

UJI KESERASIAN ANTARA MIKORIZA VESIKULAR ARBUSKULAR DAN BEBERAPA GENOTIPE KEDELAI PADA DUA TINGKAT KEKERINGAN¹

THE TEST ON THE COMPATIBILITY OF VESICULAR ARBUSCULAR MYCORRHIZA AND SOYBEAN GENOTYPES AT TWO DROUGHT LEVELS

Hapsoh^{2*}, S. Yahya³, D. Sopandie³, A.S. Hanafiah⁴

Abstract

The objective to the experiment was to identify the compatibility of VAM species and soybean to drought. Nine VAM species and were three soybean genotypes tested for their compatibility to two levels of drought. The levels were set up based on field capacity (FC) of soil moisture conditions : 80% FC and 60% FC. The experiment was conducted in plastic house at the experimental field of Meteorological Station, Sampali, Medan, North Sumatera, from March to April 2001. Results showed that at 80% FC VAM species, i.e. *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, and *Scutellospora calospora* were more compatible than the others. At 60% FC, however, *G. etunicatum* was more compatible than the others. The highest infection rate of 93,33% was attained by Sindoro, the most tolerant

soybean genotype. The positive role of VAM to overcome drought stress was more significant in the less tolerant than the more tolerant genotypes.

Keywords : Compatibility, mycorrhiza, soybean, drought stress

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan spesies cendawan MVA yang kompatibel dengan kedelai terhadap kekeringan. Pada penelitian ini akan diuji sembilan spesies MVA dengan tiga genotipe kedelai pada dua tingkat kekeringan : 80% KL dan 60% KL. Percobaan dilaksanakan di rumah plastik Kebun Percobaan Stasiun Klimatologi Sampali, Medan, dari bulan Maret 2001 sampai dengan bulan April 2001. Hasil penelitian menunjukkan MVA *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum* dan *Scutellospora calospora* lebih kompatibel dibandingkan dengan MVA lainnya. Namun demikian MVA *Glomus etunicatum* pada kondisi kekeringan 60% KL lebih kompatibel untuk ketiga genotipe yang dicobakan. Derajat infeksi tertinggi ditunjukkan genotipe toleran Sindoro yakni sebesar 93,33%. Peranan positif MVA dalam membantu mengatasi kekeringan lebih besar pada genotipe yang peka daripada yang toleran.

Kata kunci : Kompatibilitas, mikoriza, kedelai, cekaman kekeringan

¹ Sebagian dari Disertasi Penulis Pertama di IPB

² Staf pengajar Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, USU

³ Staf pengajar Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB

⁴ Staf pengajar Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, USU

* Penulis Untuk Korespondensi,
Telp. +62-817-9872531, Fax : +62-61
8211924

PENDAHULUAN

Sieverding (1991) melaporkan cendawan MVA (Mikoriza Vesikular Arbuskular = Vesicular Arbuscular Mycorrhiza) dapat berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi. Cendawan MVA mampu menginfeksi hampir semua tanaman pangan termasuk kedelai. Kemampuan menginfeksi itu sangat bergantung pada spesies cendawan MVA dan spesies tanaman inang (Smith and Read, 1997).

Kompatibilitas antara cendawan MVA dan tanaman inang adalah kemampuan kedua simbiosis menggunakan fungsi simbiosis secara penuh. Bagi mikoriza, fungsi tersebut sebagai satu fungsi menembus akar tanaman inang dan membentuk arbuskula tempat bahan-bahan (fosfat dan karbohidrat) dipertukarkan dan mempengaruhi perkembangan cendawan MVA. Tanaman inang dapat menjalankan fungsi tumbuh dan berkembang secara sempurna (Koide and Schreiner, 1992). Peran MVA dalam meningkatkan penyerapan air, unsur hara dan hormon auksin, menyebabkan tanaman lebih tahan terhadap kekeringan (Bryla and Duniway, 1997; Subashini and Natarajan, 1997; Tjondronegoro dan Gunawan, 2000). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang kompatibilitas spesies MVA pada genotipe kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan cendawan MVA yang kompatibel dengan kedelai terhadap kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah plastik Kebun Percobaan Stasiun Klimatologi Sampali, Medan, pada Maret-April 2001. Percobaan menggunakan tanah ultisol asal Kebun Percobaan USU Tambunan A, Langkat, Sumatera Utara. Penetapan kadar air tanah dengan metode pengeringan (oven), sedangkan penetapan kadar air pada kapasitas lapang dilakukan dengan metode Bouyoucos.

