

PEMANFAATAN MIKROBIA PELARUT FOSFAT DAN MIKORIZA UNTUK PERBAIKAN FOSFOR TERSEDIA, SERAPAN FOSFOR TANAH (ULTISOL) DAN HASIL JAGUNG (PADA ULTISOL)

THE USING OF PHOSPHATE SOLUBILIZING MICROORGANISM AND MYCORRHIZAE INOCULATION ON AVAILABLE PHOSPHORUS, PHOSPHORUS UPTAKE (ULTISOL), AND CORN YIELD (ON ULTISOL)

Hasanudin dan Bambang Gonggo M

Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effects of phosphate solubilizing microorganism and mycorrhizae on available, uptake phosphorus, and corn yield. The study was conducted in Jembatan Kecil Bengkulu and Soil Science laboratory of Agriculture Faculty, University of Bengkulu. Two treatments, i.e. phosphate solubilizing microorganism (0, 5, 10, and 15 ml plant⁻¹) and mycorrhizae inoculation (0, 10, 20, and 30 g plant⁻¹) were applied in RCBD factorial with three replications. The results showed that no significant effect interaction between the two treatments on uptake/ available-P and corn yield. The combination between phosphate solubilizing microorganism and 15,0 ml plant⁻¹ and 20, and 30 g plant⁻¹ mycorrhizae produced the highest phosphorus uptake/ available-P (0,3881 ppm) and corn yield (280,15 g plant⁻¹).

Key words : phosphate solubilizing microorganism, mycorrhizae, corn, Ultisol

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi mikrobia pelarut fosfat (MPF) dan mikoriza baik secara mandiri maupun secara bersama-sama terhadap ketersediaan, serapan P dan hasil tanaman jagung. Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Jembatan Kecil dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dimulai bulan Mei sampai Oktober 2003 dengan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan. Faktor pertama, pemberian inokulan mikrob pelarut fosfat (0, 5, 10 dan 15 ml tanaman⁻¹). Faktor kedua adalah pemberian inokulan mikoriza (0, 10, 20 dan 30 g tanaman⁻¹). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan uji F yang dilanjutkan dengan uji lanjut pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi terhadap serapan P dan hasil jagung tetapi tidak menunjukkan interaksi terhadap ketersediaan P tanah. Nilai tertinggi didapat pada perlakuan inokulasi mikrobia pelarut fosfat 15 ml tanaman⁻¹ dan mikoriza 20 g tanaman⁻¹ terhadap serapan P dan hasil jagung masing-masing sebesar 0.3881 ppm dan 280.15 g tanaman⁻¹.

Kata kunci : mikrobia pelarut fosfat, mikoriza, jagung, Ultisol

PENDAHULUAN

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang terdapat pada lahan yang menjadi sasaran dari program ekstensifikasi pertanian. Tujuan pencapaian ini untuk dapat meningkatkan produksi pertanian di masa yang akan datang. Hal ini

disebabkan tanah tersebut mempunyai sebaran yang cukup luas di Indonesia. Suwardjo dan Naik Sinukaban (1986) menyatakan bahwa luas Ultisol di Indonesia meliputi 48.3 juta ha atau sekitar 29.7% dari luas daratan Indonesia atau sekitar 58% dari seluruh luas lahan kering Indonesia.

Produksi tanaman yang rendah pada Ultisol salah satunya diakibatkan oleh rendahnya P-tersedia tanah sehingga kebutuhan P bagi tanaman belum tercukupi. Pemberian pupuk fosfor ternyata hanya 10% sampai 20% yang mampu dimanfaatkan tanaman (Walker, 1975). Dengan demikian upaya mengatasi rendahnya P-tersedia dengan pemupukan P ternyata tidak efisien dan bahkan terlalu mahal. Sehingga perlu cara lain seperti pemanfaatan bahan organik maupun jasad mikro.

