

## **PENGARUH APLIKASI Rhizobium DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA (CMA) TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI *Acacia crassicarpa A. cunn. Ex Benth.* PADA MEDIUM TANAH TERDEGRADASI**

Abdul Chalim

Jurusan Teknik Lingkungan, FALTL, Universitas Trisakti, Jl Kyai Tapa No.1, Grogol Jakarta 11440,  
Indonesia

[abdulchalim@trisakti.ac.id](mailto:abdulchalim@trisakti.ac.id)

### **Abstrak**

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh *Rhizobium* dan aplikasi *arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)* pada pertumbuhan bibit *Acacia rassicarpa*. Penelitian dilakukan di rumah kaca pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi Alam dan Hutan Bogor, mulai Januari sampai Juli 2006. Tanah *red-yellow podsolic steril* yang digunakan sebagai medium berasal dari alam yang terdegradasi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Anova dengan Rancangan Acak Lengkap, analisis data menggunakan uji *Ducan's Multiple Range* dan korelasi Pearson. Aplikasi *Rhizobium* dan CMA menunjukkan variasi pada parameter pertumbuhan. Berat kering yang tertinggi dicapai oleh kombinasi galur *Rhizobium S 641* dengan *Gigaspora*, dan kombinasi antara *Rhizobium* galur S 741 dengan *Glomus sp aca*. Respon tertinggi pada tingkat pertumbuhan dan peningkatan berat kering menunjukkan adanya kompatibilitas simbiosis antara Galur *Rhizobium*, spesies AMF dan *A. crassicarpa*.

### **Abstract**

**The Influence of Rhizobium and Arbuscular Mycorrhizal (AMF) application on growth of acacia crassicarpa A. cunn. Ex Berth on the degraded Soil. The research was aimed at studying influence of Rhizobium and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) application on growth of Acacia crassicarpa seeding.** This study was conducted under green house in forest and nature Conseration Research and Development Centre Bogor, from January until July 2006. Red-Yellow Podsolic steril soil from degraded land was taken and used as medium. The experiment design used Completely Randomized Design, Anova, Ducas's Multiple Range Test and Pearson Correlation. Application of Rhizodium and AMF showed various outcomes on growth parameters. The highest of dry weight was reached by combination between *Rhizobium* strain S 641 with *Gigaspora* and combination between *Rhizobium* strain 741 and *Glomus sp aca*. The highest response on growth rate and dry weight improvement indicated that there was symbiotic compatibility among *Rhizobium* strain, species of AMF and *A. crassicarpa*.

Keywords: *A. crassicarpa*, AMF, growth response, *Rhizobium*

### **I. Pendahuluan**

Kegagalan tumbuh beradaptasi semai di lapangan merupakan permasalahan yang sering dihadapi dalam upaya regegetasi lahan terdegradasi. Hal ini antara lain disebabkan oleh kondisi semai yang tidak dapat beradaptasi pada kondisi tanah yang tidak

subur [1]. Oleh karena itu diperlukan semai yang mampu tumbuh sebagai tanaman pioneer pada tanah yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan.

Degradi lahan dan penurunan kesuburan tanah dapat terjadi akibat kerusakan hutan, aktivitas pertambangn, penggunaan alat berat dalam pembukaan lahan, erosi tanah, dan longsor. Lahan terdegradasi dicirikan oleh

tanah atas yang hilang, pemanjangan tanah, pH rendah, kahar unsur hara, akumulasi unsur yang bersifat racun, bahan organic dan aktivitas mikroorganisme rendah [1][2][3].

Degradasi yang terjadi akibat erosi dan longsor banyak terjadi pada lahan-lahan berlereng tanpa vegetasi terutama jenis tanah podzolik merah kuning (PMK) atau ultisol. Jenis tanah yang memiliki penyebaran paling luas di Indonesia [4][5] umumnya memiliki sifat-sifat: tekstur liat, struktur gumpal atau berat, pH rendah, kandungan bahan organic rendah dan kandungan unsur hara rendah [6].

