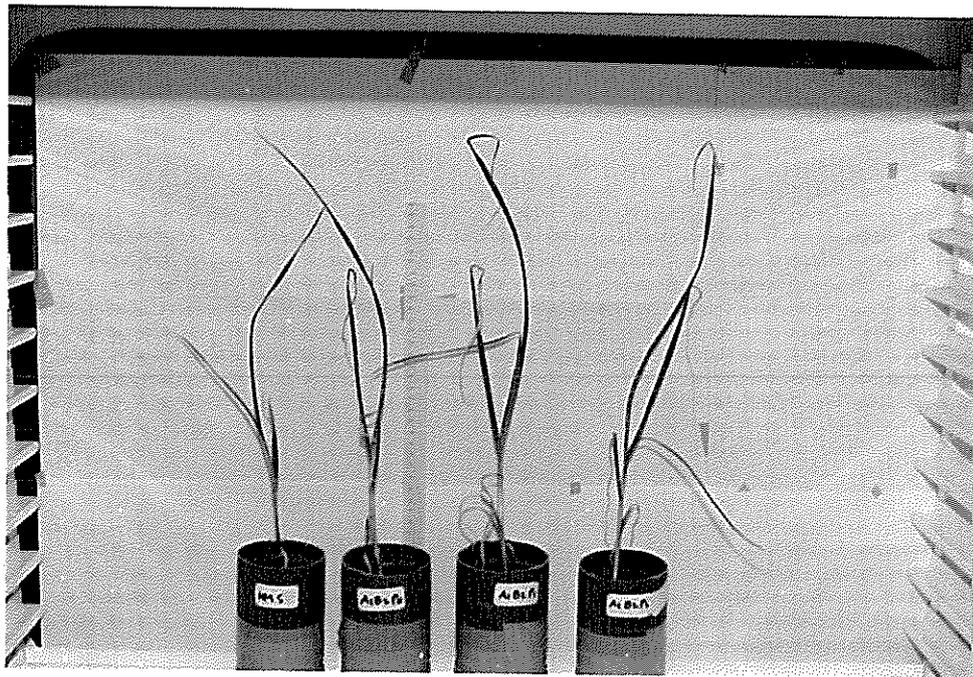


Gambar 21. Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Diinokulasi dan Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Tidak Steril, Umur 6 Minggu. (A₁) medium tidak steril, (B₁) diinokulasi, (B₂) tidak diinokulasi, (P₀) tanpa pemupukan P, (P₁) 90 kg P₂O₅/ha, (P₂) 180 kg P₂O₅/ha

