

Keberadaan Cendawan Mikoriza Arbuskula di Hutan Pantai Berdasarkan Gradien Salinitas

Presence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Coastal Forest Based on The Salinity Gradients

Delvian

Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian USU

ABSTRACT

The role of arbuscular mycorrhizal fungi is very important in a coastal area with sandy soil, high salinity level and low available of phosphate. However, the salinity levels also affect the diversity and activities of mycorrhizal fungi. This research was aimed to learn about arbuscular mycorrhizal fungi in coastal forest based on the salinity gradients. The results demonstrated that spore density and percentage of mycorrhizal colonization decreased by increasing the soil salinity. The same effect was also showed on the observed spore types. *Glomus* was found as the dominant spore in the research area.

Keywords: Coastal forest, arbuscular mycorrhizal fungi, salinity, spore, colonization

PENDAHULUAN

Telah lama diyakini bahwa mikoriza sangat penting di daerah pantai berpasir yang umumnya dicirikan dengan ketersediaan fosfat yang rendah (Nicolson 1960 dalam Siguenza *et al.* 1996). Simbiosis cendawan mikoriza arbuskula (CMA) sangat penting untuk pertumbuhan dan stabilitas tanaman di daerah pantai (Koske 1987, Siguenza *et al.* 1996). Adanya hifa-hifa CMA dapat mengikat butiran-butiran pasir yang akan memfasilitasi stabilitas tanah. CMA diduga juga berperan penting dalam pertumbuhan tanaman pada beberapa kegiatan restorasi daerah pantai berpasir (Will & Sylvia 1990).

Akhir-akhir ini CMA mendapat perhatian yang lebih dari para ahli lingkungan dan pertanian karena merupakan salah satu alternatif teknologi di masa datang yang tidak saja efektif tetapi juga ramah lingkungan. Keadaan ini telah mendorong sejumlah survei untuk mempelajari distribusi dan menghitung kelimpahan CMA di suatu daerah tertentu atau di ekosistem alami (Kim & Weber 1985, Rozema *et al.* 1986, Koske 1987, Raman & Elumalai 1991, Ragupathy & Mahadevan 1991, Johnson-Green *et al.* 1995, Boerner *et al.* 1996). Diketahui bahwa CMA terdapat pada hampir semua jenis tanah dan bersimbiosis dengan berbagai jenis tanaman dari taksonomi yang berbeda.

Meskipun CMA tersebar hampir di seluruh permukaan bumi, namun keberadaannya

ditentukan oleh berbagai faktor lingkungan dan tanah. Distribusi dan kelimpahan CMA berhubungan erat dengan kandungan hara dan ketersediaan air tanah, latitud, gradien temperatur (Koske 1987) dan beberapa sifat kimia tanah, antara lain salinitas tanah (Raman & Elumalai 1991, Ragupathy & Mahadevan 1991, Johnson-Green *et al.* 1995).

Hasil penelitian Ragupathy & Mahadevan (1991) dan Johnson-Green *et al.* (1995) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang negatif antara tingkat salinitas tanah dengan persentase kolonisasi, jumlah spora dan jumlah tipe spora per 100 gram tanah. Kolonisasi CMA hanya terjadi pada sebagian kecil tanaman, yaitu 28% dari 74 tanaman yang hidup pada daerah yang sangat salin dimana kandungan garam total berkisar antara 55,3 - 78,4 mg.ml⁻¹. Persentase kolonisasi yang terbentuk juga sangat rendah (0,9-1,5%) dibandingkan dengan tanaman yang hidup pada daerah dengan tingkat salinitas rendah, dimana kandungan garam total 19,8-41,9 mg/mL dan persentase kolonisasi sebesar 44,8 - 90,1% (Johnson-Green *et al.* 1995).

Sangat menarik untuk mengetahui peranan CMA bagi pertumbuhan tanaman pada daerah dengan tingkat salinitas tanah yang tinggi. Salah satu pendekatan awal yang dapat dilakukan adalah kuantifikasi status dan kelimpahan CMA sepanjang gradien lingkungan terhadap tanaman inang dan faktor tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari antara tingkat salinitas tanah

dengan status dan kelimpahan CMA di hutan pantai. Diduga tingkat salinitas tanah akan mempengaruhi perkembangan dan penyebaran CMA di hutan pantai.

METODE

Pengambilan contoh tanah dan akar

Teknik pengambilan contoh tanah dan akar mengacu pada metode Kim & Weber (1985) dan Ragupathy & Mahadevan (1991), yaitu metoda jalur (*transect method*) atas dasar gradien salinitas. Jalur dibuat sepanjang 200 m dengan lebar 5 m tegak lurus garis pantai menuju ke daratan. Jalur dibagi dalam 10 petak dengan ukuran panjang setiap petak 20 m dan lebar 5 m. Jumlah jalur yang dibuat sebanyak 5 jalur dengan jarak antar jalur sekitar 200 m.