*Acacia crassicarpa* A. Cunn. Ex Benth. Yang merupakan pohon tropis tumbuh cepat ini merupakan penghasil pulp di Asia Tenggara [7]. Jenis pohon yang dapat membentuk nodul dan merambat nitrogen ini [8] mempunyai kemampuan adaptasi yang luas, karena dapat tumbuh pada tanah dengan tingkat kesuburan rendah, pada lahan kritis, Podzol Merah Kuning (PMK) atau Ultisol. Strain *Rhizobium* yang digunakan adalah *isolate* S-641 dan S-741, sedangkan jenis CMA yang digunakan adalah *Glomus clarum*, *Gigaspora* sp. Dan *Glomus* sp. *Aca*. Strain *Rhizobium* dan jenis CMA merupakan koleksi dari Laboratorium Mikrobiologi Hutan, Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi Rhizobium dan CMA terhadap pertumbuhan semai *Acacia crassicarpa*. Di samping itu untuk mendapatkan kombinasi inokulan yang sesuai dan memberikan pengaruh paling baik terhadap pertumbuhan. Diharapkan kombinasi inokulan yang sesuai (*compatible*) akan memberikan respon paling baik terhadap pertumbuhan semai *A. crassicarpa* pada medium tanah terdegradasi.

## 2. Metode Penelitian

Percobaan dilaksanakan dalam rumah kaca dan laboratorium Mikrobiologi Hutan, Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor. Waktu penelitian mulai bulan Januari sampai Juli 2006.

### Rancangan percobaan

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak engkap (*Copletely Randomized Design*) dengan 2 faktor dan 4 ulangan. Faktor yang pertama adalah jenis inokulan *Rhizobium* (A) terdiri dari 2 leel, yaitu strain S641 (A1) dan S 741 (A2). Faktor

yang kedua adalah jenis CMA (B) terdiri atas 3 level, yaitu: *Glomus clarum* (B1), *Gigaspora* sp. (B2), *Glomus* sp *aca* (B3). Jumlah kombinasi perlakuan:  $2 \times 3 + 1$  (control), yaitu A1B1, A1B2, A1B3, A2B1, A2B2, A2B3, dan A0B0. Setiap perlakuan diulang 4 kali, sehingga terdapat  $7 \times 4$  (28) unit perlakuan. Penempatan masing-masing unit perlakuan (*plot sampling*) dilakukan secara acak (*random*). Kontrol ditempatkan secara terpisah untuk menghindarkan terjadinya transfer inokulan pada waktu penyiraman [1].

### Analisis Data

Analisis statistik dilakukan terhadap data yang bersifat kuantitatif, meliputi parameter tinggi semai (TS), diameter semai (DS), dan biomassa/berat kering (BK).

Setiap parameter yang diamati dihitung nilai F menggunakan *table sidik ragam* (Anova), Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*), dengan ulangan sama. Nilai F hitung digunakan untuk mengetahui apakah ada di antara perlakuan yang berbeda nyata.

Jika terdapat perbedaan diantara perlakuan ( $F_{\text{hitung}} > F_{\text{table}}$ ), maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan *Duncan multiple rang test (DMRT)*, untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda nyata. Untuk melihat hubungan dua *variable* tidak bebas (*dependent variable*) menggunakan korelasi Pearson.

### Medium Tanah PMK

Pengambilan tanah terdegradasi sebagai contoh medium tanah, dilakukan pada area hutan penelitian Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam di Haurbentes, Jasinga, kurang lebih 60 km dari Bogor ke arah Rangkasbitung. Pengambilan tanah dilakukan di tiga tempat pada kedalaman antara 0-30 cm berupa tanah campuran top soil dengan lapisan di bawahnya. Selanjutnya tanah dikering-anginkan, dihancurkan, dicampur secara homogen, diayak dengan ukuran 0,5 cm. Sterilisasi menggunakan otoklaf ada temperatur 121°C selama 30 menit [14]. Tanah dimasukkan kedalam polibag individual volume 200 gram.

### Persemaian

Biji *Acacia crassicarpa* direndam air panas 100°C selama semalam [8]. Kemudian biji dikecambahkan pada pasir zeolith yang telah disterilisasi 121°C selama 30 menit.

### Bahan inokulan dan Dosis

Jenis inokulan *Rhizobium* dan CMA merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Hutan, Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam. *Rhizobium* yang digunakan adalah strain S641 dan S741 yang diisolasi dari kawasan tambang batubara Bukit Asam. Dalam percobaan ini digunakan inokulan dalam kultur cair yang mengandung  $10^9$  sel bakteri/ml, dengan dosis 5 ml/semai [15]. Sedangkan jenis CMA yang digunakan adalah *Glomus clarum*, *Gigaspora sp.*, dan *Glomus sp. aca*. Bahan inokulan berupa zeolith yang mengandung spora, hifa eksternal dan potongan akar terkoloni. Dosis inokulan yang digunakan 5 gram per polybag/semai.