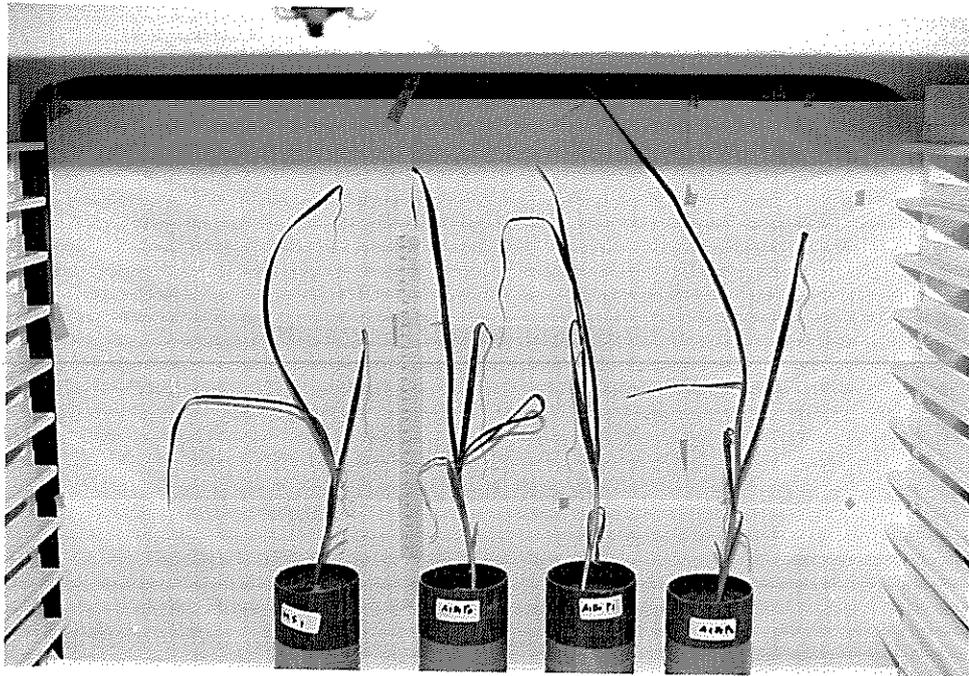


Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

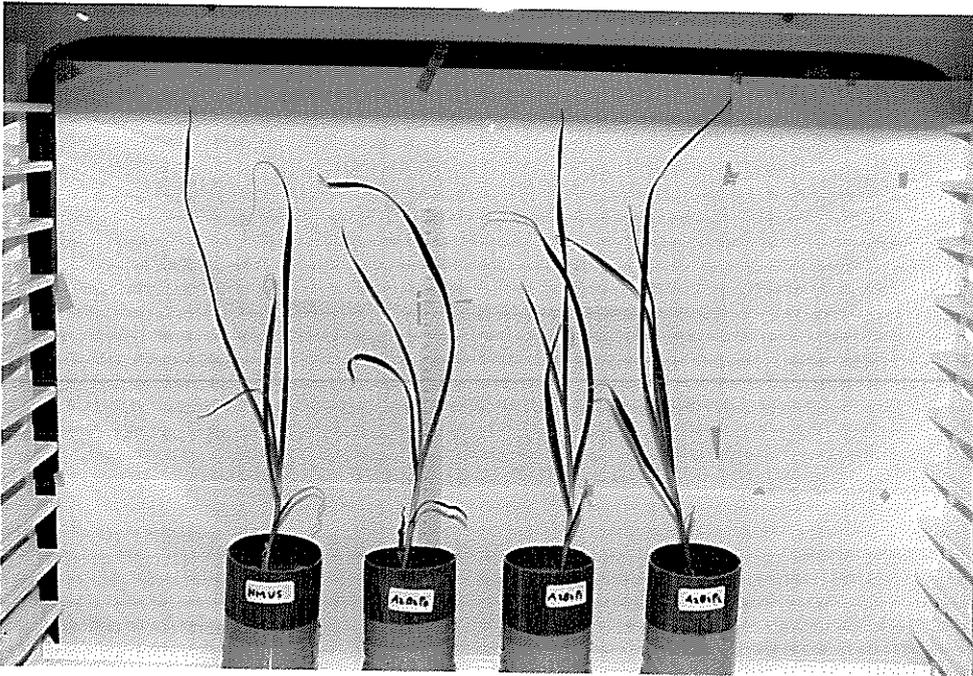


Gambar 22. Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Steril, Umur 6 Minggu. (A₁) medium steril, (B₂) tidak diinokulasi, (P₀) tanpa pemupukan P, (P₁) 90 kg P₂O₅/ha, (P₂) 180 kg P₂O₅/ha



Gambar 23. Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Steril, Umur 6 Minggu. (A₁) medium steril, (B₁) diinokulasi, (P₀) tanpa pemupukan P, (P₁) 90 kg P₂O₅/ha, (P₂) 180 kg P₂O₅/ha

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 24. Perbandingan Tinggi Bawang Putih yang Tidak Diinokulasi dengan Spora Cendawan pada Berbagai Taraf Pemupukan, Medium Tidak Steril, Umur 6 Minggu. (A₂) medium tidak steril, (B₂) tidak diinokulasi, (P₀) tanpa pemupukan P, (P₁) 90 kg P₂O₅/ha, (P₂) 180 kg P₂O₅/ha



KESIMPULAN DAN SARAN

Pada medium tidak steril derajat infeksi tanaman yang diinokulasi dengan spora cendawan MVA (*Glomus* sp.) lebih tinggi dibandingkan pada medium steril, yaitu sebesar 77.60 %. Tanaman bawang merah memberikan derajat infeksi yang lebih tinggi dari pada bawang putih, yaitu sebesar 82.60 %.

