

## EKSPLORASI DAN IDENTIFIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR SEBAGAI UPAYA PENYEDIAAN BIOFERTILIZER DI LAHAN SALIN

### EXPLORATION AND IDENTIFICATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AS EFFORTS IN PROVIDING BIOFERTILIZER ON SALINE SOIL

---

Nini Rahmawati<sup>1)</sup>, Rosmayati<sup>2)</sup>, Delvian<sup>3)</sup>, dan Mohammad Basyuni<sup>4)</sup>

Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

Jalan. A. Sofyan Medan

Email: <sup>1)</sup>nini@usu.ac.id

**Abstrak:** Cekaman salinitas membatasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa inokulasi fungi mikoriza arbuskular meningkatkan pertumbuhan tanaman pada cekaman salinitas. Eksplorasi jenis-jenis FMA pada suatu daerah merupakan studi awal yang penting dan diperlukan untuk dapat mengidentifikasi jenis-jenis FMA. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat fungi mikoriza arbuskular yang efektif dan dapat dimanfaatkan sebagai biofertilizer untuk meningkatkan produksi tanaman di tanah salin. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian USU pada bulan Desember 2011 sampai dengan September 2012. Sampel tanah diambil dari lahan salin di Kecamatan Percut Sei Tuan dengan DHL 5 – 6 mmhos/cm dan 7-8 mmhos/cm. Tanah diambil secara komposit pada kedalaman 0 – 30 cm. Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga tahap yaitu ekstraksi dan identifikasi fungi mikoriza arbuskular, pemerangkapan, dan kultur spora berdasarkan tipe spora. Parameter yang diamati adalah derajat infeksi dan jumlah spora. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima tipe spora *Glomus ssp.* yang berbeda. Pada perbanyakan spora berdasarkan tipe spora diketahui bahwa *Glomus sp.-5* dengan ciri spora berbentuk bulat, berwarna coklat muda dengan permukaan halus, berdingding tebal dan lewat saringan 125 µm dapat menghasilkan jumlah spora terbanyak. Kelima tipe fungi mikoriza arbuskular dikulturkan untuk digunakan sebagai biofertilizer.

**Kata kunci:** identifikasi, fungi mikoriza arbuskular, dan salin.

**Abstract:** Salinity stress limiting growth and productivity of plant. Some studies have shown that inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) increase plant growth on salinity stress. Exploration of the types of AMF on an initial study area is an important and necessary to identify the types of AMF. This study aims to obtain isolates of mycorrhizal fungi arbuskular effective and can be used as biofertilizer to increase crop production in saline soils. The experiment was conducted at the Laboratory of Biotechnology Faculty of Agriculture USU in December 2011 to September 2012. Soil samples taken from saline land in the District Percut Sei Tuan with EC 5-6 mmhos/cm and 7-8 mmhos/cm. Composite soil taken at a depth of 0-30 cm. The experiment was divided into three phases, namely the extraction and identification of mycorrhizal fungi arbuskular, trapping, and culture by type spores. The parameters measured were the degree of infection and the number of spores. The results showed that there are five different *Glomus ssp* types of spores. Spore propagation based on the type of spore known that spore with characteristics of *Glomus sp.-5* types of spores are round, light brown color with a smooth surface, thick-walled and over 125 µm sieve to produce the highest number of spores. The fifth type of arbuscular mycorrhizal fungi cultured for use as biofertilizer.

**Keywords:** identification, arbuscular mycorrhizal fungi, and saline.

## PENDAHULUAN

Salinitas tanah merupakan masalah besar di banyak wilayah di bumi, terutama di daerah dengan laju evaporasi yang tinggi sehingga garam mudah terakumulasi pada lapisan tanah topsoil. Secara umum, salinitas membatasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Dibutuhkan beberapa input yang dapat meningkatkan toleransi tanaman pada meningkatkan pertumbuhan tanaman pada kondisi salin. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa inokulasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada cekaman salinitas (Giri dan Mukerji, 2004; Tian *et al.*, 2004; Ghazi and Al-Karaki, 2006).

Kemampuan untuk mengeksploitasi sumber daya alam merupakan langkah besar menuju kemakmuran ekonomi bagi negara berkembang. Para ilmuwan saat ini tertarik untuk mengembangkan teknologi alternatif untuk meminimalkan ketergantungan pada pupuk kimia untuk mendorong penggunaan pupuk hayati dalam skala besar di kalangan petani (Sharif and Moawad, 2006).