### Pengumulan Data

Untuk mengetahui tingkat keuburan tanah PMK, diambil 3 sampel tanah paska sterilisasi. Analisis tanah dilakukan di laboratorium tanah, Balai Penelitian Tanah dan Agroklimat, Departemen Pertanian Bogor. Hasil analisis kemudian dievaluasi untuk menentukan tingkat kesuburan maupun status kandungan unsur. Evaluasi hasil analisis berdasarkan kriteria penilaian hasil analisis contoh tanah dan segitiga tekstur tanah.

### Tinggi Semai (TS) dan Diameter (DS)

Pengukuran TS dan DS dilakukan selama periode 4 bulan, dengan interval 2 minggu sejak penanaman [14].

Aplikasi *Rhizobium* dan CMA meningkatkan kecepatan pertumbuhan pada semua kombinasi perlakuan seperti pada Tabel 1.

Kelompok perlakuan A1B1 (S641 + *Glomus clarum*), A1B3 (S641+ *glomus sp aca*), A2B1(S741 + *Glomus clarum*), dan A2B2 (S741+*Gigaspora sp*) memberikan respon yang sama, peningkatan pertumbuhan berbeda nyata terhadap control (efektifitas sedang). Sedangkan kombinasi perlakuan A1B2 (S641 + *Gigaspora sp*) dan A2B3 (S741+ *Glomus sp. aca*) memberikan hasil tertinggi (efektif), peningkatan kecepatan pertumbuhan berbeda sangat nyata terhadap control (Tabel 1).

Pada umur 4 bulan menjelang panen aplikasi Rhizobium dan CMA meningkatkan TS dan DS pada semua kombinasi perlakuan. Perlakuan A1B1(S641 + *Glomus clarum*), A1B3 (S641+ *glomus sp aca*), A2B1(S741 + *Glomus clarum*), A2B2 (S741+*Gigaspora sp*); memberikan respon yang sama (efektifitas sedang), peningkatan TS dan DS berbeda

### Berat Kering (BK)

Penentuan BK dilakukan paska panen, dengan menimbang setelah pengeringan pada 70°C selama 48 jam.

### 3. Pembahasan

Aplikasi *Rhizobium* dan CMA memberikan respon yang bervariasi terhadap parameter pertumbuhan, yang meliputi TS, BS, dan BK. Berdasarkan analisis statistik dapat dikelompokkan dalam 3 kriteria, yaitu: kombinasi perlakuan yang tidak efektif (tidak berbeda nyata terhadap control), efektifitas sedang, dan efektif (memberikan hasil tertinggi dan berbeda sangat nyata terhadap kontrol).

### Status Tanah PMK

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi Tanah Podzolik Merah Kuning (PMK) atau Ultisol merupakan tanah dengan tingkat kesuburan sangat rendah sampai rendah. Contoh tanah sebagai medium tanam tersebut memiliki tekstur liat, pH sangat rendah, kandungan Al tinggi, kandungan C dan N organic rendah, unsur P baik total maupun ketersediaan sangat rendah, unsur K rendah, Ca sangat rendah, dan Mg rendah.

### Pertumbuhan, TS dan DS

nyata terhadap control. Hasil tertinggi (efektif) dicapai untuk kombinasi perlakuan A1B2 (S641+*Gigaspora sp*) dan A2B3 (S741+ *Glomus sp. aca*), masing-masing dengan TS/DS 24.57 cm /28.55 mm dan 27.02 cm/28.60 mm (Tabel 1).

Unsur N merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman sebagai penyusun klorofil, protein, dan protoplasma. Oleh karena itu peningkatan N meningkatkan pertumbuhan daun, fotosintesis, dan meningkatkan perubahan karbohidrat menjadi protein dan protoplasma [4]. Lebih lajut dikatakan bahwa unsur N sangat diperlukan untuk pertumbuhan vegetative tanaman, seperti; daun, batang, dan akar.

Peran utama CMA adalah meningkatkan penyerapan unsur hara terutama P [3]. Meningkatnya penyerapan P disebabkan oleh perluasan (*grater exploration*) dari hifa eksternal. Bagi tanaman unsur P merupakan zat pembangun, bagian dari inti sel, sitoplasma, dan dinding sel. Unsur P berperan

dalam sintesis khlorofil, respirasi, dan pertumbuhan akar-akar muda.

