

PEMANFAATAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR PADA BIBIT MANGGIS YANG DIKULTUR SECARA *IN-VITRO* PADA TAHAP AKLIMATISASI

Zulfadly Syarif, Benni Satria, Nasrez Akhir *)

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan CMA pada bibit gambir yang dikultur secara *in-vitro* dan hubungannya dengan, infektivitas CMA jenis indigen dan jenis introduksi. Hubungan itu lebih ditekankan pada infektivitas CMA, pertumbuhan akar dan serapan hara, karakteristik tumbuh, dan sifat agronomis tanaman pada tahap aklimatisasi.

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dirancang menurut rancangan acak lengkap kelompok berpola faktorial $4 \times 3 \times 6$ dan dilakukan di lapangan dengan mengkaji 4 jenis tipe gambir yang berupa planlet (Udang, Riau kecil, Riau besar dan Cubadak) yang diaklimatisasi pada 6 jenis media aklimatisasi (tanah + pupuk kandang, tanah+pupuk kandang + arang sekam, tanah+pasir arang sekam, pupuk kandang+pasir + arang sekam, tanah+pasir+pupuk kandang, dan tanah + pasir + pupuk kandang arang sekam) yang diinokulasikan dengan CMA tiga jenis (*Glomus etunicatum*, *Glomus manihotis*, dan *Gigaspora margarita*, serta tanpa CMA) dan hubungannya dengan adaptivitas terhadap lingkungan aklimatisasi. Adaptivitas lebih ditekankan pada sistem perakaran, serapan hara, dan karakteristik tumbuh bibit gambir.

Variabel respons yang diamati dianalisis dengan sidik ragam univariat dan dilanjutkan dengan Uji BNT.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat infeksi *Glomus manihotis* pada akar bibit gambir umur 6 bulan lebih tinggi daripada *G. etunicatum* dan *G. margarita*.

Tingkat infeksi tertinggi dari semua jenis CMA tersebut ditemukan pada bibit gambir yang diaklimatisasi pada media tanah+pupuk kandang+pasir+arang sekam. Inokulasi dengan *Glomus manihotis* lebih efektif daripada *G. etunicatum* dan *G. margarita* terhadap kandungan P, persentase hidup bibit, tinggi bibit, jumlah daun bibit, panjang akar, tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, bobot kering batang, bobot kering akar, kebergantungan terhadap CMA, dan nilai pupus akar pada bibit gambir tipe cubadak pada semua media aklimatisasi, tetapi media aklimatisasinya yang terbaik adalah media tanah+pupuk kandang+pasir+ arang sekam.

Disarankan untuk meningkatkan pertumbuhan bibit gambir tipe cubadak yang lebih baik pada media aklimatisasi tanah+psir+pupuk kandang+arang sekam yang diinokulasi dengan jenis dan dosis CMA.

Key Words : CMA, Tipe Gambir, Media aklimatisasi, *in vitro*

*) Tim Peneliti Dana Penelitian Dasar 2006 dan Dosen Faperta Unand

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bibit gambir yang dikultur secara *in-vitro* gagal tumbuh dengan baik pada tahap aklimatisasi karena akar tidak berkembang dengan baik. CMA dapat mengatasi masalah tersebut karena CMA efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman yang berakar jelek karena cendawan itu efektif memfasilitasi akar menyerap hara dan air serta meningkatkan pertumbuhan akar sehingga adaptifitas bibit gambir pada lingkungan baru dapat lebih baik

Sistem perakaran bibit gambir yang dikultur secara *in-vitro* tidak berkembang dengan baik, dimana akarnya sedikit, tumbuh lambat, dan mudah rusak akibat lingkungan aklimatisasi. Permasalahan akar itu dapat diatasi dengan CMA karena CMA meningkatkan pertumbuhan akar, daerah jelajah akar, dan memfasilitasi akar menyerap hara dan air dari dalam tanah. Melalui seleksi CMA diharapkan ada CMA Jenis yang efektif untuk mengatasi permasalahan akar bibit gambir yang dikultur secara *in-vitro* pada tahap aklimatisasi.

Peluang mengembangkan perkebunan gambir secara komersial dalam skala luas masih sangat besar di Indonesia karena tersedia lahan yang cukup, iklim yang sesuai, dan tenaga kerja yang melimpah, tetapi peluang itu sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Khususnya di Sumatera Barat, pertanaman gambir diusahakan pada lahan dengan kemiringan 20%, dan rencana pengembangan gambir pada lahan berpotensi seluas 1500. ha dan terrealisasi baru seluas 500 ha sampai tahun 2005. Salah satu persoalan yang dihadapi pada tanaman gambir adalah rendahnya produktivitas hasil. Produktivitas dan kualitas hasil sangat tergantung pada bahan tanaman yang digunakan. Makin baik bahan tanaman makin tinggi produksi dan kualitas hasil yang diperoleh. Sampai saat ini belum diperoleh varitas unggul gambir. Dari hasil studi di daerah sentra produksi ditemukan empat tipe secara morfologis.

Keempat tipe tersebut adalah tipe Undang, Cubadak, Riau kecil dan Riau besar. Dari informasi petani, tipe undang mempunyai kandungan getah yang paling tinggi, tetapi petani tidak mengusahakan gambir secara terpisah diantara masing-masing tipe itu, melainkan dengan budidaya tercampur dalam satu kebun, dimana kualitas katechin dan tannin yang terkandung dalam tanaman gambir yang dipanen menjadi rendah. Hal

ini diduga karena gambir termasuk tanaman menyerbuk silang dimana gamet jantannya terletak dibawah gamet betina dalam satu bunga yang matangnya tidak sama, sehingga hasilnya akan tercampur dan heterozigositasnya tinggi.