Eksplorasi jenis-jenis FMA pada suatu daerah merupakan studi awal yang penting dan diperlukan untuk dapat mengidentifikasi dan memetakan jenis-jenis FMA dominan dan spesifik yang ada pada suatu kawasan. Kegiatan ini sangat penting untuk mendapatkan informasi tentang keanekaragaman jenis-jenis FMA potensial sebagai sumber material penting untuk seleksi guna mendapatkan isolat FMA yang potensial dan efektif, serta mampu beradaptasi pada kondisi lahan dan komoditas spesifik.

Salinitas, tidak hanya berpengaruh pada tanaman inang tetapi juga pada FMA yaitu dapat menghambat kemampuan kolonisasi, perkecambahan spora dan pertumbuhan hifa. Beberapa peneliti melaporkan salinitas memberikan efek negatif terhadap FMA. Kolonisasi pada akar tanaman oleh beberapa FMA berkurang bila terkena NaCl karena efek langsung dari NaCl terhadap jamur menunjukkan menekan pertumbuhan mikoriza arbuskula. Panjang hifa cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi salinitas tanah. Pertumbuhan hifa jamur dapat lebih sensitif terhadap NaCl dari perkecambahan spora. Jahromi *et al.* (2008) melaporkan bahwa tingkat salinitas medium akan mengurangi jumlah spora yang dihasilkan oleh *Glomus intraradices*. Penurunan ini menunjukkan bahwa jika salinitas berlanjut, ada pengurangan kolonisasi pada tanaman dengan mengurangi kemampuan inokulum yaitu spora. Peningkatan salinitas akan mengurangi panjang hifa yang akan menghambat kolonisasi dan kemampuan simbiosis FMA.

Penelitian Sharifi, *et al.* (2007) menunjukkan salinitas menurunkan kolonisasi FMA. Tanaman kedelai yang diinokulasi FMA secara nyata mengalami peningkatan bobot segar dan bobot kering, prolin akar, serapan P, K dan Zn, tetapi menurunkan konsentrasi prolin dan Na pada tajuk tanaman dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi FMA. Percobaan tahap kedua menunjukkan kedelai yang diinokulasi dengan FMA yang diberi perlakuan pendahuluan NaCl (aklimatisasi garam) yang digunakan sebagai inokulum menyebabkan peningkatan kolonisasi akar, bobot segar dan kering, prolin akar, serapan P, K dan Zn yang lebih besar daripada kedelai yang diinokulasi dengan FMA yang tidak mendapat perlakuan pre-treatment NaCl. Hal ini kemungkinan disebabkan aklimatisasi FMA terhadap salinitas. Penelitian ini menunjukkan bahwa FMA indigenous yang secara alami hidup pada tanah salin sangat berpotensi digunakan sebagai biofertilizer untuk membantu tanaman dalam upaya peningkatan ketahanan tanaman terhadap cekaman salinitas. Upaya untuk mendapatkan FMA indigenous yang memiliki kemampuan yang baik sebagai biofertilizer adalah dengan melakukan eksplorasi dan identifikasi terhadap FMA indigenous yang akan digunakan sebagai inokulum yang akan diuji efektivitasnya pada penelitian selanjutnya.

## METODE

Penelitian dimulai pada Desember 2011 sampai dengan September 2012. Tanah salin diambil dari lokasi penelitian di Desa Tanjung Rejo Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang pada 2 lokasi dengan tingkat salinitas yang berbeda yaitu DHL 5 – 6 mmhos/cm dan DHL 7 – 8 mmhos/cm. Tanah diambil secara komposit pada kedalaman 0 – 30 cm. Teknik yang digunakan dalam mengekstraksi spora FMA adalah teknik tuang-saring (Pacioni, 1992) dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi (Brundett, *et al.*, 1996). Pembuatan preparat spora menggunakan bahan pewarna Melzer's

dan pengawet PVLG (polyvinyl lactoglycerol) yang diletakkan secara terpisah pada satu kaca preparat. Spora-spora FMA yang diperoleh dari ekstraksi setelah dihitung jumlahnya diletakkan dalam larutan Melzer's dan PVLG dan jenis spora FMA yang ada di kedua larutan ini sama. Selanjutnya spora-spora tersebut dipecah secara hati-hati dengan cara menekan kaca penutup preparat menggunakan ujung lidi. Perubahan warna spora dalam larutan Melzer's adalah salah satu indikator untuk menentukan tipe spora yang ada.