Benih kedelai yang dicoba adalah hasil evaluasi ulang yaitu yang toleran kekeringan Sindoro (G_1) dan MLG 3474 (G_2) dan yang peka kekeringan Lokon (G_3) (Hapsah, 2003). Inokulum MVA yang digunakan: *Glomus sp* (M_1) (koleksi laboratorium Biologi Tanah USU, Medan dari isolat lokasi pertanaman kedelai di Kabupaten Simalungun dan Langkat di Sumatera Utara), *Glomus moseae* (M_2), *Glomus fasciculatum* (M_3), *Gigaspora margarita* (M_4) dan *Scutellospora calospora* (M_5) (koleksi Laboratorium Biologi Tanah USU Medan berasal dari Balittan LIPI Bogor), *Glomus etunicatum* (M_6), *Glomus manihotis* (M_7) dan *Gigaspora roseae* (M_8) berasal dari koleksi Laboratorium Mikoriza Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi IPB Bogor dan isolat asal pertanaman kedelai pada lahan sawah Kuala Madu, Langkat, Sumatera Utara (M_9).

Percobaan dilaksanakan secara faktorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama ialah genotipe kedelai (G), terdiri atas tiga genotipe kedelai (G_1 - G_3). Faktor kedua ialah spesies MVA (M), terdiri dari M_0 (tanpa mikoriza) dan sembilan spesies MVA (M_1 - M_9). Faktor ketiga ialah tingkat kekeringan (C), terdiri dari C_1 (80% kapasitas lapang (80% KL), C_2 (60% KL).

Isolat cendawan MVA diperbanyak dengan kultur polibeg dan tanah steril sebagai media tumbuh. Sebelum digunakan sebagai inokulum, contoh akar dievaluasi dengan teknik pewarnaan menurut metode Philips and Hayman (1970). Akar yang mempunyai derajat infeksi $\geq 70\%$ dicincang halus, diaduk dengan tanah yang mengandung spora dan ini digunakan sebagai inokulum. Kriteria menginfeksi akar sebesar $\geq 70\%$ ini juga digunakan sebagai kriteria kompatibilitas MVA dengan genotipe kedelai yang dicobakan.

Penanaman pada kultur polibeg dengan volume 2 l (1,5 kg bobot tanah kering mutlak). Sebanyak 50 g inokulan MVA diinokulasikan sesuai perlakuan.

Pada setiap polibeg diperlihara satu tanaman. Sehari sebelum tanam dilakukan pemupukan sebanyak 1,52 g urea/polibeg, 0,22 g rock fosfat/polibeg, 1,05 g KCl/polibeg.

Sejak waktu tanam sampai tanaman berumur 14 hari untuk semua perlakuan, tanaman ditumbuhkan pada tingkat 80% KL. Setelah 14 hari dalam polibeg tanaman disiram sesuai dengan perlakuan masing-masing dan penyiraman selanjutnya dilakukan 1 hari sekali sampai tanaman berumur 28 hari. Pengamatan pada umur 28 hari meliputi : derajat infeksi MVA, bobot kering (BK) akar, BK batang dan BK daun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat perbedaan tingkat kompatibilitas antara genotipe kedelai yang dicobakan dan MVA terhadap kekeringan. Genotipe Sindoro lebih kompatibel dibandingkan dengan genotipe MLG 3474 dan genotipe Lokon pada kondisi cekaman kekeringan 60% KL (Tabel 1).