Teknik kultur jaringan merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk membantu memurnikan kembali tipe gambir yang tercampur pada waktu penanaman dan hasil panen, sehingga nantinya akan diperoleh tipe tanaman gambir yang memiliki kualitas hasil yang lebih baik dalam jumlah yang banyak, waktu relatif singkat dan bebas penyakit sistemik. Perbanyakkan keempat tipe gambir secara *in-vitro* mempunyai banyak keunggulan, tetapi tetap masih menemui banyak hambatan, terutama perakaran planlet yang terbentuk terbatas sehingga sering mengalami kegagalan sewaktu dilakukan aklimatisasi. Bibit gambir gagal untuk tumbuh dengan baik pada tahap aklimatisasi dirumah kaca akibat sistem perakarannya terbatas dan suhu tinggi.

Alternatif pemecahan masalah itu dapat dilakukan dengan inokulasi CMA pada bibit yang berasal dari planlet keempat tipe gambir karena cendawan itu memberikan tanggapan positif terhadap tanaman yang berakar kurang baik (Khalil *et al.*, 1994). Hal itu terjadi karena CMA mampu memperluas daerah jelajah akar dan menpertumbuhan akar (Suhardi *et al.*, 1999), membebaskan hara terikat menjadi tersedia bagi tanaman dan memfasilitasi akar menyerap hara dan air dari dalam tanah (Simanungkalit, 2000). CMA meningkatkan persentase hidup bibit yang diperbanyak secara *in-vitro* (Schultz *et al.*, 1999), mempercepat pertumbuhan bibit sehingga mengurangi waktu pemeliharaan di pembibitan (Suprianto *et al* 1999), dan meningkatkan pertumbuhan akar, penyerapan P bibit gambir (Syarif, 2001). Sementara peneliti lain menemukan bahwa CMA tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman (Smith *et al*, 1999). Perbedaan itu berkaitan dengan hubungan antara kecocokan tanaman dengan CMA (Widden *et al.*, 1999) dan kondisi lingkungan tumbuhnya (Smith *et al.*, 1999). Efektivitas CMA tinggi jika CMA yang digunakan berasal dari rizosfernya sendiri (CMA indigen) atau jenisnya yang sama dengan CMA indigen karena di samping cocok dengan inangnya, CMA tersebut juga telah beradaptasi dengan baik pada lingkungan tumbuhnya. Identifikasi CMA pada rizosfer gambir telah dilakukan penelitian sebelumnya. Salah satu di antaranya *Glomus etunicatum* ditemukan di

semua lokasi sampel, sedangkan *Glomus manihotis* terbatas pada beberapa lokasi saja. CMA jenis lainnya, seperti *Gigaspora margarita* tidak termasuk ke dalam jenis itu, namun CMA itu telah terbukti efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman perkebunan (Baon, 2000) dan kehutanan (Suciatmih *et al.*, 1999). Walaupun CMA beragam ditemukan pada rizosfer gambir, namun keberadaannya dipertanyakan. Apakah keberadaan itu menguntungkan atau merugikan atau tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman gambir terutama bibit yang diperbanyak secara *in-vitro* baik di pembibitan maupun di lapangan

B. Tujuan dan Sasaran Penelitian

Penelitian dilakukan bertujuan untuk mengkaji respons bibit gambir yang diperbanyak secara *In vitro* terhadap CMA. Responsnya itu terutama ditekankan pada aktivitas CMA, kandungan hara, sistem perakaran, karakteristik tumbuh, dan sifat-sifat agronomis bibit gambir yang dikultur secara *in-vitro* pada tahap aklimatisasi.

Sasaran yang ingin dicapai adalah untuk menentukan media aklimatisasi yang cocok dan CMA jenis efektif dalam meningkatkan adaptivitas dan pertumbuhan bibit gambir yang dikultur secara *In vitro* pada tahap aklimatisasi. Sasaran akhirnya adalah untuk mendapatkan bibit gambir klon unggul dengan sistem perakaran yang baik dan tumbuh cepat serta masa juvenilnya diharapkan juga dapat dipersingkat.

II. DESAIN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama 8 bulan yang dimulai bulan Februari 2006 dan berakhir bulan September 2006. Percobaan dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Mapeni Indarung Padang, dan laboratorium kultur jaringan jurusan BDP serta Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang yang terletak pada ketinggian 150 m dari permukaan laut.

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang terdiri atas dua faktor yang dirancang menurut rancangan acak kelompok berpola faktorial 4 x 6 x 3. Faktor pertama adalah empat tipe gambir yang berasal dari planlet gambir (Udang, Cubadak, Riau besar dan Riau kecil), dan faktor kedua inokulasi 3 jenis CMA (*Glomus etunicatum*, *Glomus maniholis*, dan *Gigaspora margarita*) dan kontrol, serta faktor

ketiga adalah 6 jenis media aklimatisasi (tanah+pupuk kandang, tanah+pasir, pupuk kandang+pasir, dan tanah+pasir pupuk kandang). Pada percobaan ini dikaji 72 kombinasi perlakuan yang diulang 3 kali (terdapat 216 unit percobaan). Pada setiap unit perlakuan terdapat 9 tanaman, lima diantaranya digunakan untuk mengkaji variabel respons karakteristik tumbuh bibit gambir mulai bibit berumur 2 bulan setelah perlakuan sampai bibit berumur 10 bulan. Untuk keperluan itu, tanaman dibongkar satu batang setiap 2 bulan. Tiga tanaman dibongkar umur 10 bulan setelah perlakuan, masing-masing digunakan untuk menentukan aktivitas CMA, serapan hara, dan sifat-sifat agronomis bibit gambir, serta satu tanaman lagi sebagai cadangan.

Kandungan hara tanaman yang dianalisis hanya P akar dan tajuk yang dilakukan menurut metode Hakim *et al.* (1994). Penentuan karakteristik tumbuh (nisbah luas daun, laju asimilasi bersih, dan laju tumbuh relatif) mengacu kepada penghitungan Van der Werf (1996). Luas daun ditentukan dengan mengukur semua daun yang ada pada bibit gambir dan pengukurannya dengan menggunakan *automatic leaf area meter*, sedangkan penimbangan bobot kering semua bagian tanaman (daun, batang, dan akar) dilakukan setelah dikeringkan dalam oven pada suhu 105 oC selama 48 jam.