Salah satu alternatif untuk mengatasi rendahnya P-tersedia tanah adalah dengan bioteknologi tanah, yaitu memanfaatkan mikrobial tanah yang hidup bebas yang memiliki kemampuan dalam melarutkan P tanah dan P pupuk serta dapat membantu jangkauan akar dalam menyerap P tanah seperti mikrobial pelarut fosfat dan mikoriza sehingga tanaman mampu menyerap P tanah untuk mencukupi kebutuhannya.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza dapat meningkatkan hara yang tidak mobil seperti P (Bolan, 1991). Sedangkan Burbey dan Simanungkalit (1989) menyatakan bahwa selain unsur P unsur hara lain yang dapat dipengaruhi serapannya adalah N, K, Zn, Cu, Cl, Fe, Mo, S dan B. Sedangkan mikrobial pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah sehingga bisa meningkatkan serapan hara oleh tanaman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Jembatan Kecil Kecamatan Gading Cempaka Bengkulu dan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dari bulan April sampai dengan bulan Oktober 2003.

Bahan penelitian terdiri atas benih jagung, Urea, KCl, kapur, bahan organik berupa kotoran ayam, inokulan mikrobial pelarut fosfat, inokulan mikoriza, Ultisol, media Pikovskaya, pestisida berupa Curracron, fungisida berupa Dithane, polybag, akuades steril, alkohol 70%, bahan untuk analisis tanah dan tanaman. Sedangkan alat-alat yang digunakan terdiri atas sprayer tangan, alat

tanah, dan alat-alat untuk analisis tanah dan tanaman.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 4 x 4 dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah pemberian inokulan mikrobial pelarut fosfat yang terdiri atas empat taraf yaitu: 0 mL tanaman⁻¹ (p₀), 5 mL tanaman⁻¹ (p₁), 10 mL tanaman⁻¹ (p₂), dan 15 mL tanaman⁻¹ (p₃). Faktor kedua adalah pemberian inokulan mikoriza terdiri atas empat taraf yaitu: 0 g tanaman⁻¹ (m₀), 10 g tanaman⁻¹ (m₁), 20 g tanaman⁻¹ (m₂), dan 30 g tanaman⁻¹ (m₃). Kombinasi dari kedua faktor perlakuan diperoleh 4 x 4 = 16 perlakuan, dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 16 x 3 = 48 unit perlakuan.

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi pengambilan contoh tanah Ultisol dari Bengkulu yang diambil secara komposit pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan. Selanjutnya contoh tanah ini dikeringudarkan, kemudian diayak dengan ayakan yang berdiameter 2.0 mm. Untuk analisis tanah awal diambil contoh tanah komposit sebanyak 1 kg kering udara. Sifat-sifat tanah yang dianalisis adalah pH tanah (pH meter), N-total (kjeldhal), C-organik (Walkey and Black), P-tersedia (Bray I), KTK (Ekstraksi KCl 10%), Kandungan kation-kation (EDTA dan ammonium asetat), Al-dd (KCl 1N), dan tekstur tanah (Hydrometer). Selanjutnya tanah komposit hasil ayakan tersebut dimasukkan dalam masing-masing pot seberat 10 kg tanah kering mutlak.

Satu hari sebelum tanam, pupuk dasar diberikan dengan dosis 150 kg N ha⁻¹, dan 75 kg K₂O ha⁻¹. Sedangkan kapur dan bahan organik diberikan satu minggu sebelum tanam masing-masing sebanyak 1.0 x Al-dd dan 5 ton ha⁻¹. Inokulan mikrobial pelarut fosfat dan mikoriza diberikan sesuai dengan level perlakuan pada saat jagung akan ditanam. Setiap pot ditanami dengan tiga biji benih jagung. Setelah umur satu minggu dilakukan penjarangan dengan membiarkan satu tanaman setiap potnya dan dilakukan penyulaman untuk tanaman yang tidak tumbuh.