Perbedaan tingkat kompatibilitas ini diduga karena berbedanya eksudat gula dan asam organik dari akar masing-masing genotipe. Sebagaimana dikemukakan Gianinazzi-Pearson and Gianinazzi (1983), perkembangan infeksi MVA di akar berhubungan dengan pembentukan eksudat gula dan asam organik.

Pada kondisi kekeringan, hifa mikoriza dapat mempertahankan kontak tanah-akar yang lebih baik selama kekeringan dan memudahkan pengambilan air (Davies *et al.*, 1992). Sieverding (1991) melaporkan bahwa MVA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air. Terjadinya peningkatan penyerapan unsur hara dan air pada tanaman yang bermikoriza membantu memperbaiki pertumbuhan

tanaman pada kondisi cekaman kekeringan. Namun pada penelitian ini kriteria derajat infeksi MVA tinggi tidak selalu menjamin pertumbuhan tanaman menjadi paling baik. Ini terlihat pada pertumbuhan tanaman yaitu bobot kering akar (Tabel 2), bobot kering batang (Tabel 3) dan bobot kering daun (Tabel 4), tidak selalu meningkat untuk ketiga genotipe yang dicobakan.

Genotipe Sindoro yang lebih kompatibel dengan MVA *Glomus etunicatum* (derajat infeksi MVA sebesar 93,33%) pada kondisi kekeringan, tidak menunjukkan pertumbuhan yang paling baik. Keadaan tersebut diduga MVA itu sendiri untuk tetap ada membutuhkan karbohidrat, sehingga transfer karbohidrat untuk tanaman inang menjadi berkurang. Peran positif MVA pada kondisi kekeringan lebih berpengaruh pada genotipe Lokon. Genotipe Lokon, walaupun mempunyai derajat infeksi MVA sebesar 80% (Tabel 1), lebih meningkatkan pertumbuhan tanaman. Ini terlihat pada peningkatan bobot kering akar (Tabel 2), bobot kering batang (Tabel 3) dan bobot kering daun (Tabel 4) pada genotipe Lokon yang diinfeksi *Glomus etunicatum*.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan tingkat kompatibilitas antara genotipe kedelai yang dicobakan dan MVA dengan berbedanya tingkat cekaman kekeringan. Genotipe Sindoro lebih kompatibel dibandingkan dengan genotipe MLG 3474 dan genotipe Lokon pada kondisi kekeringan 60% KL. MVA *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum* dan *Scutellospora calospora* lebih kompatibel dengan genotipe kedelai dibandingkan dengan spesies MVA lainnya. *Glomus etunicatum* lebih kompatibel dengan genotipe Sindoro pada kekeringan 60% KL, menginfeksi sebesar 93,33% dan meningkatkan infeksi akar sebesar 21,74% dibandingkan dengan kondisi 80% KL.

Tabel 1. Respon derajat infeksi MVA pada beberapa genotipe kedelai terhadap pemberian mikoriza dan kekeringan