Sifat-sifat agronomis bibit gambir yang diamati adalah tinggi tanaman, luas daun, diameter batang, panjang akar, jumlah cabang akar, bobot kering, bobot kering batang, bobot kering akar, nisbah pupus akar, dan bobot kering total tanaman. Pada penelitian ini juga ditentukan kebergantungan terhadap CMA yang dihitung menurut metode Khalil *et al.* (1994).

Sebagai data penunjang adalah kandungan hara media tumbuh dan unsur iklim. Kandungan total hara tanah, yaitu kandungan total C, N, P, K, pH, dan CIN ditetapkan dari media tumbuh dan tanah lubang tanam di lapangan (setelah inkubasi) yang telah siap digunakan untuk penanaman bibit gambir. Analisisnya ditentukan menurut prosedur yang dilakukan Hakim *et al.* (1984). Data penunjang lainnya adalah unsur iklim yang mencakup, suhu minimum dan maksimum, kelembaban udara, relatif, curah hujan, dan penyinaran matahari yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Gunung Nago, Padang, Sumatera Barat.

Variabel respons data penunjang tidak dianalisis secara statistika, sedangkan variabel respon lainnya dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT 5 %, untuk mengetahui besarnya peran infeksi CMA, kandungan P tanaman, serta sifat-sifat agronomis di pembibitan dan di lapangan dilakukan dengan sidik ragam.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberi sumbangan pada pengembangan bioteknologi, khususnya kultur jaringan. Sumbangan itu antara lain dapat menentukan langkah strategis dengan dasar ilmiah yang kuat melalui pengayaan konsep ekologis dan fisiologis khususnya dalam meningkatkan metabolik sekunder berupa kandungan tannin dan katechin yang berasal dari bibit gambir hasil kultur jaringan, dan pemanfaatan CMA dalam hubungannya dengan pertumbuhan akar bibit gambir yang dikultur secara *In vitro* yang adaptivitasnya rendah pada tahap aklimatisasi karena akarnya tidak berkembang dengan baik. Melalui pengayaan konsep itu dapat dibangun hipotesis baru yang kebenarannya dapat diandalkan, terutama dalam pemanfaatan CMA pada bibit yang diperbanyak secara *In vitro*.

Hasil percobaan diharapkan dapat memberi sumbangan pada pengembangan teknologi budidaya pertanian, khususnya budidaya tanaman gambir. Sasaran praktisnya adalah menyeleksi CMA jenis efektif meningkatkan pertumbuhan akar bibit gambir hasil kultur jaringan. Melalui informasi tersebut dapat ditindaklanjuti bagaimana pertumbuhannya jika bibit gambir itu dipindahkan ke lapangan dan apakah CMA itu masih tetap efektif dan mampu berkompetisi dengan CMA alami.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Infeksi CMA, dan kandungan Fospor (P)

Efek CMA dan media aklimatisasi tidak saling menentukan secara bermakna terhadap tingkat infeksi CMA (Tabel 1), tetapi efek dari media aklimatisasi atau jenis CMA secara tunggal berpengaruh nyata terhadap tingkat infeksi CMA. Tingkat infeksi *G. etunicatum* sama dengan *G. manihotis*, tetapi lebih tinggi daripada *G. margarita* dan tanpa CMA. Tingkat infeksi CMA pada media aklimatisasi tanah+pasir+pupuk kandang sama dengan tanah+pupuk kandang, dan tanah+pupuk kandang +pasir+arang sekam tetapi ketiganya lebih tinggi daripada tanah+pasir, dan tanah + pasir + pupuk

kandang, dan pupuk kandang+pasir. Tingkat infeksi *G. etunicatum* dan *G. manihotis* yang diperoleh itu ternyata tergolong tinggi, sedangkan tingkat infeksi *G. margarita* tergolong sedang. Kenyataan seperti itu membuktikan bahwa *G. etunicatum* dan *G. manihotis* merupakan jenis CMA yang cocok hidup pada lingkungan rizosfer bibit gambir, sedangkan media aklimatisasi yang baik untuk tingkat infeksi semua CMA adalah tanah+pupuk kandang+pasir dan tanah+pasir + pupuk kandang + arang sekam.

Selanjutnya kandungan Fosfor bibit gambir hasil kultur *in-vitro* yang hidup ditentukan oleh interaksi antara jenis CMA dan media aklimatisasi (Tabel 1). Kandungan fosfor bibit gambir *in-vitro* yang hidup pada tahap aklimatisasi dengan CMA jenis *G. etunicatum* dan *G. manihotis* hampir sama untuk semua media aklimatisasi kecuali tingkat infeksinya lebih tinggi pada media aklimatisasi tanah+pasir + pupuk kandang + arang sekam, tetapi keduanya lebih tinggi daripada CMA jenis *G. margarita* dan tanpa CMA.

Tabel 1. Tingkat infeksi CMA pada akar bibit gambir, dan kandungan fosfor bibit gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan pada berbagai media aklimatisasi dan jenis CMA.