Pemeliharaan terpenting selama percobaan adalah menjaga tanaman agar terhindar dari

kekurangan air, serangan hama dan penyakit serta membersihkan gulma. Untuk mencegah kelembaban tanah dilakukan penyiraman setiap harinya. Sedangkan untuk mencegah serangan hama dilakukan penyemprotan insektisida berupa Curracron dengan konsentrasi 2 mL L⁻¹ dan fungisida berupa Dithane dengan konsentrasi 2 mL L⁻¹. Panen tanaman (untuk analisis jaringan tanaman) dilakukan pada massa vegetatif akhir sekitar umur 75 hari. Sedangkan panen hasil dilakukan pada saat tanaman telah berwarna kuning 75%. Selanjutnya tongkol dipisahkan dari kelobotnya, dikeringkan, kemudian dipipil dan ditimbang (kadar air 14%).

Variabel pengamatan pengamatan yang dilakukan meliputi ketersediaan P tanah (Bray I) dan serapan P (Destruksi Basa) (pada saat vegetatif akhir) serta hasil tanaman jagung (pada saat panen) berupa berat pipilan.

Untuk mengetahui pengaruh signifikansi masing-masing faktor dan interaksinya, dilakukan analisis varians pada taraf nyata 5% berdasarkan uji F. Selanjutnya bila menunjukkan signifikansi dilakukan uji beda rata-rata DMRT pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis varians menunjukkan bahwa kedua faktor yaitu inokulasi mikroba pelarut fosfat dan mikoriza terhadap tiga variabel yang diamati (ketersediaan P tanah, serapan P tanaman dan hasil pipilan jagung) ternyata ada dua variabel yang menunjukkan interaksi yaitu serapan P tanaman dan hasil pipilan jagung. Sedangkan pengaruh mandirinya semuanya berpengaruh nyata. Mengenai hubungan kedua faktor tersebut terhadap ketiga variabel yang diamati menunjukkan hubungan linear untuk ketersediaan P tanah dan bersifat kuadratik untuk serapan P tanaman dan hasil pipilan jagung. Hubungan ini menunjukkan bahwa peningkatan baik taraf inokulasi mikroba pelarut fosfat maupun taraf inokulasi mikoriza akan diikuti oleh peningkatan ketersediaan P tanah (linear). Sedangkan untuk variabel serapan P tanaman dan hasil pipilan jagung hubungannya menunjukkan

bahwa peningkatan taraf inokulasi mikroba pelarut fosfat maupun taraf inokulasi mikoriza akan diikuti oleh peningkatan serapan P tanaman dan hasil pipilan jagung sampai batas tertentu kemudian akan terjadi penurunan (kuadratik).

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada taraf 5% pengaruh inokulasi mikroba pelarut fosfat terhadap serapan P tanaman pada dosis 10 mL tanaman⁻¹ (p₂) hanya berbeda tidak nyata dengan pengaruh inokulasi mikroba pelarut fosfat pada dosis 15 mL tanaman⁻¹ (p₃) sedangkan pada dosis lainnya (0 dan 5 mL tanaman⁻¹) berpengaruh nyata. Nilai tertinggi dicapai pada dosis 15 mL tanaman⁻¹ (p₃) sebesar 20.47 ppm. Hubungan antara inokulasi mikroba pelarut fosfat dengan ketersediaan P tanah menunjukkan hubungan linear ($Y = 15.388 + 0.4468P$) yang berarti bahwa peningkatan taraf inokulasi mikroba pelarut fosfat akan diikuti oleh peningkatan ketersediaan P tanah. Peningkatan ini diduga karena mikroba pelarut fosfat mampu mengeluarkan asam-asam organik yang kemudian akan mengikat unsur-unsur yang mengkhelat fosfor yang tidinya tidak tersedia menjadi tersedia. Hal ini sesuai dengan Subba-Rao (1994) yang menyatakan bahwa asam-asam organik seperti asam sitrat, glutamat, suksinat dan glioksalat yang dikeluarkan mikroba pelarut fosfat akan mengkhelat Fe, Al, Ca dan Mg sehingga fosfor yang terikat kuat menjadi larut dan tersedia. Inokulasi mikoriza terhadap serapan P tanah pada taraf 5% menunjukkan pada dosis 30 g tanaman⁻¹ (m₃) berbeda nyata terhadap dosis mikoriza yang lainnya (0, 10 dan 20 g tanaman⁻¹). Nilai tertinggi dicapai pada dosis 30 g tanaman⁻¹ (m₃) sebesar 21.76 ppm. Hubungan antara inokulasi mikoriza dengan ketersediaan P tanah menunjukkan hubungan linear ($Y = 15.388 + 0.2234M$) yang berarti bahwa peningkatan taraf inokulasi mikoriza akan diikuti oleh peningkatan ketersediaan P tanah. Peningkatan P tanah ini diduga karena mikoriza mampu melarutkan fosfor dalam tanah akibat enzim yang dikeluarkannya. Hal ini senada dengan Bolan (1991) yang menyatakan bahwa pelarutan fosfor tanah dapat ditingkatkan dengan adanya mikoriza karena mikoriza mampu melepaskan asam-asam organik dan enzim fosfatase.