Pada masing-masing petak dalam jalur diambil contoh tanah sebanyak 600–700 g dari zona rhizosfir, yaitu pada kedalaman 0–20 cm. Selain itu juga diambil 3 jenis anakan yang dominan pada setiap petak ukur untuk mempelajari kolonisasi CMA pada setiap petak ukur.

Dari contoh tanah yang diambil juga dilakukan analisis kimia untuk mengetahui beberapa sifat kimia contoh tanah, diantaranya kandungan N, P, K, KTK, pH, kandungan C organik, Na, Cl, dan tingkat salinitas tanah dengan metoda Daya Hantar Listrik.

Isolasi dan identifikasi spora fungi mikoriza arbuskula

Teknik yang digunakan dalam mengisolasi spora CMA adalah teknik tuang – saring dari Pacioni (1992) dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett *et al.* (1996). Spora-spora yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi hanya sampai tingkat genus dengan menggunakan panduan dari Schenck (1991).

Kolonisasi CMA pada akar tanaman sampel

Pengamatan kolonisasi CMA pada akar tanaman contoh dilakukan melalui teknik pewarnaan akar (staining akar). Metoda yang digunakan untuk pembersihan dan pewarnaan akar sampel adalah metoda dari Kormanik & McGraw (1982). Penghitungan persentase kolonisasi akar menggunakan metoda panjang akar terkolonisasi (Giovannetti & Mosse 1980). Derajat/persentase kolonisasi akar dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\frac{\sum \text{bidang_pandang_ber_tanda_}(+) }{\sum \text{bidang_pandang_keseluruhan}} \times 100\%$$

Bidang pandang yang menunjukkan tanda-tanda kolonisasi (terdapat hifa dan atau arbuskula dan atau vesikula) diberi tanda positif (+), sedangkan yang tidak terdapat tanda-tanda kolonisasi diberi tanda negatif (-).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah hutan pantai Pulau Pandang Kabupaten Batubara, Sumatera Utara mempunyai tingkat salinitas yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 5,3–10,2 mmho.cm⁻¹. Menurut Tan (1991) tanah disebut mempunyai kadar garam tinggi jika nilai salinitas lebih dari 4 mmho.cm⁻¹. Secara alternatif, jika salinitas tanah dinyatakan dalam konteks konsentrasi garam adalah tanah dengan kandungan garam total lebih dari 0,1% (1.000 ppm). Dengan demikian tanah pada lokasi penelitian dapat dikategorikan sebagai tanah dengan tingkat salinitas yang tinggi.

Menurut Chapman (1975) nilai salinitas suatu lokasi ditentukan oleh konsentrasi dari NaCl, NaCO₃, Na₂SO₄ atau garam-garam Mg. Garam-garam ini dapat berasal dari batuan induk, air irigasi atau air laut. Untuk daerah pantai sumber utama salinitas tanah adalah air laut, dimana NaCl adalah penyusun utamanya. Kandungan Na dan Cl dalam air laut menurut Carter (1975) masing-masing adalah 30,61% dan 55,04%.

Hasil analisis kandungan Na dan Cl dari tanah contoh (Tabel 1) menunjukkan kandungan Na yang tinggi sedangkan Cl lebih rendah dari hasil yang dilaporkan Carter (1975). Dari data tersebut dapat dipastikan bahwa tingginya salinitas tanah hutan pantai Pulau Pandang Kabupaten Batubara, Sumatera Utara ditentukan oleh kandungan NaCl. Hal ini diperkuat oleh hasil analisis terhadap air laut dari lokasi penelitian dimana kandungan NaCl sebesar 19.710 ppm sedangkan NaCO₃ hanya sebesar 180 ppm