Inokulasi pada bawang putih dalam medium steril meningkatkan bobot basah dan kering tanaman. Substitusi yang terjadi berdasarkan bobot kering adalah sebesar 55,55 % atau 50 kg fosfat dalam kombinasi antara pemupukan dengan inokulasi. Sementara itu substitusi untuk bobot basah adalah sebesar 86,67 % atau 78 kg fosfat dalam kombinasi antara pemupukan dengan inokulasi.

Inokulasi pada bawang putih dalam medium tidak steril meningkatkan bobot basah dan kering tanaman. Substitusi fosfat yang terjadi dengan adanya kombinasi antara pemupukan dengan inokulasi untuk bobot kering adalah sebesar 46,67 % atau 42 kg fosfat, sedangkan untuk bobot basah adalah sebesar 42,22 % atau 38 kg fosfat.

Sterilitas medium tidak nyata pengaruhnya terhadap tinggi bawang putih (umur 3, 4, 5, dan 6 minggu). Sementara inokulasi pengaruhnya nyata terhadap tinggi tanaman. Pengaruh interaksi antara inokulasi dengan pemupukan nyata pada tinggi bawang putih umur 3, 4, dan 5 minggu.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Sterilitas medium, inokulasi, dan pemupukan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan P tanaman. Pemupukan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot dan tinggi tanaman.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk lebih mengetahui faktor yang menyebabkan kondisi medium tidak steril dapat meningkatkan bobot tanaman bawang putih, baik kondisi pada laboratorium maupun kondisi lapang.



DAFTAR PUSTAKA

- AVRDC. 1981. AVRDC studies on mysterious mycorrhiza. The New Magazine of AVRDC 2 (2) : 5 - 8.
- Bethlenfalvay, G., M.S. Brown, and R.S. Pacovsky. 1982. Parasitic and mutualistic association between a mycorrhizal fungus and soybean: Development of the hostplant. *Phytopathology* 72 : 894 - 897.
- Cooke, R. 1978. The Biology of Symbiotic Fungi. John Wiley and Sons. Toronto.
- Daniels, B., A. and H. D. Skipper. 1982. Methods for recovery and quantitative estimation of propagules from soil. pp. 29 - 36. Dalam N.C. Schenck (ed) *Methods and principles of mycorrhizal research*. The Amer. Phytopath. Soc. Minnesota.
- Gerdemann, J. W. 1962. The effect of mycorrhiza on the growth of maize. *Mycologia* 56 : 342 - 349.
- _____ and T. H. Nicolson. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46 (2) : 235 - 244.
- _____ and Trappe, J. M. 1974. The *Endogonaceae* in the Pacific Northwest. *Mycologia Memoir* 5 : 1 - 76.
- Gianinazzi-Pearson, V. and S. Gianinazzi. 1983. The physiology of VAM roots. *Plant and soil* 71: 198 - 207.
- Harley, J. L. and S. E. Smith. 1983. *Mycorrhiza Symbiosis*. Academic Press. London.
- Hayman, D. S. 1970. *Endogone* spore numbers in soil and vesicular arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 54 : 53 - 63.
- Kabirun, S. 1990. Peranan endomikoriza dalam pertanian. Kerjasama antara PAU Bioteknologi IPB dengan PAU Bioteknologi UGM. Bogor. 28 halaman.
- Koske, R.E., and I.N. Gemma. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* 92 (4) : 480 - 400.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Kusumo, S. 1984. *Budidaya Bawang Putih*. C.V. Jasaguna. Jakarta. 43 halaman.
- Lambert, D.H., D. E. Baker, and H. Cole Jr. 1979. The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper, and other elements. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 43 : 976 - 980.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1966. *Peta Tanah Tinjau Daerah Jawa Barat*. Skala 1 : 250.000. Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Menge, J. A. 1985. Developing widesale VA-mycorrhizal inoculation: Is it practical or nessesary. pp. 80 - 62. Dalam R. Molina (ed) *Proceeding of the 6th North American. Conference on Mycorrhiza Forest Research Laboratory*. USA.
- Mosse, B. 1981. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture*. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. England. 82 p.
- Ojala, J. C., W. M. Jarell, J. A. Menge, and E. L. V. Johnsons. 1982. Influence of mycorrhizal fungi of the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. *Agro. J.* 75 ; 255 - 258.
- Rismunandar. 1986. *Membudidayakan lima jenis bawang*. C.V. Sinar Baru. Bandung. 116 halaman.
- Rovira A. D. 1976. *Studies on soil fumigation I. Effects on ammonium, nitrate and phosphate in soil and on the growth, nutrition and yield of wheat*. *Soil. Biol. Biochem.* 8. : 241 - 247.
- Salonius, P.O., J.B. Robinson, and F. E. Case. 1967. A comparison of autoclaved and gamma irradiated soils as media for microbial colonization experiments. *Plant and Soil* 27 : 239 - 246.
- Sanchez, P. A. 1976. *Properties and Management of Soil in the Tropics*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Sanders, F. E. and N.A. Sheikh. 1983. The development of vesicular-arbuscular mycorrhiza in plant root systems. *Plant and Soil* 71 : 223 - 246.