#### Berat Kering (BK) dan Peningkatan Berat Kering (PBK)

Pada perlakuan A1B1, BK tidak berada nyata terhadap control (tidak efektif). Kecuali perlakuan A1B1, aplikasi *Rhizobium* dan

CMA meningkatkan berat kering pada semua perlakuan. Perlakuan A1B3, A2B1; memberikan respon yang sama (efektifitas sedang), BK berbeda nyata terhadap kontrol. Hasil tertinggi dicapai untuk kombinasi perlakuan A1B2, masing-masing dengan BK 3.23 g/semai dan 2.69 g/ semai (Tabel 1).

**Tabel 1. Pengaruh aplikasi Rhizobium dan CMA terhadap TS, DS, BK, dan PBK pada semai *Acacia crassicarpa***

Kombinasi Perlakuan <i>Rhizobium</i> dan CMA	TS (cm)	DS (mm)	BK (g)	PBK (g)
Kontrol	10,02 a	15.10a	0.38a	0.00
S641+ <i>Globusclarum</i>	17.12 b	20.95b	0.89ab	0.51ab (1.34 x)
S641+ <i>Gigaspora</i> sp	24.57c	28.55c	3.23d	2.85d (7.50 x)
S641+ <i>Glomus</i> sp. aca	16.35c	21.25b	1.44bc	1.06 bc (2.79 x)
S741+ <i>Glomus</i> clarum	18.47b	23.15b	1.63c	1.25 c (3.29 x)
S741+ <i>Gigaspora</i> sp.	16.90b	22.00b	1.93c	1.55 c (4.08 x)
S741+ <i>Glomus</i> sp. aca	27.02c	28.60c	2.69d	2.31 d (6.08 x)

**Keterangan:** Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom, tidak berbeda nyata pada taraf 0.05 menurut uji Duncan (*DMRT*).

BK merupakan indicator pertumbuhan karena mencerminkan semua hasil selama proses pertumbuhan tanaman. Berat kering tersebut meliputi semua bahan hasil fotosintesis, serapan air dan unsur hara yang diolah melalui proses biosintesis.

Inokulasi CMA meningkatkan penyerapan fosfat dan meningkatkan berat kering tanaman. Beberapa peneliti melaporkan bahwa interaksi sinergis *Rhizobium*-CMA-*Leguminosa* meningkatkan penyerapan fosfat, penambatan nitrogen dan peningkatan berat kering. Kemampuan penyerapan unsur fosfat akan lebih optimal pada lahan marginal dengan ketersediaan unsur hara yang rendah [7]. Pada tanah dengan kesuburan rendah tanaman bermikoriza memiliki berat kering yang lebih tinggi.

Hal tersebut menunjukkan bahwa berat kering dipengaruhi oleh status tanah medium semai. Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi contoh tanah pasca sterilisasi tanah PMK pada percobaan ini memiliki tingkat kesuburan sangat rendah sampai rendah.

Pada perlakuan A1B1, PBK tidak berbeda nyata terhadap control (tidak efektif). Pada perlakuan A1B3 dan A2B2; memberikan respon yang sama (efektifitas sedang), PBK berbeda nyata terhadap kontrol. Peningkatan berat kering tertinggi (efektif) dicapai untuk kombinasi perlakuan A1B2, masing-masing

dengan PBK 2,85 g/7,5 kali dan 2,31 g/6,08 kali, terhadap control 0,38 g (Tabel1). Inokulasi dengan strain *Rhizobium* pada tanaman *A. crassicarpa* mampu meningkatkan pertumbuhan semai 214,51 % disbanding control. Inokulasi *Rhizobium* dan CMA pada *Paraserianthes falcataria* meningkatkan berat kering sampai 15 kali lipat pada tanah Ultisol [16].

Terdapat korelasi antara pertumbuhan tinggi dan diameter semai terhadap berat kering [17]. Hal ini sejalan bahwa isolate *Rhizobium* asal lahan asam teruji efektif meningkatkan tinggi, diameter dan berat kering pada semai *Acacia mangium* disbanding control. Sementara itu juga dilaporkan bahwa inokulasi CMA meningkatkan tinggi semai, diameter batang, luas daun dan berat kering pada *Tectona grandis* [18].