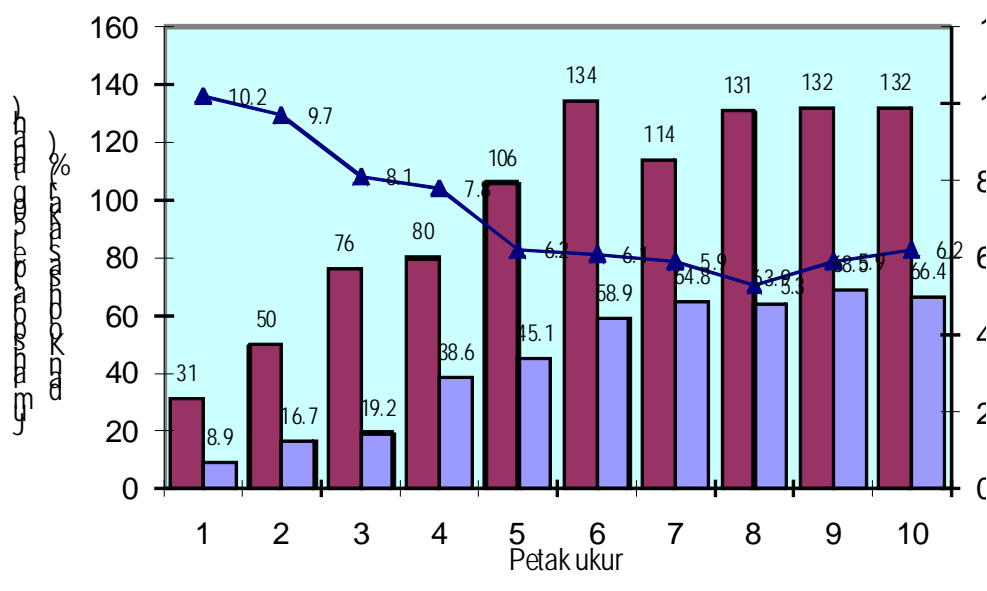
Tingginya salinitas tanah ini berpengaruh negatif terhadap kepadatan spora CMA dan persentase kolonisasi seperti yang tampak pada Gambar 1. Terjadinya penurunan salinitas tanah menghasilkan peningkatan kepadatan spora dan persentase kolonisasi CMA pada akar tanaman sepanjang jalur pengamatan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kim dan Weber (1985), Koske dan Tews (1987), Koske (1987) dan Ragupathy & Mahadevan (1991). Ragupathy & Mahadevan (1991) mempelajari pengaruh gradien salinitas terhadap distribusi CMA di Kodikkarai Reserve Forest, Tamil Nadu, India dan secara tegas menyatakan bahwa salinitas dapat menekan pembentukan spora CMA dan kolonisasi akar tanaman. Penurunan tingkat salinitas tanah dari 7,0 mmho.cm⁻¹ menjadi

2,0 mmho.cm⁻¹ menghasilkan peningkatan kepadatan spora antara 51-1.052 spora per 100 g tanah dan persentase kolonisasi sebesar 5-85%. Secara umum Brundrett *et al.* (1996) menyimpulkan bahwa salinitas merupakan salah satu faktor tanah yang menyebabkan kurangnya spora CMA di tanah di samping faktor pH tanah, kekeringan, pencucian, atau iklim yang ekstrim, dan kehilangan lapisan tanah bagian atas atau kurangnya tanaman inang. Dari data yang diperoleh terlihat bahwa CMA masih mampu menghasilkan spora pada

salinitas yang tinggi. Hal ini mungkin terjadi karena jenis-jenis CMA pada lokasi tersebut mampu melakukan osmoregulasi tertentu yang memungkinkan baginya untuk tetap hidup dan berkembang, tetapi bagaimana mekanisme osmoregulasi CMA yang sebenarnya belum diketahui. Sedangkan osmoregulasi atau penyesuaian osmotik dari halofit pada tanah-tanah salin adalah dengan menyerap ion-ion natrium dan klorida sehingga potensial osmotik dalam sel menjadi lebih rendah daripada dalam larutan tanah (Flowers *et al.* 1977).

Tabel 1. Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah contoh.

Petak ukur	pH		KTK	Salinitas		Na (%)	Cl (%)
	air	KCl		mmho/cm	Ppm		
1	7,38	7,07	6,77	10,2	6.509,06	27,3	24,2
2	6,91	6,78	6,17	9,7	6.159,96	26,9	24,0
3	6,90	6,58	4,01	8,1	5.194,02	26,1	23,4
4	6,93	6,69	4,42	7,8	5.006,16	25,9	23,3
5	6,85	5,14	3,27	6,2	4.004,22	22,1	22,7
6	6,88	6,48	4,62	6,1	3.941,60	19,9	22,6
7	6,70	6,40	3,78	5,9	3.816,36	18,8	22,6
8	7,04	6,45	5,09	5,3	3.440,63	18,4	22,4
9	7,26	6,73	4,61	5,9	3.816,36	15,8	22,1
10	7,02	6,54	4,74	5,7	3.658,26	16,1	22,5



Gambar 1. Rata-rata jumlah spora dan persentase kolonisasi CMA pada petak ukur dan hubungannya dengan salinitas tanah.

Jika melihat hasil analisis kimia tanah pada Tabel 1 tampak bahwa variasi sifat-sifat kimianya relatif kecil. Untuk nilai pH tanah tampaknya tidak berhubungan dengan tingkat salinitas tanah, dimana peningkatan salinitas tanah tidak diikuti oleh peningkatan pH. Hal ini terjadi karena NaCl adalah garam netral sehingga peningkatan konsentrasinya tidak mempengaruhi nilai pH tanah (Shainberg 1975). Kandungan Na cukup bervariasi antar petak ukur. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa Na adalah faktor utama yang mempengaruhi CMA pada lokasi penelitian. Koske (1987) mempelajari distribusi CMA pada beberapa lokasi dengan karakteristik kimia tanah, antara lain pH dan ketersediaan N, P dan K yang relatif sama. Disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata dalam hal distribusi CMA pada keenam lokasi yang diamati.