Genotipe	Mikroriza	Cekaman kekeringan			Rata-rata
		80% KL	60% KL		
		%.....		
Sindoro	Tanpa Mikoriza	10,00	10,00	(0,00)	10,00
	<i>Glomus sp</i>	76,67	66,67	(13,04)	71,67
	<i>Glomus moseae</i>	60,00	56,67	(5,56)	58,33
	<i>Glomus fasciculatum</i>	70,00	40,00	(42,86)	55,00
	<i>Glomus etunicatum</i>	76,67	93,33	(21,74)*	85,00
	<i>Glomus manihotis</i>	76,67	90,00	(17,39)*	83,33
	<i>Gigaspora roseae</i>	73,33	60,00	(18,18)	66,67
	<i>Gigaspora margarita</i>	90,00	93,33	(3,70)*	91,67
	<i>Scutellospora calospora</i>	80,00	70,00	(12,50)	75,00
	Isolat asal SUMUT	73,33	70,00	(4,55)	71,67
Rata-rata		68,67	65,00	(5,34)	
Lokon	Tanpa Mikoriza	3,33	13,33	(300,00)*	8,33
	<i>Glomus sp</i>	80,00	86,67	(8,33)*	83,33
	<i>Glomus moseae</i>	50,00	60,00	(20,00)*	55,00
	<i>Glomus fasciculatum</i>	43,33	16,67	(61,54)	30,00
	<i>Glomus etunicatum</i>	83,33	80,00	(4,00)	81,67
	<i>Glomus manihotis</i>	70,00	73,33	(4,76)*	71,67
	<i>Gigaspora roseae</i>	60,00	73,33	(22,22)*	66,67
	<i>Gigaspora margarita</i>	66,67	66,67	(0,00)	66,67
	<i>Scutellospora calospora</i>	80,00	76,67	(4,17)	78,33
	Isolat asal SUMUT	80,00	56,67	(29,17)	68,33
Rata-rata		61,67	60,33	(2,16)	
MLG 3474	Tanpa Mikoriza	16,67	10,00	(40,00)	13,33
	<i>Glomus sp</i>	60,00	66,67	(11,11)*	63,33
	<i>Glomus moseae</i>	50,00	63,33	(26,67)*	56,67
	<i>Glomus fasciculatum</i>	40,00	33,33	(16,67)	36,67
	<i>Glomus etunicatum</i>	83,33	70,00	(16,00)	76,67
	<i>Glomus manihotis</i>	70,00	63,33	(9,52)	66,67
	<i>Gigaspora roseae</i>	80,00	46,67	(41,67)	63,33
	<i>Gigaspora margarita</i>	83,33	76,67	(8,00)	80,00
	<i>Scutellospora calospora</i>	76,67	86,67	(13,04)*	81,67
	Isolat asal SUMUT	66,67	70,00	(5,00)*	68,33
Rata-rata		62,67	58,67	(6,38)	

Tidak diberi notasi beda, karena mengikuti uji Kruskal-Wallis (Montgomery, 1991)

Angka dalam () ialah % penurunan atau peningkatan (bila diikuti +) terhadap kontrol (80% KL), keterangan ini berlaku untuk Tabel 1 s/d 4.

Tabel 2. Respon bobot kering akar beberapa genotipe kedelai terhadap pemberian mikoriza dan kekeringan

Genotipe	Mikoriza	Cekaman kekeringan			Rata-rata
		80% KL	60% KL		
		 g		
Sindoro	Tanpa Mikoriza	0,14	0,14	(0,00)	0,14
	<i>Glomus sp</i>	0,30	9,27	(10,11)	0,28
	<i>Glomus moseae</i>	0,31	0,22	(27,96)	0,27
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,23	0,23	(2,86)	0,23
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,36	0,29	(21,10)	0,33
	<i>Glomus manihotis</i>	0,33	0,28	(13,27)	0,31
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,27	0,16	(40,24)	0,22
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,40	0,37	(6,67)	0,39
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,32	0,32	(1,04)+	0,32
	Isolat asal SUMUT	0,28	0,27	(4,76)	0,27
Rata-rata		0,29	0,26	(13,24)	
Rata-rata					0,28b
Lokon	Tanpa Mikoriza	0,44	0,20	(54,20)	0,32
	<i>Glomus sp</i>	0,32	0,43	(32,99)*	0,38
	<i>Glomus moseae</i>	0,27	0,26	(2,47)	0,27
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,32	0,31	(2,11)	0,31
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,27	0,30	(9,76)*	0,29
	<i>Glomus manihotis</i>	0,33	0,33	(0,00)	0,33
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,27	0,44	(61,73)*	0,35
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,25	0,34	(32,89)*	0,30
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,40	0,44	(9,17)*	0,42
	Isolat asal SUMUT	0,33	0,34	(3,00)*	0,34
Rata-rata		0,32	0,34	(5,61)*	
Rata-rata					0,33a
MLG 3474	Tanpa Mikoriza	0,18	0,14	(18,87)	0,16
	<i>Glomus sp</i>	0,25	0,29	(13,16)*	0,27
	<i>Glomus moseae</i>	0,21	0,25	(17,19)*	0,23
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,23	0,20	(12,86)	0,22
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,28	0,24	(13,10)	0,26
	<i>Glomus manihotis</i>	0,25	0,21	(15,79)	0,23
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,23	0,19	(15,94)	0,21
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,36	0,25	(28,97)	0,31
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,32	0,21	(34,02)	0,27
	Isolat asal SUMUT	0,25	0,28	(13,33)*	0,27
Rata-rata		0,26	0,23	(11,15)	
Rata-rata					0,24b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%.