- Smith, G.W. and H. D. Skipper. 1979. Comparison of methods to extract spores of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil. Sci. Soc. Amer. J.* 43: 722 - 725
- Smith, S. E. 1980. Mycorrhizas of autotrophic higher plants. *Biol. Rev.* 55 : 475 - 510.
- Soegiman. 1982. Ilmu Tanah. Bhrarata Karya Aksara. Jakarta. 721 halaman.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. 591 halaman.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reaction. John Wiley and Sons. New York.
- Sylvia, D. M. and N. C. Schenck. 1983. Germination of Chlamydo-spore of three *Glomus* species as affected by soil matric potensial and fungal contamination. *Mycologia* 75 (1) : 30 - 35.
- Tate, K. R. 1984. The biological transformation P in soil. *Plant and Soil* 76 : 245 - 256.
- Tisdale, S.L. , W.L. Nelson, and Beaton. 1985. Soil Fertility and fertilizers. The Mac Millan Co. New York.





@Hak cipta milik IPB University

L A M P I R A N

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

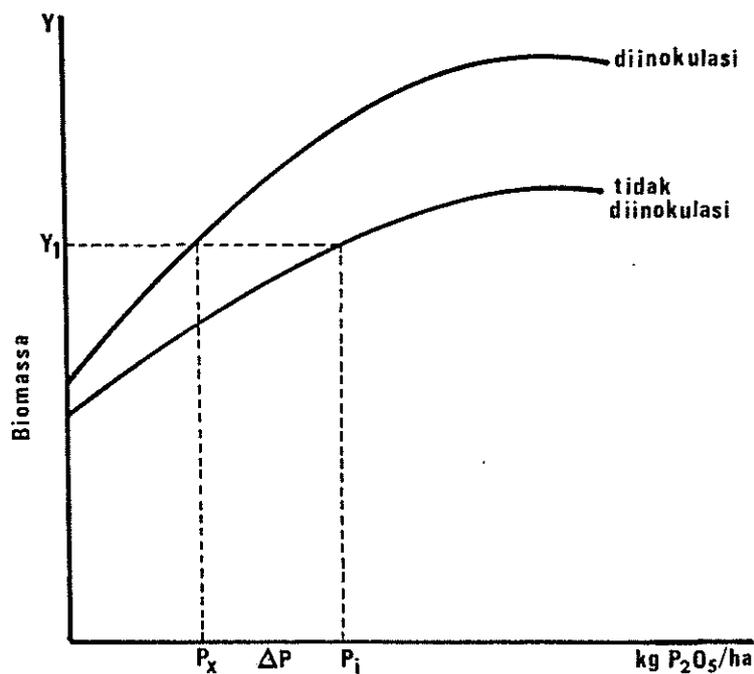
Lampiran 1. Metode Pewarnaan Akar (Koske dan Gemma, 1989)

- a. Akar tanaman dicuci bersih dengan air, kemudian dipanaskan selama 10 - 30 menit dalam penangas air.
- b. Kemudian akar dicuci dengan air dan direndam di dalam H_2O_2 selama 10 -30 menit, selanjutnya dicuci lagi dengan air.
- c. Kemudian akar direndam di dalam HCl 1 % selama 1 - 24 jam.
- d. Selanjutnya akar dipanaskan dalam asam gliserol (500 ml gliserol, 450 ml H_2O , 50 ml HCl 1 %) yang mengandung *Trypan blue* 0.05 %. Pemanasan dilakukan dengan penangas air pada suhu $90^{\circ}C$ selama 30 menit.
- e. Kemudian derajat warna diperiksa di bawah mikroskop. Jika terlalu gelap, akar direndam dalam larutan asam gliserol pada suhu kamar. Akar disimpan di tempat gelap dalam asam gliserol.