Sama halnya dengan kepadatan spora, persentase kolonisasi CMA juga meningkat dengan menurunnya tingkat salinitas tanah. Persentase kolonisasi terendah (8,9%) diperoleh pada petak ukur 1 dan tertinggi pada petak ukur 9 (68,5%) dimana tingkat salinitas masing-masing petak adalah 10,2 dan 5,9 mmho.cm⁻¹. Besarnya peningkatan persentase kolonisasi CMA adalah 87%.

Walaupun kepadatan spora CMA dan persentase kolonisasi menunjukkan pola peningkatan yang sama terhadap penurunan salinitas tanah, tidak dapat langsung dipastikan

bahwa keduanya mempunyai korelasi yang positif. Hasil penelitian Ragupathy & Mahadevan (1991) dan Siguenza *et al.* (1996) menunjukkan tidak adanya korelasi yang tetap antara kepadatan spora CMA dan persentase kolonisasi tanaman. Sebelumnya Kianmehr (1981) memberikan laporan yang sama bahwa persentase kolonisasi akar adalah faktor yang bebas dari jumlah spora yang ada di tanah.


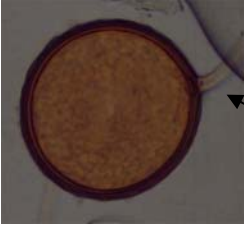
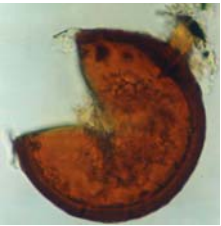
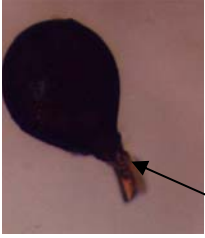
Hal ini dijelaskan oleh Abbott *et al.* (1992) dan telah dipelajari oleh Mansur (2000) dengan teknik PDOC (*Petri-dish Observation Chamber*) bahwa setiap jenis CMA mempunyai pola kolonisasi yang berbeda sehingga akan menyebabkan terjadinya perbedaan dalam persentase kolonisasinya. Perbedaan ini selanjutnya akan mempengaruhi perkembangan setiap jenis CMA, termasuk dalam produksi spora. Dengan demikian menghubungkan antara kepadatan spora CMA dan persentase kolonisasi tanpa mengetahui spesies CMA yang digunakan adalah kurang tepat.



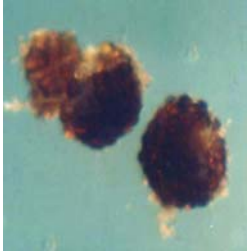

Selain mempengaruhi kepadatan spora dan persentase kolonisasi, tingkat salinitas tanah juga mempengaruhi jumlah tipe spora CMA yang ditemukan. Pada Tabel 2 tampak bahwa secara umum penurunan tingkat salinitas tanah menghasilkan peningkatan jumlah tipe spora CMA meskipun pada petak-petak tertentu terjadi penurunan jumlah tipe spora CMA yang diperoleh. Beberapa tipe spora yang ditemukan ditampilkan pada Tabel 3.

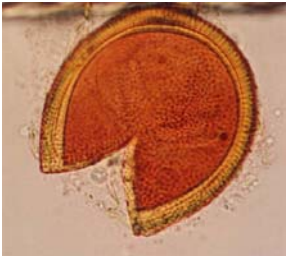
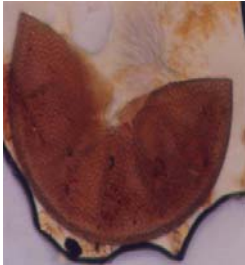
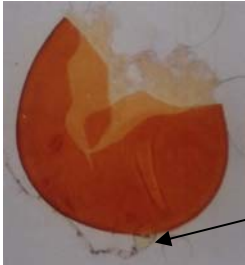
Tabel 2. Jumlah tipe spora yang ditemukan berdasarkan tingkat salinitas tanah.

Petak ukur	Salinitas (mmho/cm)	Jumlah tipe spora CMA pada setiap jalur				
		A	B	C	D	E
1	10,2	5	4	5	2	4
2	9,7	4	4	5	5	6
3	8,1	8	4	10	5	5
4	7,8	6	5	8	7	5
5	6,2	10	5	8	4	6
6	6,1	9	7	8	7	10
7	5,9	10	5	6	8	10
8	5,3	10	10	9	8	9
9	5,9	8	10	10	9	10
10	5,7	9	8	10	8	8

Tabel 3. Karakteristik tipe spora yang diisolasi dari hutan pantai.