Tabel 1. Pengaruh inokulan mikrobial pelarut fosfat (p) dan mikoriza (m) terhadap P-tersebut tanah

Perlakuan Mikrobial Pelarut Fosfat	P-Tersedia (ppm)	Perlakuan Mikoriza	P-Tersedia (ppm)
p ₀	16.35a	m ₀	14.83a
p ₁	18.04b	m ₁	18.41b
p ₂	20.09c	m ₂	19.97c
p ₃	20.47c	m ₃	21.76d

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Tabel 2. Pengaruh interaksi perlakuan inokulan mikrobial pelarut fosfat (p) dan mikoriza (m) terhadap serapan P tanaman jagung

Perlakuan	p ₀	p ₁	p ₂	p ₃
	ppm			
m ₀	0.1398 a	0.1764 b	0.1902 b	0.2068 bc
m ₁	0.2406 cd	0.2910 e	0.2749 de	0.3131efg
m ₂	0.2730 de	0.3437 ghi	0.3783 ij	0.3881 j
m ₃	0.2349 c	0.2998 ef	0.3373 fgh	0.3585 hij

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikrobial pelarut fosfat dan inokulasi mikoriza terjadi interaksi terhadap serapan P tanaman. Tabel 2 menunjukkan bahwa pada taraf 5% semua kombinasi perlakuan inokulasi mikrobial pelarut fosfat dan mikoriza berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi yang tidak diberi inokulasi (p₀m₀) terhadap serapan P tanaman. Nilai tertinggi dicapai pada kombinasi perlakuan p₃m₂ yaitu pada dosis mikrobial pelarut fosfat 15 mL tanaman⁻¹ (p₃) dan dosis mikoriza 20 g tanaman⁻¹ dengan nilai serapan P tanaman sebesar 0.3881 ppm. Hubungan antara inokulasi mikrobial pelarut fosfat dengan ketersediaan P tanah menunjukkan hubungan kuadratik ($Y_0 = 0.1397 + 0.0272M - 0.0014M^2$, $Y_5 = 0.1746 + 0.0322M - 0.0016M^2$, $Y_{10} = 0.1821 + 0.0297M - 0.0013M^2$, $Y_{15} = 0.2031 + 0.031M - 0.0014M^2$) yang berarti bahwa peningkatan taraf inokulasi mikoriza pada berbagai taraf inokulasi mikrobial pelarut fosfat akan diikuti oleh peningkatan ketersediaan P tanah

sampai batas inokulasi mikoriza 20 g tanaman⁻¹ yang kemudian akan disusul dengan penurunan serapan. Peningkatan serapan P tanaman ini diduga karena mikoriza dengan hifanya mampu memperluas daerah serapan hara disekitar perakaran selain itu adanya mikoriza akan mempercepat gerakan fosfor ke dalam akar tanaman. Hal ini sejalan dengan Bolan (1991) yang menyatakan bahwa adanya mikoriza akan memperluas volume tanah yang dapat dijelajah oleh akar tanaman, sehingga akan menurunkan jarak antara fosfor yang harus didifusikan ke akar tanaman. Selain itu juga dengan adanya mikoriza akan menurunkan afinitas titik ambang konsentrasi terendah untuk serapan fosfor, sehingga akan terjadi peningkatan serapan P oleh tanaman.