Tahapan pemerangkapan tanaman inang kudzu (*Pueraria javanica*) dan media tanam yang digunakan adalah tanah salin dan pasir steril. Kegiatan pemeliharaan meliputi penyiraman, pemberian larutan NaCl dan larutan hara. Pengukuran DHL dan pH dilakukan satu minggu sekali. Pengamatan jumlah dan jenis spora per 20 g media tanam dilakukan sebulan sekali. Setelah 90 hari dilakukan trapping dengan cara menghentikan penyiraman selama 2 minggu. Setelah tanaman kering, akar dan tanah dipanen dan dilanjutkan dengan perhitungan derajat infeksi akar. Penghitungan persentase derajat infeksi akar menggunakan metoda panjang akar terkolonisasi (Giovannetti dan Mosse, 1981)

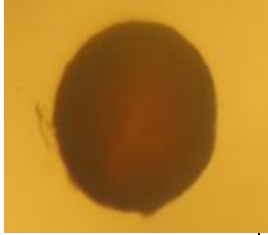
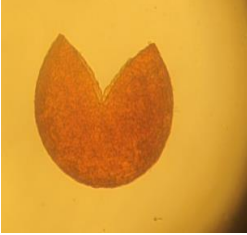


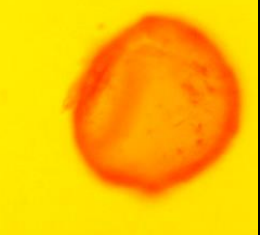
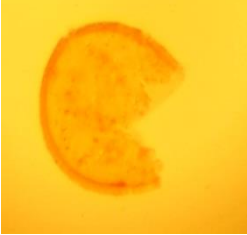
Tahapan pembuatan kultur berdasarkan tipe spora dilakukan dengan pemisahan spora-spora FMA yang telah diisolasi dari kultur trapping berdasarkan tipe spora. Kemudian tanaman *Pueraria javanica* diinokulasi dengan spora FMA berdasarkan genus dengan menggunakan media tanam pasir steril pada DHL 5 – 6 mmhos/cm. Spora berdasarkan tipe yang telah menghasilkan spora cukup baik langsung disub-kulturkan untuk memperbanyak jumlah spora yang terbentuk. Hasil panen akan digunakan sebagai inokulan untuk kegiatan perbanyak tahap berikutnya. Kultur spora berdasarkan genus ini diperbanyak kembali untuk meningkatkan kuantitas kultur terpilih sehingga diperoleh jumlah kultur yang cukup untuk pengujian efektivitasnya di lapangan.

## PEMBAHASAN

Hasil eksplorasi dan identifikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) pada lahan salin di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara menunjukkan terdapat lima jenis FMA *Glomus ssp.* Kelima tipe spora *Glomus ssp.* tersebut memiliki karakteristik morfologi yang berbeda seperti yang tertera pada tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik fungi mikoriza arbuskular di lahan salin Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang.

No.	Tipe Spora	Karakteristik Morfologi	Reaksi dengan Melzer's	
1.	 <i>Glomus sp.-1</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spora bulat</li> <li>• Warna bening kecoklatan.</li> <li>• Permukaan halus berdinding tebal</li> <li>• Lewat saringan 125 µm</li> </ul>		Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
2.	 <i>Glomus sp.-2</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spora bulat</li> <li>• Warna coklat oranye</li> <li>• Permukaan halus</li> <li>• Lewat saringan 125 µm</li> </ul>		Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's

3.	 <p style="text-align: center;"><i>Glomus sp.-3</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spora bulat</li> <li>• Warna coklat tua kehitaman</li> <li>• Permukaan halus</li> <li>• Lewat saringan 125 µm</li> </ul>		Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
4.	 <p style="text-align: center;"><i>Glomus sp.-4</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spora bulat</li> <li>• Warna coklat tua</li> <li>• Permukaan halus</li> <li>• Berdinding tebal</li> <li>• Lewat saringan 125 µm</li> </ul>		Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
5.	 <p style="text-align: center;"><i>Glomus sp.-5</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spora bulat</li> <li>• Warna coklat muda</li> <li>• Permukaan halus</li> <li>• Berdinding tebal</li> <li>• Lewat saringan 125 µm</li> </ul>		Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's