No	Tipe spora	Karakteristik morfologi	Reaksi dengan Melzer's *)	dengan pewarna
1.	<i>Glomus</i> sp.-1	<p>Spora bulat, berwarna coklat kehitam-hitaman dan permukaan spora halus. <i>Hyphal attachments</i> berbentuk <i>recurved</i>. Spora lolos saringan berukuran 125 μm</p>  <p style="text-align: right;"><i>Hyphal attachment</i></p>	Tidak dengan Melzer's	bereaksi pewarna
2.	<i>Glomus</i> sp.-2	<p>Spora bulat, berwarna coklat, permukaannya halus dan berdinding tebal. Mempunyai <i>hyphal attachments</i>. Spora lolos saringan berukuran 125 μm.</p>  <p style="text-align: right;"><i>Hyphal attachment</i></p>	Tidak dengan Melzer's.	bereaksi pewarna
3.	<i>Glomus</i> sp.-3	<p>Spora bulat, berwarna coklat kemerahan, permukaannya halus dan berdinding lebih tebal dari <i>Glomus</i> sp.-2. Tidak mempunyai <i>hyphal attachments</i>. Spora lolos saringan berukuran 125 μm.</p> 	Tidak dengan Melzer's.	bereaksi pewarna
4.	<i>Glomus</i> sp.-4	<p>Spora bulat, berwarna coklat, permukaannya halus dan berdinding tebal. <i>Hyphal attachments</i> berbentuk <i>straight</i>. Spora lolos saringan berukuran 125 μm.</p>  <p style="text-align: right;"><i>Hyphal attachment</i></p>	Tidak dengan Melzer's.	bereaksi pewarna

No	Tipe spora	Karakteristik morfologi	Reaksi dengan Melzer's ^{*)}
5.	<i>Glomus</i> sp.-5 	Spora bulat, berwarna kuning kemerahan, permukaannya halus dan ber dinding tebal. Tidak mempunyai <i>Hyphal attachments</i> . Spora lolos saringan berukuran 125 μ m.	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's.
6.	<i>Glomus</i> sp.-6 	Spora bulat, berwarna kuning kecoklatan, permukaannya relatif kasar dan ber dinding tebal. Tidak mempunyai <i>hyphal attachments</i> . Spora lolos saringan berukuran 125 μ m.	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's.
7.	<i>Sclerocystis</i> sp. 	Sporokarp bulat, berwarna kehitam-hitaman dan permukaan sporokarp kasar. Sporokarp lolos saringan berukuran 125 μ m.	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's.
8.	<i>Acaulospora</i> sp.-1 	Spora bulat, berwarna kecoklatan dan ber dinding tebal. Permukaan spora relatif kasar dan membentuk ornamen seperti kulit jeruk. Spora lolos saringan berukuran 125 μ m.	Bereaksi dengan pewarna Melzer's, terjadi perubahan warna dimana bagian dalam spora berwarna lebih gelap.

No	Tipe spora	Karakteristik morfologi	Reaksi dengan Melzer's *)
9.	<i>Acaulospora</i> sp.-2	 <p>Spora bulat, berwarna kuning kecoklatan dan berdinding tebal. Permukaan spora relatif halus dan membentuk ornamen seperti kulit jeruk. Spora lolos saringan berukuran 125 µm.</p>	Bereaksi dengan pewarna Melzer's, terjadi perubahan warna dari kuning menjadi coklat kemerahan. Bagian dalam spora berwarna coklat kemerahan dan bagian luar berwarna kekuningan.
10.	<i>Acaulospora</i> sp.-3	 <p>Spora bulat, berwarna kecoklatan dan berdinding tebal. Permukaan spora relatif kasar dan membentuk ornamen seperti kulit jeruk yang lebih kontras. Spora lolos saringan berukuran 125 µm.</p>	Bereaksi dengan pewarna Melzer's, terjadi perubahan warna dimana bagian dalam dari spora berwarna lebih gelap.
11.	<i>Gigaspora</i> sp.	 <p>Spora bulat, berwarna kuning dan permukaannya halus. <i>Bulbous suspensor</i> terletak secara vertikal pada spora. Spora lolos dari saringan berukuran 325 µm.</p>	Bereaksi dengan pewarna Melzer's, terjadi perubahan warna dari kuning menjadi coklat kemerahan.

*) Melzer's adalah bahan pewarnaan spora yang digunakan dalam preparasi untuk identifikasi spora CMA

Tabel 4. Nilai frekuensi mutlak (FM - %) dan frekuensi relatif (FR - %) kehadiran suatu jenis CMA pada setiap jalur pengamatan.