Media aklimatisasi (M)	Jenis CMA (J)				Rerata
	Tanpa CMA	<i>G. etunicatum</i>	<i>G. manihotis</i>	<i>G. margarita</i>	
 Infeksi CMA (%)				
Tanah	0,0	74,9	70,6	58,5	50,8 a
Tanah+Pukan+A. sekam	0,0	65,6	64,6	55,4	45,6 b
Tanah+ pasir +A. sekam	0,0	63,3	64,1	54,9	45,3 b
P. Kandang+Pasir+A. Sekam	0,0	76,9	78,6	59,2	52,1 a
Tanah+Pasir+ Pukan	0,0	71,5	75,4	58,3	51,3 a
Tanah+Pasir+Pukan+A. Sekam	0,0	77,2	79,8	65,9	55,7 a
Rata-rata	0,0 C	71,6 A	72,1 A	58,7 B	
 Kandungan Fosfor Bibit (ppm)				
Tanah	0,12 de DE	0,15 b B	0,15 b B	0,14 bc BC	
Tanah+Pukan+A. sekam	0,11 ef EF	0,14 bc BC	0,13 cd CD	0,13 cd CD	
Tanah+ pasir +A. sekam	0,10 f F	0,13 cd CD	0,13 cd CD	0,12; de DE	
P. Kandang+Pasir+A. Sekam	0,13 cd CD	0,17 a A	0,16 ab AB	0,15 b B	
Tanah+Pasir+ Pukan	0,11 cf EF	0,13 cd CD	0,14 bc BC	0,14 bc BC	
Tanah+Pasir+Pukan+A. Sekam	0,14 b BC	0,17 a A	0,18 a A	0,15 b B	

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Sebaliknya untuk semua jenis CMA, persentase bibit gambir kandungan fosfor dengan media aklimatisasi tanah+pasir+pupuk kandang + arang sekam hampir sama dengan tanah+pupuk kandang + pasir, tetapi keduanya lebih tinggi daripada tanah+pasir dan pupuk kandang+pasir. Hal itu terjadi karena CMA jenis itu cocok dengan bibit gambir yang diaklimatisasi pada media tanah+pasir+pupuk kandang+ arang sekam yang tercermin dari peningkatan tingkat infeksi yang tertinggi, kandungan P tertinggi seperti tersaji pada Tabel 1. Kecocokan tersebut menyebabkan CMA jenis *G. etunicatum* mampu memperluas daerah perakaran dan membantu akar menyerap hara dan air dari dalam tanah, sehingga permasalahan akar yang terbatas seperti dikemukakan pada latar belakang dapat teratasi.

2. Persentase hidup bibit, tinggi bibit dan jumlah daun bibit gambir

Persentase hidup bibit,dan tinggi bibit gambir hasil kultur *in-vitro* ditentukan oleh interaksi antara jenis CMA dan media aklimatisasi (Tabel 2), interaksi antara tipe gambir dengan jenis CMA dan interaksi antara tipe bibit dengan media aklimatisasi (Tabel 3 dan 4).

Selanjutnya jumlah daun (Tabel 4) bibit gambir hasil hasil kultur *in-vitro* ditentukan oleh interaksi tipe bibit dengan media aklimatisasi. Persentase bibit hidup, tinggi bibit gambir *in-vitro* pada media aklimatisasi tanah +pasir + pupuk kandang+ arang sekam dengan CMA jenis *G. manihotis* lebih tinggi dibandingkan perlakuan. Persentase bibit hidup,tinggi bibit , dan jumlah daun bibit gambir hasil kultur jaringan dari gambir tipe cubadak yang ditanam pada media tanah + pupuk kandang + pasir + arang sekam dan yang diinokulasikan dengan CMA jenis manihotis menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Hal itu terjadi karena CMA jenis itu cocok dengan bibit gambir tipe cubadak yang diaklimatisasi pada media tanah+pasir+pupuk kandang + arang sekam yang tercermin dari peningkatan persentase hidup bibit, tinggi tanaman, jumlah daun seperti tersaji pada Tabel 2, dan 3 .

Kecocokan tersebut menyebabkan CMA jenis *G. manihotis* mampu memperluas daerah perakaran bibit gambir dan membantu akar menyerap hara dan air dari dalam tanah, sehingga permasalahan akar yang terbatas seperti dikemukakan

pada latar belakang dapat teratasi. Peneliti lain juga telah membuktikan bahwa CMA manihotis meningkatkan persentase hidup, tinggi tanaman, dan jumlah daun sengon (Suhardi *et al.*, 1999).

Jumlah daun bibit gambir berbagai tipe umur 6 bulan hanya ditentukan oleh interaksi CMA berbagai jenis dan media aklimatisasi. Jumlah daun terbanyak diperoleh dengan CMA jenis *G. manihotis* lebih tinggi daripada *G. etunicatum*, *G. margarita* dan tanpa CMA. Pada semua jenis media aklimatisasi, inokulasi CMA meningkatkan luas daun bibit gambir hasil kultur *in-vitro* pada tahap aklimatisasi. Inokulasi *G. manihotis* paling efektif meningkatkan pertumbuhan daun yang diaklimatisasi pada media tanah+pupuk kandang+pasir+ arang sekam.

Tabel 2. Pesenrtase hidup dan tinggi bibit gambir, hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan pada berbagai media aklimatisasi dan inokulasi CMA

Media aklimatisasi (M)	Jenis CMA (J)			
	Tanpa CMA	<i>G. etunicatum</i>	<i>G. manihotis</i>	<i>G. margarita</i>
..... Persentase Hidup Bibit (%)				
Tanah	50,00 ^{ef} EF	55,83 ^{cd} CD	59,17 ^{bc} BC	60,83 ^b B
Tanah+Pukan+A.sekam	47,50 ^{fg} FG	52,50 ^e E	56,67 ^{cd} CD	55,00 ^{cd} CD
Tanah+ pasir +A.sekam	41,67 ^{hij} HIJ	43,33 ^{ghi} GHI	46,67 ^{fg} FG	45,00 ^{gh} GH
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	37,50 ^j J	40,83 ^{ij} IJ	42,50 ^{hi} HI	44,17 ^{gh} GH
Tanah+Pasir+ Pukan	46,67 ^{fgh} FGH	51,67 ^e E	54,17 ^{de} DE	55,83 ^{cd} CD
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	50,83 ^{ef} EF	60,83 ^b B	68,33 ^a A	62,50 ^b B
..... Tinggi Bibit (cm).....				
Tanah	13,08 ^b B	13,45 ^B B	14,48 ^a A	14,18 ^a A
Tanah+Pukan+A.sekam	12,25 ^{cd} CD	13,11 ^b B	13,36 ^b B	13,11 ^b B
Tanah+ pasir +A.sekam	11,09 ^d D	11,68 ^d D	11,69 ^d D	12,03 ^{cd} CD
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	10,78 ^e E	11,19 ^d D	11,46 ^d D	11,52 ^d D
Tanah+Pasir+ Pukan	10,83 ^e E	11,85 ^{cd} CD	12,03 ^{cd} Cd	11,98 ^{cd} CD
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	13,58 ^a B	13,58 ^a B	15,35 ^a A	14,58 ^a A