Begitu juga dengan adanya mikrobial pelarut fosfat, serapan hara akan dapat ditingkatkan karena mikrobial pelarut fosfat dengan asam-asam organiknya akan mampu melarutkan hara P dalam tanah yang tadinya tidak tersedia menjadi tersedia yang selanjutnya akan dengan mudah diserap oleh

tanaman. Hal ini sejalan dengan pendapat Prihatini dan Anas (1991) yang menyatakan bahwa inokulasi mikrobia pelarut fosfat yang disertai dengan pupuk P Alam Gresik pada tanah Podsolik Merah Kuning mampu meningkatkan serapan hara P bagi tanaman.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikrobia pelarut fosfat dan inokulasi mikoriza terjadi interaksi terhadap hasil pipilan jagung. Pada taraf 5% semua kombinasi perlakuan inokulasi mikrobia pelarut fosfat dan mikoriza berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi yang tidak diberi inokulasi (p_0m_0) terhadap hasil pipilan jagung. Nilai tertinggi dicapai oleh kombinasi perlakuan p_3m_2 yaitu pada dosis mikrobia pelarut fosfat 15 mL tanaman⁻¹ dan dosis mikoriza 20 g tanaman⁻¹ dengan nilai hasil pipilan jagung sebesar 280.15 g. Hubungan antara inokulasi mikrobia pelarut fosfat dengan hasil pipilan jagung menunjukkan hubungan kuadrat ($Y_0 = 144.80 + 13.029M - 0.6756M^2$, $Y_5 = 160.83 + 13.285M - 0.6311M^2$, $Y_{10} = 166.46 + 15.666M - 0.6749M^2$, $Y_{15} =$

$192.26 + 14.69M - 0.6752M^2$) yang berarti bahwa peningkatan taraf inokulasi mikoriza pada berbagai taraf inokulasi mikrobia pelarut fosfat akan diikuti oleh meningkatnya hasil pipilan jagung sampai batas inokulasi mikoriza 20 g tanaman⁻¹ yang kemudian akan disusul dengan penurunan hasil.

Peningkatan hasil pipilan jagung ini diduga karena mikoriza dengan asam-asam organiknya akan meningkatkan ketersediaan P dalam tanah sedangkan dengan hifanya mikoriza mampu meningkatkan jangkauan serapan P per satuan luasan. Selanjutnya dengan adanya peningkatan ketersediaan P dalam tanah dan peningkatan serapan P oleh tanaman, maka diharapkan akan terjadi pula peningkatan hasil pipilan jagung karena P merupakan unsur yang sangat dibutuhkan dalam pembentukan pipilan jagung. Hal ini sesuai dengan Sieverding (1991) yang menyatakan bahwa akar tanaman yang diinfeksi mikoriza akan memperluas bidang kontak akar dengan tanah hal ini disebabkan mikoriza dengan hifa eksternalnya akan dapat kontak langsung dengan tanah disekitarnya.