Tabel 3. Respon bobot kering batang beberapa genotipe kedelai terhadap pemberian mikoriza dan kekeringan

Genotipe	Mikoriza	Cekaman kekeringan		Rata-rata
		80% KL	60% KL	
		 g	
Sindoro	Tanpa Mikoriza	0,14	0,15 (4,65) ⁺	0,15
	<i>Glomus sp</i>	0,29	0,24 (19,32)	0,27
	<i>Glomus moseae</i>	0,24	0,22 (6,94)	0,23
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,20	0,24 (20,00) [*]	0,22
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,31	0,24 (20,65)	0,28
	<i>Glomus manihotis</i>	0,26	0,24 (7,69)	0,25
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,28	0,17 (41,18)	0,23
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,22	0,30 (40,00) [*]	0,26
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,28	0,25 (10,84)	0,26
	Isolat asal SUMUT	0,26	0,21 (20,51)	0,23
Rata-rata		0,25	0,23 (9,01)	
Rata-rata				0,24b
Lokon	Tanpa Mikoriza	0,28	0,26 (5,95)	0,27
	<i>Glomus sp</i>	0,36	0,46 (25,69) [*]	0,41
	<i>Glomus moseae</i>	0,26	0,30 (15,19) [*]	0,28
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,34	0,29 (12,87)	0,32
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,30	0,33 (8,89) [*]	0,31
	<i>Glomus manihotis</i>	0,34	0,34 (0,98) [*]	0,34
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,31	0,40 (29,03) [*]	0,36
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,43	0,34 (21,71)	0,38
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,39	0,46 (17,95) [*]	0,42
	Isolat asal SUMUT	0,34	0,38 (11,88) [*]	0,34
Rata-rata		0,34	0,36 (6,27) ⁺	
Rata-rata				0,35a
MLG 3474	Tanpa Mikoriza	0,17	0,11 (32,00)	0,14
	<i>Glomus sp</i>	0,24	0,24 (1,41) [*]	0,24
	<i>Glomus moseae</i>	0,22	0,19 (12,31)	0,20
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,23	0,16 (30,88)	0,19
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,24	0,23 (2,78)	0,24
	<i>Glomus manihotis</i>	0,20	0,20 (1,64)	0,20
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,19	0,16 (17,24)	0,18
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,27	0,18 (34,15)	0,23
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,27	0,24 (11,25)	0,25
	Isolat asal SUMUT	0,20	0,24 (18,03) [*]	0,2
Rata-rata		0,22	0,20 (12,43)	
Rata-rata				0,21b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%

Tabel 4. Respon bobot kering daun beberapa genotipe kedelai terhadap pemberian mikoriza dan kekeringan