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Kenyataan itu terjadi karena CMA jenis itu paling efektif menginfeksi akar, meningkatkan pertumbuhan akar, dan meningkatkan kandungan P tanaman (Tabel 1) menyebabkan pertumbuhan daun juga akan meningkat. Hasil yang diperoleh ternyata sejalan dengan Omon (1999) yang menemukan bahwa CMA meningkatkan jumlah daun bibit *Shorea leprosula*.

Tabel 3. Pesentase hidup, tinggi bibit, dan jumlah daun pada berbagai tipe gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan pada berbagai inokulasi CMA

Tipe Bibit Gambir (G)	Jenis CMA ©			
	Tanpa CMA	<i>G. etunicatum</i>	<i>G. manihotis</i>	<i>G. margarita</i>
..... Persentase Hidup Bibit (%)				
Udang	62,78 de DE	68,40 bc BC	72,78 b B	65,56 cd CD
Riau	55,56 f F	60,00 e E	67,78 bc BC	71,67 b B
Cubadak	61,11 e E	74,44 b B	78,78 a A	73,33 b B
..... Tinggi Bibit (cm)				
Udang	15,15 f F	16,28 e E	17,19 c C	17,10 c C
Riau	15,23 f F	16,30 e E	16,67 d D	16,67 d D
Cubadak	17,34 b B	16,94 c C	18,82 a A	17,82 b B
..... Jumlah daun				
Udang	11,33 e E	12,28 d D	13,72 b B	12,39 cd CD
Riau	10,78 f F	12,39 cd CD	13,39 b B	12,00 d D
Cubadak	12,33 cd CD	13,50 b B	14,61 a A	12,83 c C

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

3. Panjang akar, bobot kering akar bibit gambir

Panjang akar utama dan bobot kering akar ditentukan oleh efek interaksi antara edia aklimatisasi dan jenis CMA (Tabel 5). Pada semua media aklimatisasi, inokulasi CMA meningkatkan panjang akar utama, dan bobot kering akar bibit manggis hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan pada tahap aklimatisasi. Peningkatan panjang akar utama dan bobot kering akar pada tanaman gambir yang diinokulasi dengan semua jenis CMA diperoleh pada media aklimatisasi tanah+pasir+pupuk kandang+ arang sekam dan peningkatan itu cenderung

menurun jika diaklimatisasikan berturut-turut pada media tanah+pupuk kandang; tanah+pasir;pupuk kandang+pasir, tanah + pasir +pupuk kandang

Perbedaan respons tanaman terhadap CMA pada berbagai media aklimatisasi disebabkan oleh perbedaan kemampuan CMA menginfeksi akar, meningkatkan pertumbuhan akar, serapan hara, pertumbuhan daun bibit seperti tersaji pada Tabel 1-5). Fakta itu tampaknya dapat dipahami karena bukti menunjukkan bahwa *G. manihotis* lebih efektif menginfeksi akar, meningkatkan kandungan hara, meningkatkan pertumbuhan akar dibandingkan dengan *G. etimicatum*s, *G. margarita*, dan tanpa CMA pada semua media aklimatisasi.

Tabel 4. Persentase hidup, dan tinggi bibit berbagai tipe gambir, hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan pada berbagai media aklimatisasi

Media aklimatisasi (K)	Tipe Gambir (G)		
	Udang	Riau	Cubadak
 Persentase Hidup Bibit (%)		
Tanah	75,00 cd CD	71,67 d D	79,17 c C
Tanah+Pukan+A.sekam	75,83 ed CD	65,83 e E	70,00 d D
Tanah+ pasir +A.sekam	58,33 g G	54,17 b B	64,17 ef EF
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	53,33 g G	63,33 ef EF	60,83 f F
Tanah+Pasir+ Pukan	65,83 e E	76,33 c C	79,17 c C
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	76,67 c C	82,50 b B	89,17 a A
 Tinggi Bibit (cm).....		
Tanah	18,17 b B	17,76 b B	19,26 a A
Tanah+Pukan+A.sekam	17,92 b B	16,84 c C	17,80 b B
Tanah+ pasir +A.sekam	15,04 d D	15,04 d D	16,39 cd CD
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	14,78 e E	14,44 e E	15,72 d D
Tanah+Pasir+ Pukan	15,19 de DE	15,02 d D	16,48 cd CD
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	18,20 b B	18,34 b B	19,97 a A

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

4. Diameter batang dan bobot kering batang bibit gambir

Diameter batang, dan bobot kering batang bibit gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan ditentukan oleh efek interaksi antara jenis CMA dengan media aklimatisasi (Tabel 6). Pada semua media aklimatisasi, inokulasi CMA meningkatkan diameter batang bibit gambir, tetapi inokulasi CMA yang terbaik pada media aklimatisasi tanah+pupuk kandang+pasir +arang sekam. Pada media tersebut, diameter batang bibit dengan *G. manihotis*, lebih tinggi daripada *G. Etimucatum* ; *G. margarita*; dan tanpa CMA. Namun demikian, ketiga jenis CMA yang diuji meningkatkan diameter batang dan bobot batang bibit gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan dibandingkan dengan tanpa CMA.

Tabel 5. Panjang akar bibit,dan bobot kering akar bibit gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan pada berbagai media aklimatisasi dan jenis CMA.