Tabel 3. Pengaruh interaksi perlakuan inokulan mikrobia pelarut fosfat (P) dan mikoriza (M) terhadap hasil pipilan jagung

Perlakuan	g tanaman ⁻¹			
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
m ₀	147.91 a	163.64 b	169.03 b	195.09 cd
m ₁	183.72 c	203.03 d	220.18 e	240.32 f
m ₂	216.86 e	239.00 f	263.37 h	280.15 a
m ₃	185.11 c	215.28 e	247.03 fg	257.85 gh

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Selanjutnya adanya mikrobia pelarut fosfat dengan asam-asam organiknya yang mampu meningkatkan kelarutan P tak tersedia menjadi P tersedia dalam tanah, juga akan menyebabkan adanya peningkatan serapan P oleh tanaman yang kemudian akan meningkatkan pula hasil pipilan jagung. Hal ini sejalan dengan Young *et al.*, (1990) yang menyatakan bahwa inokulasi bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan produksi kacang tanah sebesar 20 sampai 73%. Begitu pula dengan Hadijanti Supadi (1991) yang menyertakan bahwa

bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan hasil jagung pada tanah Podsolik Merah Kuning asal Jasinga sebesar 30 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan inokulasi mikrobia pelarut fosfat dan mikoriza terhadap serapan P dan hasil pipilan jagung sedangkan terhadap

ketersediaan P tanah tidak menunjukkan interaksi yang nyata. Sifat mandiri dari perlakuan inokulasi mikrobial pelarut fosfat dan mikoriza berpengaruh nyata terhadap ketersediaan P tanah, serapan P dan hasil pipilan jagung. Nilai tertinggi kombinasi perlakuan inokulasi mikrobial pelarut fosfat dan mikoriza didapat pada dosis mikrobial pelarut fosfat 15 mL tanaman⁻¹ dan dosis mikoriza 20 g tanaman⁻¹ pada serapan P dan hasil pipilan jagung masing-masing sebesar 0.3881 ppm dan 280.15 g tanaman⁻¹. Hubungan inokulasi mikrobial pelarut fosfat dan mikoriza bersifat linear untuk ketersediaan P dan bersifat kuadratik untuk serapan P dan hasil pipilan jagung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DIKTI yang telah memberikan biaya penelitian melalui program Peneliti Dosen Muda. Selain itu terima kasih juga disampaikan kepada Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu atas fasilitas yang diberikan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolan, N.S. 1991. A Critical Review on The Role of Mycorrhizal Fungi in The Uptake of Phosphorus by Plant. *Plant and Soil* 134:189-207.
- Burbey dan R.D.M. Simanungkalit. 1989. Tanggapan Padi Gogo terhadap Inokulasi Mikoriza dengan Pupuk P dan Kapur di Tanah Ultisol. *Risalah Seminar Latihan Penelitian Pertanian dan Bioteknologi Pertanian III*. Sukamandi 13-14 Desember 1989. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian. Proyek Pembangunan penelitian Nasional/NAR-II. Sukamandi.
- Hadijati S, T. 1991. Bakteri Pelarut Fosfat Asal Beberapa Jenis Tanah dan Efeknya Terhadap Pertumbuhan dan hasil Jagung (*Zea mays* L.). Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Prihatini, T dan I. Anas. 1991. Peran Jasad Mikro Pelarut Fosfat terhadap tanaman Jagung di tanah Ultisol. Rangkasbitung dalam Hasil Penelitian Pertanian dan Bioteknologi Pertanian III. *Risalah Seminar latihan magang Penelitian Pertanian dan Bioteknologi Sukamandi*, 13-14 Desember 1989. Bogor.
- Sieverding. E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. GTZ, Dag Hammarsjold Weg 1+2, Eschborn, Germany.
- Subba-Rao, N.S.. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Suwardjo dan Naik Sinukaban. 1986. Masalah Erosi dan Kesuburan Tanah di Lahan Kering PMK di Indonesia. Lokakarya Usahatani Konservasi di Lahan Alang-alang PMK. Palembang.
- Walker, N. 1975. *Soil Microbiology*. Butterworth, London. p:262.
- Young, C.C., C.L. Chen and C.C. Chao. 1990. Effect of Rhizobium, VAM and Phosphat Solubilizing Bacteria on Yield and Mineral Phosphorus Uptake of Crops in Subtropical-Tropical Soils. Dept. of Soil Sci. Taiwan.