Jenis CMA	Jalur pengamatan									
	A		B		C		D		E	
	FM	FR	FM	FR	FM	FR	FM	FR	FM	FR
<i>Glomus</i>	100	35,7	100	38,5	100	41,7	100	37,0	100	37,0
<i>Sclerocystis</i>	60	21,4	60	23,1	40	16,7	60	22,2	50	18,5
<i>Acaulospora</i>	90	32,1	60	23,1	80	33,3	70	25,9	80	29,6
<i>Gigaspora</i>	30	10,7	40	15,4	20	8,3	40	14,8	40	14,8

Dari data kepadatan spora dan tipe spora yang ditemukan kemudian dihitung frekuensi mutlak dan frekuensi relatif kehadiran setiap tipe spora CMA (Koske 1987) seperti yang disajikan pada Tabel 4. Spora CMA tipe *Glomus* mempunyai frekuensi mutlak dan frekuensi relatif kehadiran tertinggi (100% dan 37,98%) yang diikuti oleh *Acaulospora* (76% dan 28,82%), *Sclerocystis* (54% dan 20,38%) dan *Gigaspora* (34% dan 12,81%). Ini menunjukkan bahwa *Glomus* mempunyai daerah sebaran yang paling luas dan paling toleran terhadap kondisi salinitas tanah. Hasil ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh banyak peneliti dimana jenis CMA yang paling banyak ditemukan pada tanah-tanah bergaram tinggi adalah *Glomus* spp. (Allen & Cunningham 1983, Koske & Tews 1987, Koske 1987, Pond *et al.* 1984, Ragupathy Mahadevan 1991). Delvian (2003) yang mempelajari CMA pada hutan pantai juga mendapatkan bahwa *Glomus* adalah jenis CMA yang paling dominan penyebarannya, dimana 25 spesies dari 37 spesies yang ditemukan adalah tipe *Glomus*.

Tingginya frekuensi kehadiran spora CMA tipe *Glomus* ini mungkin berhubungan dengan

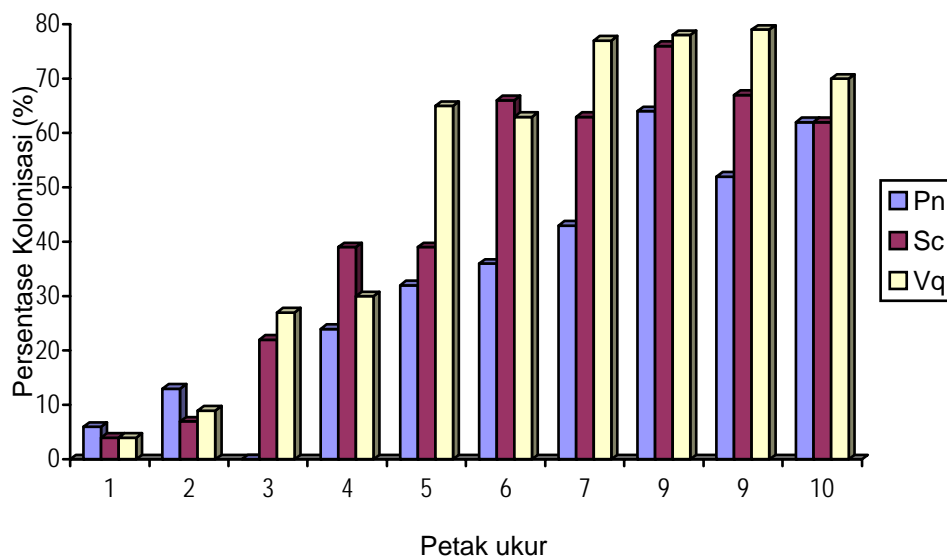
spesies *Glomus* yang sangat banyak dibandingkan jenis lainnya. Dari 172 jenis CMA yang sudah diidentifikasi diketahui *Glomus* adalah jenis yang paling dominan (52,3%), diikuti *Acaulospora* (20,9%), *Scutellospora* (16,9%), *Gigaspora* (4,7%), *Entrophospora* (2,3%), *Archaeospora* (1,7%), dan *Paraglomus* (1,2%) (INVAM 2009). Keanekaragaman spesies yang tinggi ini tentu menghasilkan toleransi yang luas terhadap berbagai faktor lingkungan sehingga mempunyai daerah penyebaran yang lebih luas.

Status Mikoriza dari vegetasi hutan pantai

Pada daerah hutan pantai Pulau Pandang Kabupaten Batubara, Sumatera Utara sekitar 95% tanaman yang diobservasi membentuk simbiosis dengan CMA, sebagaimana tampak pada Tabel 4, dan sisanya 5% (*Pandanus* sp.) tidak ditemukan adanya kolonisasi CMA pada akarnya. Apakah *Pandanus* sp. memang tidak bersimbiosis dengan CMA ataukah pada saat pengambilan contoh tanaman *Pandanus* sp. belum membentuk simbiosis dengan CMA. Sampai saat ini belum ada penjelasan yang defenitif ketahanan suatu spesies atau genus terhadap kolonisasi CMA.

Tabel 4. Keberadaan CMA pada vegetasi hutan pantai Pulau Pandang Kabupaten Batubara, Sumatera Utara.