Penggolongan tipe spora tersebut juga dilakukan dengan menggunakan pereaksi Melzer's untuk melihat perubahan warna spora yang merupakan salah satu cara dalam penentuan tipe spora. Spora yang teridentifikasi pada penelitian ini menunjukkan tidak ada perubahan warna pada masing-masing spora setelah direaksikan dengan pewarna Melzer's. Setiap jenis FMA mempunyai sifat morfologi dan fisiologi yang tidak sama, oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui identitasnya. Proses identifikasi FMA memerlukan pengenalan terhadap karakter spora antara lain bentuk spora, ukuran spora, lapisan dinding spora, warna spora, dan tekstur permukaan spora (Budi, dkk, 2009).

Tahapan selanjutnya adalah adalah trapping atau pemerangkapan pada masing-masing jenis mikoriza tersebut dengan dua tingkat DHL yang berbeda yaitu DHL 5 – 6 mmhos/cm dan 7 – 8 mmhos/cm. Tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan pertambahan jumlah spora untuk masing-masing tipe FMA pada DHL yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah populasi meningkat setelah dilakukan trapping (pemerangkapan) pada 90 hari setelah tanam. Peningkatan populasi spora pada DHL 5 – 6 mmhos/cm meningkat sebesar 42, 11% dibandingkan sebelum dilakukan pemerangkapan, sedangkan pada DHL 7 -8 mmhos/cm populasi spora meningkat sebesar 37,93%. Kondisi media tanam yang kering mendorong jadinya sporulasi sehingga jumlah spora yang dihasilkan lebih banyak. Rainiyati (2007) menjelaskan bahwa pada musim kering FMA aktif untuk bersporulasi membentuk spora, sedangkan pada musim hujan terjadi kondisi sebaliknya. Delvian (2003) juga menyatakan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan jumlah spora dengan berkurangnya jumlah curah hujan, fluktuasi kelembapan tanah juga dapat mempengaruhi pembentukan spora atau sporulasi. Cekaman air akan merangsang pembentukan spora FMA.

Populasi spora pada tanah dengan DHL 5 – 6 mmhos/cm lebih banyak dibandingkan dengan populasi spora pada tanah dengan DHL 7 – 8 mmhos/cm baik sebelum dilakukan trapping maupun setelah dilakukan trapping seperti tertera pada tabel 2 dan tabel 3.

**Tabel 2.** Populasi spora FMA (20 gr tanah sampel) sebelum dan setelah trapping pada DHL 5 – 6 mmhos/cm.

HST*	<i>Glomus</i> sp.-1	<i>Glomus</i> sp.- 2	<i>Glomus</i> sp.- 3	<i>Glomus</i> sp.- 4	<i>Glomus</i> sp.- 5	Total
0	1	2	2	4	4	12
30	1	2	2	5	6	15
60	1	2	2	6	7	18
90	2	2	3	7	8	22
105	2	4	5	12	15	38

\*HST = Hari Setelah Tanam

**Tabel 3.** Populasi spora FMA (20 gr tanah sampel) sebelum dan setelah trapping pada DHL 7 - 8 mmhos/cm (tanaman inang Kudzu).

HST*	<i>Glomus</i> sp.-1	<i>Glomus</i> sp.- 2	<i>Glomus</i> sp.- 3	<i>Glomus</i> sp.- 4	<i>Glomus</i> sp.- 5	Total
0	2	1	1	3	3	10
30	2	1	1	3	5	12
60	2	1	2	4	6	15
90	1	2	2	6	7	18
105	2	3	4	9	11	29

\*HST = Hari Setelah Tanam

Sporulasi FMA sangat dipengaruhi oleh kondisi rizosfer. Pada tingkat salinitas yang lebih tinggi populasi spora mengalami penurunan. Populasi spora pada tanah dengan DHL 5 – 6 mmhos/cm lebih tinggi 31,03% dibandingkan populasi spora pada DHL 7 – 8 mmhos/cm. Jahromi *et al.* (2008) melaporkan bahwa tingkat salinitas medium akan mengurangi jumlah spora yang dihasilkan oleh *Glomus intraradices*. Jika dilihat dari jenis spora FMA maka perlakuan trapping pada penelitian ini tidak meningkatkan keragaman jenis spora dibandingkan sebelum dilakukan trapping.