Lampiran 2. Metode Penghitungan Substitusi Fosfat

Dari data bobot basah dan bobot kering tanaman yang diperoleh dengan adanya perlakuan penambahan fosfat dan inokulasi, dibuat kurva daya tanggap seperti berikut:



Berdasarkan kurva tersebut dapat dilakukan penghitungan substitusi fosfat.

$$\text{Substitusi pada } Y_1 = \frac{\Delta P}{P_i} \times 100 \%$$

Tabel Lampiran 1. Rata-rata Derajat Infeksi pada Akar Bawang Putih Percobaan Uji Substitusi Fosfat

Perlakuan	Derajat infeksi (%)
$S_0 I_1 P_0$	41.67
$S_0 I_1 P_1$	37.67
$S_0 I_1 P_2$	42.67
$S_0 I_0 P_0$	-
$S_0 I_0 P_1$	-
$S_0 I_0 P_2$	-
$S_1 I_1 P_0$	50.00
$S_1 I_1 P_1$	55.33
$S_1 I_1 P_2$	41.00
$S_1 I_0 P_0$	32.00
$S_1 I_0 P_1$	42.67
$S_1 I_0 P_2$	38.67

S_0 = medium steril, S_1 = medium tidak steril,
 I_0 = tidak diinokulasi, I_1 = diinokulasi,
 P_0 = tanpa pemupukan P, P_1 = pemupukan 90 kg P_2O_5 /ha,
 P_2 = pemupukan 180 kg P_2O_5 /ha



Tabel Lampiran 2. Sidik Ragam dari Derajat Infeksi Spora pada Percobaan Studi Perbanyak Inokulum Spora

Sumber keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Sterilitas medium (S)	1	540.8	540.8	11.12 **
Tanaman inang (H)	1	2081	2081	42.77 **
SH	1	204.8	204.8	4.21
Galat	16	778.4	48.65	
Total	19	3605	2875.25	

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 3. Sidik Ragam dari Bobot Basah Bawang Putih Umur 6 Minggu

Sumber keragaman	db	JK	Kt	F-hitung
Sterilitas medium (S)	1	2.555	2.555	6.687 *
Inokulasi (I)	1	4.417	4.417	11.560 **
SI	1	0.4225 10^{-2}	0.4225 10^{-2}	0.001
Pemupukan (P)	2	1.411	0.7054	1.847
SP	2	0.8030	0.4015	1.051
IP	2	0.3843	0.1921	0.503
SIP	2	0.4897	0.2449	0.641
Galat	24	9.168	0.3820	
Total	35	19.232225	28.13435	

* berbeda nyata pada taraf 5 %

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 4. Sidik Ragam dari Bobot Kering Bawang Putih Umur 6 Minggu

Sumber keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Sterilitas medium	1	0.03927	0.03927	9.101 **
Inokulasi (I)	1	0.08653	0.08653	20.050 **
SI	1	0.001145	0.001154	0.265
Pemupukan (P)	2	0.01061	0.005303	1.229
SP	2	0.02244	0.01122	2.601
IP	2	0.003706	0.001853	0.429
SIP	2	0.02189	0.01095	2.537
Galat	24	0.1036	0.004315	
Total	35	0.289191	0.160595	

** Berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 5. Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Sterilitas medium (S)	1	1.000	1.000	0.004
Inokulasi (I)	1	196.000	196.000	7.074 *
SI	1	32.110	32.110	1.159
Pemupukan (P)	2	13.620	6.812	0.246
SP	2	10.790	5.396	0.195
IP	2	227.500	113.800	4.106 *
SIP	2	9.431	4.715	0.170
Galat	24	665.000	27.710	
Total	35	1155.451	387.543	

* berbeda nyata pada taraf 5 %



Tabel Lampiran 6. Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Sterilitas medium (S)	1	10.78	10.78	0.7191
Inokulasi (I)	1	118.40	118.40	7.9010 **
SI	1	10.78	10.78	0.7191
Pemupukan (P)	2	35.37	17.695	1.1800
SP	2	11.68	5.839	0.3895
IP	2	292.30	146.10	9.7480 **
SIP	2	82.48	41.24	2.7510
Galat	24	359.80	14.99	
Total	35	921.59	365.819	