**Tabel 2. Korelasi Pearson untuk pertumbuhan**

Korelasi	PBK	BK	DS
TS	**	**	**
DS	**	**	
BK	**		

**Keterangan:** \*\*:Korelasi signifikan pada taraf 0.01, o; Tidak ada korelasi.

**Variasi pengaruh aplikasi Rhizobium dan CMA terhadap semai *A crassicarpa***

Kombinasi perlakuan antara strain *Rhizobium* S641 dengan CMA jenis *Glomus clarum* (A1B) memberikan respon yang tidak efektif, peningkatan TS dan DS berbeda nyata dengan control, tetapi peningkatan BK tidak berbeda nyata. Kombinasi strain S641 dengan CMA jenis *Glomus sp. aca* (A1B3), memberikan respon dengan efektifitas sedang, peningkatan terhadap TS, DS dan BK berbeda nyata terhadap control. Akan tetapi strain yang sama (S641), memberikan hasil tertinggi (efektif) apabila dikombinasikan dengan CMA jenis *Gigaspora sp* (A1B2), peningkatan TS, DS dan BK berbeda sangat nyata terhadap control (Tabel 3).

Efektifitas penambatan N<sub>2</sub> merupakan resultan dari faktor genetis tanaman dan faktor lingkungan. Peningkatan pertumbuhan dan status nutrisi berkoreasi dengan persentase koloni CMA, yang bervariasi terhadap kondisi tanah dan lingkungan [18]. Terdapat kopalibilitas yang spesifik antara tanaman inang dengan *Rhizobium* dan CMA dalam simbiosis tiga arah (*tripartite symbiosis*).

Tabel 3. Pengaruh aplikasi *Rhizobium* dan CMA terhadap BK pada semai *Acacia crassicarpa*

Jenis CMA				
	<i>Glomus clarum</i> (B1)	<i>Gigaspora</i> sp. (B2)	<i>Glomus sp. aca</i> (B3)	
Kontrol	0.38a			
Strain	S641 (A1)	0.89 ab	3.23 d	1.44 bc
<i>Rhizobium</i>	S741 (A2)	1.63 c	1.93 c	2.69 d

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama dalam, tidak berbeda nyata pada taraf 0.05 menurut uji Duncan (DMRT)

#### 4. Kesimpulan

1. Aplikasi *Rhizobium* dan CMA memberikan respon hasil yang bervariasi terhadap peningkatan tinggi semai, diameter semai dan peningkatan berat kering pada semai *Acacia crassicarpa*.
2. Aplikasi *Rhizobium* CMA memberikan respon terbaik terhadap peningkatan berat kering pada kombinasi S 641+ *Gigaspora* sp yang menghasilkan berat kering sebesar 3,23 g/semai dengan peningkatan 7,5 kali dan kombinasi S741+*Glomas* sp *aca* yang menghasilkan berat kering sebesar 2,69 g/semai dengan peningkatan 6,08 kali.

3. Respon terbaik menunjukkan adanya kompatibilitas antara semai *Acacia crassicarpa* terhadap S641+*Gigaspora* sp. Dan S741+*Glomus* sp *aca*.

#### Daftar pustaka

- [1] Setiadi, Y., 1999, Status Penelitian dan Pemanfaatan Cendawan mikoriza arbuskula dan Rhizobium untuk Merehabilitasi Lahan Terdegradasi Dalam Setiadi, Y.S., Hadi, E. Santoso, M. Turjaman, R.SB. Irianto, R., Prematuri, D., Maryanti, R. Widopratitiwi (eds). Prosiding Seminar nasional Mikoriza I: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan dalam Meningkatkan Produktifitas Lahan di Bidang Kehutanan, Perkebunan, dan Pertanian di Era Milenium Baru. P3H&K, Bogor. Hal 11-23
- [2] Suciatmih, Suliasih, N. Hidayati. 1977. Application of microsymbiont and organic fertilizer on fast growing legume trees for reclamation of degrade lands. In Smith, F.A., K. Kramadibrata, R.D.M. Simanungkalit, N. Sukarno, S.T. Nuhamara (eds): Proceeding of International Conference on Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystem. Research and Development Center for Biologi LIPI Bogor Agricultural University – The University of Adelaide, Australia. Hal. 181-187
- [3] Pujiharta, A.E. Santoso, Hendromono, Y. Sumarna, R. SB. Irianto, M. Turjaman, I.R. Sitepu, & E. Widyati, 2003, Analysis of Soil Physical and chemical characteristic, biological properties and water as preliminary studies for rehabilitation of mining area of PT Semen Cibinong, Forest and nature Conservation R and D Centre, Ministry of Forestry.
- [4] Sarief, E.S. 1985, Konservasi tanah dan air. Pustaka Buana, bandung: xiii + 146 hlm.
- [5] Setyaningsih, L., Y. Munawar & M. Turjaman, 1999, Efektifitas cendawan mikoriza arbuskula dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan Bitti. Dalam Setiadi, Y., S. Hadi E. Santoso, M. Turjaman, R. SB. Irianto, R. Prematuri, D. Maryanti, R. Widopratitiwi (eds). Prosiding seminar nasional mikoriza I: Pemanfaatan cendawan mikoriza sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan dalam Meningkatkan Produktifitas Lahan di Bidang Kehutanan, Perkebunan, dan Pertanian di Era Milenium Baru. P3H&K, Bogor. Hal 192-203
- [6] Murniati, 2005, Aplikasi inokulum Cendawan Vesikular – Arbuskular terhadap Mikoriza dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan pohon di lahan alang-alang. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 2 (4): 319-338