Infektivitas atau kemampuan FMA menginfeksi tanaman inang juga menunjukkan perbedaan pada tingkat salinitas yang berbeda seperti pada tabel 4. Persentase akar tanaman inang kudzu lebih tinggi pada tanah salin dengan DHL 5 – 6 mmhos/cm yaitu sebesar 85% pada 105 hari setelah tanam, sedangkan pada DHL 7 – 8 mmhos/cm persentase kolonisasi pada akar adalah 81%.

**Tabel 4.** Persentase kolonisasi akar terinfeksi pada tanah salin.

Hari Setelah Tanam	DHL (mmhos/cm)	
	5 - 6	7 - 8
30	29	27
60	70	66
90	81	78
105	85	81

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan salinitas memberikan efek negatif terhadap FMA. Kolonisasi pada akar tanaman oleh beberapa FMA berkurang bila terkena NaCl karena efek langsung dari NaCl terhadap jamur menunjukkan menekan pertumbuhan mikoriza arbuskula. Panjang hifa cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi salinitas tanah. Pertumbuhan hifa jamur dapat lebih sensitif terhadap NaCl dari perkecambah spora. Penelitian Sharifi, *et al.* (2007) menunjukkan salinitas menurunkan kolonisasi FMA pada akar kedelai akibat cekaman salinitas.

Tahapan terakhir penelitian ini adalah pembuatan kultur berdasarkan tipe spora yang merupakan penggabungan dari spora yang dihasilkan pada tahapan trapping sebelumnya baik pada media tanam dengan DHL 5 – 6 mmhos/cm dan 7 – 8 mmhos/cm. Daya Hantar Listrik (DHL) media tanam yang diatur pada tingkat 5 – 6 mmhos/cm karena sporulasi dan kolonisasi akar lebih tinggi

dibandingkan pada DHL 7 – 8 mmhos/cm. Pembuatan kultur ini dilakukan dua tahap yang bertujuan untuk memperbanyak jumlah inokulan yang dihasilkan untuk dapat mencukupi kebutuhan inokulan yang akan digunakan untuk menguji efektivitas FMA tersebut pada penelitian selanjutnya.

Pada tabel 5 dan tabel 6. dapat dilihat bahwa populasi spora yang terbanyak adalah *Glomus* sp.-5 dan populasi yang paling sedikit adalah *Glomus* sp.-1 baik pada kultur spora tahap pertama maupun kedua. Kemampuan sporulasi setiap jenis FMA berbeda-beda dan dipengaruhi oleh cekaman salinitas yang dialaminya. Ada hubungan antara populasi spora FMA dengan beberapa faktor edapik. Korelasi positif antara kerapatan spora dengan pH tanah, karbon organik, dan kandungan pasir pada tanah. Korelasi negatif antara kepadatan spora dengan ketersediaan Mg, Ca, Cl, liat, daya hantar listrik, SO<sub>4</sub> dan rasio absorpsi natrium (Aliasgharzadeh, *et al.*, 2001).

**Tabel 5.** Populasi spora (20 gr sampel tanah) pada kultur spora berdasarkan tipe spora tahap pertama.

Hari Setelah Tanam	Spora FMA				
	<i>Glomus</i> sp.-1	<i>Glomus</i> sp.- 2	<i>Glomus</i> sp.- 3	<i>Glomus</i> sp.- 4	<i>Glomus</i> sp.- 5
30	25	27	29	31	31
60	31	32	35	37	39
90	36	36	41	42	45
105	48	49	53	59	63

**Tabel 6.** Populasi spora (20 gr sampel tanah) pada kultur spora berdasarkan tipe spora tahap kedua.

Hari Setelah Tanam	Spora FMA				
	<i>Glomus</i> sp.-1	<i>Glomus</i> sp.- 2	<i>Glomus</i> sp.- 3	<i>Glomus</i> sp.- 4	<i>Glomus</i> sp.- 5
30	29	29	29	31	33
60	34	34	36	40	41
90	39	41	42	48	50
105	51	53	55	61	68

Populasi spora juga meningkatkan pada semua jenis FMA setelah perlakuan trapping dan juga terjadi peningkatan populai spora pada kultur tahap kedua. Kemampuan infektivitas kelima tipe FMA yang diuji pada kultur spora tahap kedua juga menunjukkan persentase kolonisasi yang cukup tinggi seperti yang dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini .