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %





Tabel Lampiran 7. Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Sterilitas medium (S)	1	25.840	25.8400	1.7770
Inokulasi (I)	1	130.300	130.3000	8.9630 **
SI	1	12.840	12.8400	0.8830
Pemupukan (P)	2	1.097	0.5486	0.0377
SP	2	8.764	4.3820	0.3013
IP	2	147.800	73.8800	5.0810 *
SIP	2	27.100	13.5500	0.9317
Galat	24	349.000	14.5400	
Total	35	702.741	275.8806	

* berbeda nyata pada taraf 5 %

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 8. Sidik Ragam Tinggi Bawang Putih Umur 6 Minggu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Sterilitas medium (S)	1	3.61000	3.61000	0.36410
Inokulasi (I)	1	164.70000	164.70000	16.61000 **
SI	1	0.00445	0.00445	0.00045
Pemupukan (P)	2	4.29100	2.14500	0.21640
SP	2	29.13000	14.57000	1.46900
IP	2	24.11000	12.05000	1.21600
SIP	2	33.63000	16.82000	1.69600
Galat	24	238.00000	9.91600	
Total	35	497.4754	223.8154	

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

Tabel Lampiran 9. Pengaruh Interaksi Antara Inokulasi dengan Pemupukan Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 3 Minggu

	Inokulasi	
	I ₀	I ₁
Pemupukan		
P ₀	142.5	212.5
P ₁	165.5	179.0
P ₂	181.0	181.5
JK I dalam P ₀	$= \frac{(212.5 - 142.5)^2}{12} = 408.33^{**}$	
JK I dalam P ₁	$= \frac{(179.0 - 165.5)^2}{12} = 15.1875^{tn}$	
JK I dalam P ₂	$= \frac{(181.5 - 181.0)^2}{12} = 0.02083^{tn}$	

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %
 tn tidak berbeda nyata



Tabel Lampiran 10. Pengaruh Interaksi Antara Inokulasi Dengan Pemupukan Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 4 Minggu

	Inokulasi	
	I ₀	I ₁
Pemupukan		
P ₀	179.7	248.5
P ₁	217.5	232.0
P ₂	234.5	218.5
JK I dalam P ₀	$= \frac{(248.5 - 179.7)^2}{12} = 394.4533^{**}$	
JK I dalam P ₁	$= \frac{(232.0 - 217.5)^2}{12} = 17.5208^{tn}$	
JK I dalam P ₂	$= \frac{(218.5 - 234.5)^2}{12} = 21.3330^{tn}$	

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %
 tn tidak berbeda nyata



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 11. Pengaruh Interaksi Antara Inokulasi Dengan Pemupukan Terhadap Tinggi Bawang Putih Umur 5 Minggu

	Inokulasi	
	I ₀	I ₁
Pemupukan		
P ₀	233.0	283.0
P ₁	254.5	270.0
P ₂	260.0	251.0

$$\text{JK I dalam } P_0 = \frac{(283.0 - 233.0)^2}{12} = 208.3333^{**}$$

$$\text{JK I dalam } P_1 = \frac{(270.0 - 254.5)^2}{12} = 20.0208 \text{ tn}$$

$$\text{JK I dalam } P_2 = \frac{(251.0 - 260.0)^2}{12} = 6.7000 \text{ tn}$$

** berbeda sangat nyata pada taraf 1 %
tn tidak berbeda nyata



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 12. Sidik Ragam Kandungan P Jaringan (daun) Bawang Putih Umur 6 Minggu

Sumber keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Sterilitas medium (S)	1	0.006944	0.006944	1.264
Inokulasi (I)	1	0.0009	0.0009	0.164
SI	1	0.003600	0.003600	0.655
Pemupukan (P)	2	0.02007	0.01004	1.827
SP	2	0.01271	0.006353	1.156
IP	2	0.004317	0.002158	0.393
SIP	2	0.009617	0.004808	0.875
Galat	24	0.1319	0.005494	
Total	35	0.190058	0.040297	



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.