Media aklimatisasi (K)	Jenis CMA (C)			
	Tanpa CMA	<i>G. etimucatum</i>	<i>G. manihotis</i>	<i>G. margarita</i>
 Panjang Akar (cm)			
Tanah	12,6 a CDE	15,3 b A	14,6 b AB	13,1 ab BC
Tanah+Pukan+A.sekam	10,5 e F	13,0c BC	12,7 bc CDE	11,3 b EF
Tanah+ pasir +A.sekam	10,4 e F	12,5 c CDE	12,0 c DE	11,5 b EF
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	12,7 a CDE	16,3 ab A	15,7 a AB	14,1 a BC
Tanah+Pasir+ Pukan	11,2 b EF	12,8 c CDE	12,2 c DE	11,5 b EF
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	12,9 a CD	16,8 a A	15,9 a A	14,5 a B
 Bobot Kering Akar (g/tanaman)			
Tanah	0,50 d D	0,76 b B	0,67 bc BC	0,61 c C
Tanah+Pukan+A.sekam	0,45d D	0,60 c C	0,55 d D	0,54 d D
Tanah+ pasir +A.sekam	0,42 d D	0,58 cd CD	0,57 cd CD	0,51 d D
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	0,58 cd CD	0,92 a A	0,84 ab AB	0,72 bc BC
Tanah+Pasir+ Pukan	0,47 db D	0,61 c C	0,57 cd CD	0,53 d D
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	0,62 c C	0,91 a A	0,96a A	0,76 b B

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Inokulasi CMA juga meningkatkan bobot kering batang bibit gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan dibandingkan dengan tanpa CMA pada semua media aklimatisasi. Bobot kering batangnya dengan *G. manihotis* lebih berat dari *G. etunicatum*, *G. margarita*, dan tanpa CMA jika diaklimatisasi pada media tanah+pasir+pupuk kandang + arang sekam. Namun ketiga jenis CMA tersebut memberikan bobot batang yang lebih berat daripada tanpa CMA.

Tabel 6. Diameter batang, dan bobot kering batang bibit gambir hasil kultur *in vitro* umur 6 bulan pada berbagai media aklimatisasi dan jenis CMA.

Media aklimatisasi (K)	Jenis CMA (C)			
	Tanpa CMA	<i>G. etunicatum</i>	<i>G. manihotis</i>	<i>G. margarita</i>
..... Diameter batang (mm).....				
Tanah	40,77 ef EF	45,80 ab AB	44,83 bc BC	43,86 cd CD
Tanah+Pukan+A.sekam	39,85 f F	42,89 de DE	42,87 de DE	42,86 d D
Tanah+ pasir +A.sekam	39,84 c C	42,86 de DE	41,67 e E	41,88 e E
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	40,84 ef EF	46,55 a A	45,00 b B	43,88 cd CD
Tanah+Pasir+ Pukan	39,82 f F	42,64 de DE	41,85 e E	42,12 c E
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	40,96 ef EF	45,27 b B	46,81 a A	44,02 c C
..... Bobot Kering batang(g/tanaman).....				
Tanah	0,49 de DE	0,61 a b AB	0,59 bc BC	0,52 c C
Tanah+Pukan+A.sekam	0,39 ef EF	0,59 ef EF	0,52 cd CD	0,48 de DE
Tanah+ pasir +A.sekam	0,38 f F	0,55 bc BC	0,50 cd CD	0,44 de DE
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	0,50 cd CD	0,71 a A	0,62 b B	0,55 bc BC
Tanah+Pasir+ Pukan	0,40 e E	0,56 bc BC	0,51 cd CD	0,46 de DE
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	0,51 cd CD	0,71 a A	0,63 ab AB	0,56 b B

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Diameter batang tanaman sangat dipengaruhi oleh kemampuan tanaman mengakumulasi sebagian fotosintat yang dihasilkannya ke batang. Akumulasi bahan tersebut sangat bergantung pula pada kemampuan daunnya menghasilkan

fotosintat. Daun bibit manggis berkemampuan cukup besar menghasilkan fotosintat bersih dalam jumlah yang banyak pada tanaman yang diinokulasi dengan CMA lebih tinggi daripada tanpa CMA. Kenyataan itu tampaknya mendukung diameter batangnya lebih besar pada tanaman yang diinokulasi dengan CMA berbagai jenis daripada tanaman yang tidak diinokulasi dengan CMA.

5. Kebergantungan bibit gambir

Tingkat kebergantungan berbagai tipe bibit gambir umur 6 bulan terhadap CMA ditentukan oleh interaksi antara CMA dengan media aklimatisasi (Tabel 7). Hal itu terjadi karena erat hubungannya dengan efektivitas CMA membantu akar dalam penyerapan hara dari dalam tanah. *G. manihotis* terbukti efektif menginfeksi akar bibit gambir dan membantunya dalam meningkatkan kandungan hara bibit gambir pada media aklimatisasi tanah+pasir+pupuk kandang+arang sekam seperti terlihat pada Tabel 7. Kenyataan seperti itu dapat terjadi karena tingkat kebergantungan bibit gambir hasil kultur *in-vitro* sampai umur 6 bulan pada tahap aklimatisasi cukup tinggi karena perakarannya masih terbatas.

Tabel 7. Kebergantungan bibit gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan terhadap berbagai jenis CMA pada berbagai media aklimatisasi

Media Aklimatisasi (K)	Jenis CMA (C)		
	<i>Glomus etunicatum</i>	<i>Glomus manihotis</i>	<i>Gigaspora margarita</i>
 persen		
Tanah	21,36 b	7,60 e	9,33 a
	B	E	E
Tanah+Pukan+A.sekam	20,59 bc	11,48 d	9,24 a
	BC	D	E
Tanah+ pasir +A.sekam	20,74 b	13,36 d	6,96 a
	BC	D	E
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	24,78 a	18,69 a	8,10 a
	A	A	E
Tanah+Pasir+ Pukan	22,14 b	8,23 e	7,23 a
	B	E	E
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	21,40 b	25,76 a	8,15 a
	B	A	E