No	Spesies tanaman	Persentase Kolonisasi (%)	Lokasi (petak ukur)
1.	<i>Alstonia</i> sp.	4 – 63	1,2,4,5,8
2.	<i>Averrhoa</i> sp.	35 – 68	4,8,10
3.	<i>Buchanania arborescen</i>	13 – 70	2,3,6,7,9,10
4.	<i>Diospiros yendula</i>	36 – 68	3,5,7,9
5.	<i>Erythrina crassifolia</i>	8 – 78	2,3,4,5,6,7,8,10
6.	<i>Flemingia congesta</i>	56 – 68	2,3,4,6,7,9
7.	<i>Ficus glomerata</i>	41 - 61	5,7
8.	<i>Hibiscus tiliaceaus</i>	2 – 51	2,6
9.	<i>Macaranga tanarius</i>	7-78	2,5,6,10
10.	<i>Myrystica crinita</i>	71	9
11.	<i>Myrystica iners</i>	12-72	2,5,8,
12.	<i>Pandanus littolaris</i>	0	1
13.	<i>Planchonella nitida</i>	6 – 52	1,2,4,5,6,8,9,10
14.	<i>Planchonia valida</i>	44 - 51	1,3,4,6,8,9
15.	<i>Pongamia pinnata</i>	8 - 23	3,4,8,9
16.	<i>Pterospermum acerifolium</i>	3 – 70	1,5,6,7,8,9
17.	<i>Sterculia campanulata</i>	4 – 67	1,2,3,4,6,7,8,9,10
18.	<i>Terminalia catappa</i>	14 - 21	1,3,5,6,10
19.	<i>Uraria crinita</i>	7 – 58	2,3,4,7,8,9,10
20.	<i>Vitex quinata</i>	9 – 73	1,2,4,5,6,7,8,9,10



Gambar 2. Hubungan antara persentase kolonisasi dengan tingkat salinitas tanah (diwakili oleh petak ukur) pada satu individu tanaman. Pn = *Planchonella nitida*, Sc = *Sterculia campanulata* dan Vq = *Vitex quinata*.

Di samping faktor genetik tanaman sebagai penyebab ketahanan terhadap kolonisasi CMA, pola adaptasi terhadap tapak-tapak khusus dari spesies tanaman mungkin dapat menjadi alasan lain untuk perkembangan tanaman dengan status tanpa mikoriza (Fitter & Merryweather 1992). Selanjutnya dikatakan bahwa tanaman dengan sistem perakaran yang ekstensif akan sangat tergantung pada simbiosis dengan CMA.

Ketergantungan ini berhubungan dengan morfologi rambut akar, dimana spesies atau kultivar dengan kepadatan dan panjang rambut akar yang tinggi kurang tergantung pada simbiosis dengan CMA dan sebaliknya.

Hubungan negatif antara tingkat salinitas tanah (ditunjukkan oleh petak ukur) dengan persentase kolonisasi pada satu tanaman disajikan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut tampak bahwa kemampuan CMA mengkolonisasi semakin meningkat dengan berkurangnya tingkat salinitas tanah (semakin jauh dari garis pantai). Pada tingkat salinitas 10,2 mmho/cm (petak ukur 1) persentase kolonisasi hanya berkisar 4 - 6%. Selanjutnya persentase kolonisasi terus meningkat sampai mencapai 62 - 79% pada tingkat salinitas 5,3 mmho/cm.

KESIMPULAN

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa: status mikoriza pada tegakan hutan pantai Pulau Pandang Kabupaten Batubara, Sumatera Utara termasuk kategori tinggi (95% tanaman) dengan kisaran kolonisasi antara 8,9% - 68,5%. Kepadatan spora CMA dan persentase kolonisasi berhubungan negatif dengan tingkat salinitas tanah. Spora CMA tipe *Glomus* mempunyai frekuensi kehadiran paling tinggi yang diikuti berturut-turut spora tipe *Acaulospora*, *Sclerocystis* dan *Gigaspora*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott LK, Robson AD, Jasper DA & Gazey C. 1992. What is the role of VA mycorrhizal hyphae in soil?. In : Read D.J., D.H. Lewis, A.H. Fitter, dan I.J. Alexander (Eds). *Mycorrhizas in ecosystems*. C.A.B. International:37-41.
- Allen EB & Cunningham GL. 1983. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on *Distichlis spicata* Under Three Salinity Levels. *New Phytol.* **93**: 227-236.
- Boerner REJ, Demars BG & Leicht PN. 1996. Spatial pattern of mycorrhizal infectiveness of soil long a successional chronosequence. **6**: 79-90.