**Tabel 7.** Persentase kolonisasi akar terinfeksi pada kultur spora tahap kedua.

Tipe FMA	Kolonisasi (%)
<i>Glomus</i> sp.-1	76
<i>Glomus</i> sp.-2	75
<i>Glomus</i> sp.-3	78
<i>Glomus</i> sp.-4	84
<i>Glomus</i> sp.-5	86

Persentase kolonisasi pada kelima tipe FMA indigenous yang diisolasi dari tanah salin cukup tinggi yaitu lebih dari 70%. Diharapkan hal ini menggambarkan kemampuan FMA tersebut mengkolonisasi akar tanaman inang yang akan digunakan untuk menguji efektivitas FMA yang akan digunakan sebagai isolat pada tahap penelitian selanjutnya. Delvian (2003) menjelaskan bahwa setiap jenis FMA mungkin berbeda-beda dalam kemampuannya membentuk hifa di dalam tanah, baik distribusi maupun kuantitasnya yang berhubungan dengan kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Semakin tinggi persentase kolonisasi pada akar tanaman inang diharapkan efektivitas FMA tersebut untuk meningkatkan ketahanan tanaman inang terhadap cekaman salinitas

terutama yang terkait dengan serapan hara P sehingga isolate FMA tersebut dapat berfungsi sebagai biofertilizer pada lahan salin.

## **KESIMPULAN**

Jenis fungi mikoriza arbuskular yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari lahan salin di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang pada DHL 5 – 6 mmhos/cm dan 7 – 8 mmhos/cm ada 5 jenis yaitu *Glomus* sp.-1, *Glomus* sp.-2, *Glomus* sp.-3, *Glomus* sp.-4 dan *Glomus* sp.-5. Jumlah spora pada kelima tipe FMA tersebut meningkat setelah dilakukan trapping (pemerangkapan) baik pada tanah salin, sedangkan tipe spora tidak mengalami penambahan jenis setelah dilakukan trapping. Persentase kolonisasi pada akar tanaman inang kudzu cukup tinggi yaitu lebih dari 70% dan terlihat adanya vesikel pada akar yang terinfeksi yang menunjukkan isolate yang dihasilkan berpotensi digunakan sebagai biofertilizer pada tanah salin.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Delvian. “Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) di Hutan Pantai dan Potensi Pemanfaatannya. Disertasi. Program Pascasarjana IPB Bogor, (2003).
- Ghazi N, Al-Karaki Ghazi Nazal. “Nursery Inoculation of Tomato with Arbuscular Mycorrhizal Fungi and subsequent Performance Under Irrigation with Saline Water.” *Sci Hort* 109 (2006) : :1–7.
- Giri, Bhoopander • and K. G. Mukerji. “Mycorrhizal Inoculant Alleviates Salt Stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* Under Field Conditions : Evidence for Reduced Sodium and Improved Magnesium Uptake.” *Mycorrhiza* 14 (2004) :307–312.
- Jahromi, Farzad, R.Aroca, R. Porcel, J.M. Ruiz-Lozano. “Influence of Salinity on The In Vitro Development of *Glomus intraradices* and on The In Vivo Physiological and Molecular Responses of Mycorrhizal Lettuce Plants.” *Microbial Ecology* 55 (2008) : 45–53.
- Rainiyati. “Status dan Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Pisang Raja Nangka dan Potensi Pemanfaatannya untuk Peningkatan Produksi Pisang Asal Kultur Jaringan di Kabupaten Merangin, Jambi.” Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor, (2007)
- Sharif, M. and A.M. Moawad. “Arbuscular Mycorrhizal Incidence and Infectivity of Crops in North West Frontier Province of Pakistan.” *World Journal of Agricultural Sciences* 2 (2006) : 123-132.
- Sharifi, M., M. Ghorbanlib, and H. Ebrahimzadeh. “Improved Growth of Salinity-Stressed Soybean After Inoculation with Salt Pre-Treated Mycorrhizal Fungi *Journal of Plant Physiology* 164 (2007): 1144—1151