- [7] Midgley, S.J. & J.W. Turnbull, 2003, Domestication and use of Australian acacis: case studies of five importantspecies. *Australian Systematic Botany* (16): 89-102
- [8] Ducoussou, M., A. Galiana, G. Chaix, & Y. Prin, 2004, Relative infectivity of two *Pisolithus* spp. strains inoculated to the nitrogen – fixing legume tree *Acacia crassicarpa* A.Cunn. ex Benth, in a field experiment in Madagascar, *European Journal of Soil Biology* 40: 105-111
- [9] Nirsatmanto, A. 1999, Phenotype and genotype correlation between growth trait and form trait on *Acacia crassicarpa* seedling seed orchards. *Buletin Penelitian Pemuliaan Pohon* 3 (1): 28-36
- [10] Prasetya, B., 1999, Studi serapan P tanaman jagung bermikoriza dengan pemberian bahan organic dan batuan pospat pada tanah Ultisol. Dalam Setiadi, Y., S. Hadi, E. Santoso, M. Turjaman, R. SB. Irianto, R. Prematuri, D. Maryanti, R. Widopratitiwi (eds). Prosiding seminar nasional mikoriza I: Pemanfaatan cendawan mikoriza sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan dalam Meningkatkan Produktifitas Lahan di Bidang Kehutanan, Perkebunan, dan Pertanian di Era Milenium Baru. P3H&K, Bogor. Hal 357-363
- [11] Marx, J.L., 1991, Revolusi Bioteknologi (terj.) oleh Wildan yatim, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta:xiii+513 hlm
- [12] Jia, Y., V.M. Gray & C.J. Staker, 2004, The influence of *Rhizobium* and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Nitrogen and Phosphorus accumulation by *Vicia faba*. *Annals of botany* 94: 251-258
- [13] Duponnois, R., A. Colombert, V. Heim, J. Thioulouse, 2005, The Mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of acacia holocericea. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 1460-1468
- [14] Munro, R.C., J. Wilson, J Jefwa, & K.W. Mbutia, 1999, A low-cost method of mycorrhizal inoculation improves growth of *Acacia tortilis* seedlings in the nursery. *Forest Ecology and Management* 113: 51-56
- [15] Sarr, A., B. Diop, R. Peltier, M. Neyra & D.Lesueur, 2004, Effect of rhizobial inoculation methods and host plant provenances on nodulation and growth of *Acacia senegal* and *Acacia nilotica* New Forest 00:1-13
- [16] Suhardi, M. Naiem, B. Radjagukguk, O. karyanto, J. Widada, W.W., Wienarni,T.Herawan, 1997, Interaction among progenies/provenance's of Sengon (*Paraserianthes falcataria*), arbuscular mycorrhizal and rhizobial isolates grown on Utisol soil. In Smith, F.A., K. Kramadibrata, R.D.M. Simanungkalit, N. Sukarno, S.T. Nuhamara (eds): *Proceeding of International Conference on Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystem*. Research & Developmnet Centre for Biology LIPI Bogor Agricultural University – The University of Adelaide, Australia. Hal 217
- [17] Santoso, E. 2005, Aplikasi teknologi mikroba simbiotik untuk mempercepat rehabilitasi hutan dan lahan terdegradasi. Biro Kerjasama Luar Negeri, Sekjen Departemen Kehutanan
- [18] Rajan, S.K., B.J.D. Reddy , & D.J. Bagyaraj, 2000, Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona grandis*. *Forest Ecology and Management* 126: 91-95