- Brundrett MC, Bougher N, Dells B, Grove T, & Malajczuk N. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. ACIAR. Canberra.
- Carter DL. 1975. Problems of salinity in agriculture. Di Dalam : A. Poljakoff-Mayber dan J. Gale (Eds.). *Plants in saline environments*. Springer-Verlag – Berlin, Heidelberg, New York:25-38.
- Chapman VJ. 1975. The salinity problem in general, its importance, and distribution with special reference to natural halophytes. In A. Poljakoff-Mayber dan J. Gale (Eds.). *Plants in saline environments*. Springer-Verlag – Berlin, Heidelberg, New York: 7-24.
- Delvian. 2003. *Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula di Hutan Pantai dan Potensi Pemanfaatannya. Studi Di Hutan Cagar Alam Leuweung Sancang, Kecamatan Pameungpeuk Kabupaten Garut, Jawa Barat*. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fitter AH & Merryweather JW. 1992. Why are some plants more mycorrhizal than others? An ecological enquiry? in : Read DJ, Lewis DH, Fitter AH, dan Alexander IJ (Eds). *Mycorrhizas in ecosystems*. C.A.B. International: 26-36.
- Flowers TJ, Troke PF & Yeo AR. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* **28** : 89-121.
- Giovannetti M & Mosse B. 1980. An evaluation of technique for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* **84** : 489-500
- INVAM. 2009. International culture collection of (vesicular) arbuscular mycorrhizal fungi. <http://invam.caf.wvu.edu/Myco-info/Taxonomy/classification.htm>. [18 Juni 2009].
- Johnson-Green PC, Kenkel NC & Booth T. 1995. The distribution and phenology of arbuscular mycorrhizae along an inland salinity gradient. *Can. J. Bot.* **73**:1318-1327.
- Kianmehr H. 1981. Vesicular-arbuscular mycorrhizal spore population and infectivity of saffron (*Crocus sativus*) in Iran. *New Phytologist* . **88** : 79-82
- Kim CK & Weber DJ. 1985. Distribution of VA Mycorrhiza on Halophytes on Inland Salt Playas. *Plant Soil.* **83** : 207-214.
- Kormanik PP & McGraw AC. 1982. Quantification of VA mycorrhizae in plant root. Di Dalam : N.C.Schenk (Ed.) *Methods and principles of mycorrhizae research*. *The American Phytop. Soc.* **46** : 37-45.
- Koske RE. 1987. Distribution of VA mycorrhizal fungi along a latitudinal temperature gradient. *Mycologia.* **79**(1) : 55-68
- Koske RE & Tews LL. 1987. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi of Wisconsin sandy soils. *Mycologia.* **79**(6) : 901-905
- Mansur I. 2000. *Diversity of rhizobia nodulating the tree legumes Acacia mangium and Paraserianthes falcataria and their interaction with arbuscular mycorrhizal fungi in young seedling*. PhD Dissertation, University of Kent at Canterbury, Kent, Inggris.
- Pacioni G. 1992. Wet sieving and decanting techniques for the extraction of spores of VA mycorrhizal fungi. Di Dalam : Norris, J.R., D.J. Read and A.K. Varma (Eds.). *Methods in Microbiology*. Vol. 24. Academic Press Inc. San Diego:317-322.
- Pond EC, Menge JA & Jarrell WM. 1984. Improved growth of tomato in salinized soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soils. *Mycologia.* **76**: 74-84.
- Ragupathy S & Mahadevan A. 1991. VAM distribution influenced by salinity gradient in a coastal tropical forest. pp. 91-97. Di Dalam : Soerianegara and Supriyanto (Eds). *Proceeding of second Asian Conference on Mycorrhiza. BIOTROP Special Publication. SEAMEO BIOTROP*. Bogor. 42: 91-97.
- Raman N & Elumalai S. 1991. A survey on actinorhizal nodulation status and mycorrhizal association in Casuarina equisetifolia in coastal region of Madras, India. Di Dalam : Soerianegara and Supriyanto (Eds). *Proceeding of second Asian Conference on Mycorrhiza. BIOTROP Special Publication.. SEAMEO BIOTROP*. Bogor. 42: 33-38.
- Rozema J, Arp W, Van Esbroek M, Broekman R, Punte H & Schat H. 1986. Vesicular arbuscular mycorrhiza in salt marsh plants in response to soil salinity and flooding and the significance to water relations. Di Dalam : Physiological and genetical aspect of mycorrhizae. *Proceeding of the 1st European Symposium on Mycorrhizae*:657-660.
- Schenck NC. 1991. *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. APS Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA:244.
- Shainberg I. 1975. Salinity of soils, effect of salinity on the physics and chemistry of soils. Di Dalam : A. Poljakoff-Mayber dan J. Gale (Eds.). *Plants in saline environments*. Springer-Verlag – Berlin, Heidelberg, New York:39-55.
- Sieverding E. 1991. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems*. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit, Germany: 371.
- Siguenza C, Espejel I & Allen EB. 1996. Seasonality of mycorrhizae in coastal sand dunes of Baja California. *Mycorrhiza* **6**:151-157.
- Tan KH. 1991. *Principles of soil chemistry*. Marcel Dekker. Madison Vanue New York Inc.
- Will ME dan Sylvia DM. 1990. Interaction of rhizosphere bacteria, fertilizer and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi with sea oats. *Appl Environ Microbiol.* **56** : 2073-2079.