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Menurut Setiadi (2000), tidak semua jenis bibit tanaman dapat memberikan respons positif tanaman terhadap CMA. Hal itu sangat ditentukan oleh tingkat kebergantungan tanaman tersebut terhadap CMA (mycorrhizal dependency). Konsep kebergantungan tanaman akan CMA merupakan tingkat relatif dimana tanaman bergantung pada keberadaan CMA untuk mencapai pertumbuhan maksimum pada tingkat kesuburan tanah tertentu (Khalil *et al.*, 1994). Tanaman yang mempunyai tingkat kebergantungan yang tinggi terhadap keberadaan CMA biasanya akan menunjukkan respons pertumbuhan yang lebih baik, tetapi sebaliknya tanaman tidak tumbuh dengan baik tanpa keberadaan CMA (Syarif, 2001). Pada sisi lain, tanaman tetap dapat tumbuh dengan baik tanpa keberadaan CMA, tetapi tidak tumbuh dengan baik jika berasosiasi dengan CMA, selain ditentukan oleh jenis CMA (Khalil *et al.*, 1994).

5. Nisbah pupus akar

Nisbah pupus akar bibit manggis ditentukan oleh efek interaksi antara CMA dengan media aklimatisasi (Tabel 8). Hal itu terjadi karena komponen penentunya, yaitu bobot kering pupus dan bobot kering akar terbukti ditentukan secara bermakna oleh efek interaksi antara kedua faktor tersebut sehingga dengan sendirinya nisbah pupus akar juga akan ditentukan oleh efek interaksi antara faktor tersebut.

Tabel 8. Nisbah pupus akar bibit gambir hasil kultur *in-vitro* umur 6 bulan pada berbagai media aklimatisasi dan jenis CMA

Media aklimatisasi (M)	Jenis CMA (J)			
	Tanpa CMA	Glomus etunicatum	Glomus manihotis	Gigaspora margarita
Tanah	3,86 b B	3,07 def DEF	3,34 cdf CDE	3,39 cd CD
Tanah+Pukan+A.sekam	3,80 b B	3,53 b B	3,44 bcd BCD	3,41 cd CD
Tanah+ pasir +A.sekam	4,10 a A	3,66 bc BC	3,33 cd CD	3,51 bc BC
P. Kandang+Pasir+A.Sekam	3,50 bc BC	2,77 f F	2,82 f F	2,94 f F
Tanah+Pasir+ Pukan	3,56bc BC	2,80 b B	2,86 e E	2,97 e E
Tanah+Pasir+Pukan+A.Sekam	4,14 a A	3,70 b B	2,37 c C	3,54 b B

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama dan pada baris yang diikuti huruf besar yang sama berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Nilai nisbah pupus akar bibit gambir dengan CMA jenis *G. manihotis* merupakan nilai paling terendah jika diaklimatisasi pada media tanah+pupuk kandang+pasir+arang sekam. Namun demikian, ketiga jenis CMA tersebut, nilai nisbah pupus akarnya jauh lebih rendah daripada tanpa CMA. Hasil itu membuktikan bahwa nisbah pupus akar bibit gambir dengan diinokulasi dengan CMA selalu lebih rendah daripada tanpa CMA. Hal itu terjadi karena pertumbuhan pupus bibit gambir dengan *G. manihotis* lebih seimbang dengan pertumbuhan akarnya dibandingkan dengan CMA jenis lainnya terutama jika diaklimatisasi pada media tanah+pasir+pupuk kandang+arang sekam.

Nisbah pupus akar bibit gambir yang diperoleh dengan semua jenis CMA dan media aklimatisasi tanah+pasir+pupuk kandang+arang sekam ternyata berada pada nilai nisbah umum bibit semai yang baik adalah 1-3 (Syarif, 2001), sedangkan nilainya berada di atas itu jika diaklimatisasikan pada media selain media tanah+pasir+pupuk kandang+arang sekam, namun sudah lebih rendah daripada nisbah pupus akar bibit manggis umur 6 bulan 3.65 (Lukitariati, Indriyani, Susiloadi, dan Anwaruddinsyah., 1996). Berbeda dengan tanpa CMA, nilainya selalu lebih tinggi daripada nilai yang dilaporkan Lukitariati *et al.* (1996).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Tingkat infeksi tertinggi dari semua jenis CMA ditemukan pada bibit gambir yang diaklimatisasi pada media tanah+pupuk kandang+pasir +arang sekam. Inokulasi dengan *Glomus manihotis* lebih efektif daripada *G. etunicatum* dan *G. margarita* terhadap kandungan P, persentase hidup bibit, tinggi bibit, jumlah daun bibit, panjang akar, tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, bobot kering batang, bobot kering akar, kebergantungan terhadap CMA, dan nilai pupus akar pada bibit gambir tipe cubadak pada semua media aklimatisasi, tetapi media aklimatisasinya yang terbaik adalah media tanah+pupuk kandang+pasir+ arang sekam .

Disarankan untuk meningkatkan pertumbuhan bibit gambir tipe cubadak yang lebih baik pada media aklimatisasi tanah+psir+pupuk kandang+arang sekam yang diinokulasi dengan *Glomus manihotis* dan diikuti dengan *G. etunicatum* dan *G. margarita*. Percobaan lebih lanjut.masih diperlukan.dengan memperlakukan dengan