Genotipe	Mikoriza	Cekaman kekeringan		Rata-rata
		80% KL	60% KL	
		 g	
Sindoro	Tanpa Mikoriza	0,35	0,27 (21,15)	0,31
	<i>Glomus sp</i>	0,64	0,62 (3,11)	0,63
	<i>Glomus moseae</i>	0,75	0,72 (3,56)	0,74
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,56	0,61 (7,69)*	0,59
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,84	0,69 (18,58)	0,77
	<i>Glomus manihotis</i>	0,76	0,71 (6,17)	0,73
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,68	0,37 (45,81)	0,52
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,62	0,85 (36,36)*	0,74
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,82	0,69 (16,26)	0,75
	Isolat asal SUMUT	0,74	0,50 (32,58)	0,62
Rata-rata		0,68	0,60 (10,90)	
Rata-rata				0,64b
Lokon	Tanpa Mikoriza	0,86	0,43 (49,61)	0,65
	<i>Glomus sp</i>	0,80	1,00 (25,10)*	0,90
	<i>Glomus moseae</i>	0,64	0,79 (22,28)*	0,72
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,64	0,66 (3,14)*	0,65
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,63	0,90 (42,33)*	0,76
	<i>Glomus manihotis</i>	0,82	0,81 (1,22)	0,81
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,68	1,00 (47,78)*	0,84
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,91	0,72 (21,53)	0,82
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,83	0,82 (0,81)	0,82
	Isolat asal SUMUT	0,77	0,87 (12,07)*	0,82
Rata-rata		0,76	0,80 (5,37)*	
Rata-rata				0,78a
MLG 3474	Tanpa Mikoriza	0,38	0,30 (20,35)	0,34
	<i>Glomus sp</i>	0,63	0,50 (20,53)	0,57
	<i>Glomus moseae</i>	0,49	0,50 (2,04)*	0,50
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,54	0,35 (36,20)	0,45
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,68	0,57 (15,76)	0,62
	<i>Glomus manihotis</i>	0,52	0,45 (14,10)	0,48
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,48	0,39 (19,44)	0,43
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,74	0,46 (38,29)	0,60
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,60	0,63 (3,87)*	0,62
	Isolat asal SUMUT	0,50	0,59 (13,33)*	0,55
Rata-rata		0,56	0,47 (15,15)	
Rata-rata				0,51c

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%

DAFTAR PUSTAKA

- Bryla, D.R., and J.M. Duniway. 1997. Effects of mycorrhizal infection on drought tolerance and recovery in safflower and wheat. *Plant and Soil* 197: 95-103.
- Davies Jr., F.T., J.R. Potter, and R.G. Linderman. 1992. Mycorrhiza and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size and nutrient content. *J. Plant Physiol.* 139: 289-294.
- Gianinazzi-Pearson, V., and S. Gianinazzi. 1983. The physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots. *Plant and Soil* 71 : 197-209.
- Hapsoh. 2003. Kompatibilitas MVA dan beberapa genotipe kedelai pada berbagai tingkat cekaman kekeringan tanah ultisol: tanggap morfofisiologi dan hasil. *Disertasi S3*. Institut Pertanian Bogor, Sekolah Pascasarjana.
- Koide, R.T., and R.P. Schreiner, 1992. Regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43: 557-581.
- Montgomery, D.C. 1991. *Design and Analysis of Experiments*. Third edition. John Wiley and Sons. 649 hlm.
- Phillips, J.M., and D.S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Transactions of The British Mycological Soc.* 55: 158-160.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza management in tropical agrosystem. Eschborn: Deutsche GTZ GmbH.
- Smith, S.E., and D.J. Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. New York: Academic Press.
- Subashini, H.D., and K. Natarajan. 1997. Enzymes and phytohormones in some ectomycorrhizal fungi. Di dalam: *Mycorrhizas in sustainable tropical agriculture and forest ecosystems: Bogor. 26-30 Okt 1997*. Bogor: LIPI, Bogor Agriculture Institute, University of Adelaide. 11 hlm.
- Tjondronegoro, P.D., and A.W. Gunawan AW. 2000. The role of *Glomus fasciculatum* and soil water condition on growth of soybean and maize. *J. Mikrobiol. Indonesia* 5 (1): 1-3.