pupuk P dan CMA dengan menyertakan bahasan tentang struktur, morfologis, dan sifat fisiologis perakaran tanaman manggis seperti percabangan, rambut akar, panjang akar, dan komponen penyusunnya secara mendalam, serta struktur CMA seperti arbuskular dan hifa eksternal.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional Jakarta yang telah mendanai penelitian ini melalui Dana Penelitian Dosen Muda Dikti 2006, dengan No. Kontrak : 005 / SP3/PP/DP2M/II/2006, mudah-mudahan hasil penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Allosop, N., W.D. Stock. 1995. Relationship between seed reserves, seedling growth and mycorrhizal responses in 14 related shrubs from a low nutrition environment. *Funct. Ecol* 9: 248-254.
- Anwarudin, M. J., S. Ismiati, dan Soegito. 1991. Stimulasi pertumbuhan semai manggis (*Garcinia mangestana* L.). *Jurnal Hortikultura* 2:8-12.
- Ardi., N. Akhir, Y.M. Zen, M. Hanifah, dan Santosa. 1999. Identifikasi pengembangan komoditi unggulan di Sumatera Barat. Tim Peneliti Fakultas Pertanian Unand beke-asama dengan Diperta Tk I Sumbar. Padang. 149 hal.
- Ayako, F., P. Katsura, and H. Hiroshi. 1997. Inoculation effect of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) on soybean (*Glycine max*) growth and phosphorus uptake under different fertilized andosol, Papers Presented at the International Conference Mycorrhizas in Sustainable Trop. Agric. and Forest Ecosystem, Bogor, Indonesia, Oct. 26-30, 1997. 5p.
- Baon, J.B. 2000. Status cendawan mikoriza arbuskular pada tanaman perkebunan di Indonesia. p. 117-127. In: Y. Setiadi *et al.* (eds). *Prosid. Sem. Nas. Mikoriza 1, Pemanfaatan cendawan mikoriza sebagai agen bioteknologi ramah lingkungan dalam meningkatkan produktivitas lahan di bidang kehutanan, perkebunan, dan pertanian di era milenium baru*. Bogor, 15-16 Nov. 1999.
- Baon, J.B., T.G. Azzura, and Nurcholis. 1999. Growth and nutrient uptake response of mycorrhizal cocoa treated with coconut water as plant growth regulator. p. 219-220. In: F.A. Smith *et al.* (eds). *Proc. Int. Conf Mycorrhizae in Sustainable Trop. Agric. and Forest Ecosystem*. Bogor, Indonesia, Oct. 27-30, 1997.

- Hakim, N., MY Nyakpa, A.M. Lubis, M.A. Pulung, R. Saul, M.A. Diha, dan G. B. Hong. 1984. Bahan praktikum dasar-dasar ilmu tanah. Badan kerjasama Ilmu Tanah BKS-PTN USAID (University of Kentucky) W.U.A.E Project.
- Khalil, S.E., E.L. Thomas, M.A. Tabatabai. 1994. Mycorrhizal dependency and nutrition uptake by improved and unimproved com and soybean cultivars. *Agron. J.* 86:949-958.
- Koide, R.T. 1991. Nutrient supplies, nutrient demand, and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytol.* 117:365-368.
- Lukitariati, S., N.L.P. Indriyani, Susiloadi, dan Anwaruddinsyah. 1996. Pengaruh naungan dan konsentrasi indol butir terhadap pertumbuhan bibit batang bawah manggis. *Jurnal Hortikultura* 6(3):220-226.
- Prematuri, R., and J. C. Dodd. 1999. The effect of arbuscular mycorrhizal fungi on *Albisia saman* and their biochemical detection in roots. p. 219-220. In: F.A. Smith *et al.* (eds.). Proc. Int. Conf. Mycorrhizae in Sustainable Trop. Agric. and Forest Ecosystem. Bogor, Indonesia, Oct. 27-30, 1997.
- Rukayah, A. and M. Zabedah. 1992. Studies on early growth of mangosteen (*Garcinia mangostana L.*). *Acta Hortic.* 292:93-100.
- Satria, B. 1996. Perbanyakkan manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan menggunakan eksplan hipokotil pada kombinasi dosis arang aktif dengan komposisi konsentrasi BAP dan NAA secara *in-vitro*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. 105 hal.
- Satria, B., I. Ferita, I. Dwipa, dan Jamsari. 1999. Regenerasi kalus manggis (*Garcinia mangostana L.*) secara kultur *in-vitro*. *J. Stigma.* 7(1):27-31,
- Schultz, C., G. Ginting, A. M. Moawad, and P. L.G Vlek. 1999. The role of vesiculararbuscular mycorrhiza in the weaning stage of micropropagated. p. 219-220. In: F.A. Smith *et al.* (eds.). Proc. Int. Conf. Mycorrhizae in Sustainable Trop. Agric. and Forest Ecosystem. Bogor, Indonesia, Oct. 27-30, 1997.
- Simanungkalit, R.D.M. 2000. Pemanfaatan jamur mikoriza arbuskular sebagai pupuk hayati untuk memberlanjatkan produksi pertanian. Makalah "Seminar sehari", Peranan mikoriza dalam pertanian yang berkelanjutan. Univ. Padjadjaran, Bandung, 28 Sept. 2000, 13 hal.
- Suciatmih, Suliasi, and N. Hidayati., 1999. Application of microsymbiont and organic fertilizer on fast growing legume trees for reclamation of degraded lands. p. 219-220. In: F.A. Smith *et al.* (eds.). Proc. Int. Conf. Mycorrhizae in Sustainable Trop. Agric. and Forest Ecosystem. Bogor, Indonesia, Oct. 27-30, 1997.

- Suhardi, M. Naiem, B. Radjagukguk, O. Karyono, and Widada, W. W. Wjennarn],T Herawan. 1997. Interaction among progenies/provenance of sengon (*Paraserianthes falcataria*), arbuscular mycorrhizal and rhizobial isolates grown on Ultisol Soils. Papers Presented at the International Conference Mycorrhizas in Sustainable Trop. Agric. and Forest Ecosystem, Bogor, Indonesia, Oct. 26-30, 1997. 13p.
- Syarif, A. 2001. Respons bibit manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap inokulasi cendawan mikoriza arbuskular (cma), aplikasi pupuk fosfat, dan penanaman pada ultisol di Padang, Sumatera Barat. Disertasi, Program Doktor Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Van der Werf, A. 1996. Growth analysis and Photoassimilate partitioning. p. 1-20. In E. Zamski, and A.A. Schaffer (eds.). Photoassimilate distribution in plants and crops. Marcel Decker Inc. New York.