STATUS CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR HUTAN PANTAI DAN HUTAN MANGROVE PASCATSUNAMI (STUDI KASUS DI PROVINSI NANGGROE ACEH DARUSSALAM DAN PULAU NIAS)[1)]

(Status of Arbuscular Mycorrhizal Fungus in Coastal and Mangrove Forest Post-tsunami Disaster: Case Study at Nanggroe Aceh Darussalam Province and Nias Island, Indonesia)

Aboe B. Saidi, Sri Wilarso Budi R.[2)], dan Cecep Kusmana[2)]

ABSTRACT

This research aimed to study status of arbuscular mycrorrhizal fungus (AMF) in mangrove and coastal forest post-tsunami disaster, and to study the relationship of soil phosphorus content and number of AMF spores and AMF infection of mangrove and coastal forest post tsunami disaster. Research results show that there were variability in spore numbers in the field studied. The spore numbers in mangrove forest were found as 359, 235, 118 and 160 spores per 50 g of soil in Meulaboh, Banda Aceh, Pidie and Nias respectively. Meanwhile, in coastal forest were 587, 297, 265 and 158 spores per 50 g in Meulaboh, Banda Aceh, Pidie and Nias respectively. The root of Rhizophora sp. and Casuarina equisetifolia were colonized by AMF both in mangrove and coastal forest. Number of spores were negatively correlated to soil phosphorus content, however, there were tendency of positive correlation between root infection and soil phosphorus content.

Key words: coastal forest, mangrove forest, mycorrhiza

PENDAHULUAN

Hutan mangrove dan hutan pantai merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resource*) yang berperan sebagai pelindung lingkungan dan penyedia barang dan jasa bagi keperluan hidup serta peningkatan kesejahteraan penduduk, khususnya penduduk pesisir, melalui pemanfaatan hasil hutan kayu dan bukan kayu termasuk pemanfaatan jasa lingkungannya. Oleh karena itu, hutan mangrove harus dikelola dengan baik sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal dan lestari.

Kawasan hutan mangrove seluas 1.593.057 ha sebagian besar terdapat di wilayah pesisir berupa kawasan hutan pantai dan mangrove. Kondisi hutan mangrove di Aceh berdasarkan data tahun 2000 menunjukkan bahwa hutan mangrove yang kondisinya baik hanya seluas 30.000 ha, di antaranya, di pesisir Pulau Semeulue, yang rusak mencapai 25.000 ha dan yang kondisinya sedang seluas 286 000 ha. Pada saat ini kondisi kedua formasi hutan tersebut mengalami kerusakan yang cukup parah akibat bencana tsunami yang terjadi pada tanggal 26 Desember 2004.

[1)] Bagian dari tesis penulis pertama, Program Studi Ilmu Kehutanan, Sekolah Pascasarjana IPB
[2)] Berturut-turut Ketua dan Anggota Komisi Pembimbing

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, rehabilitasi hutan mangrove dan hutan pantai yang berada di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) dan pulau Nias mutlak diperlukan. Kegiatan rehabilitasi akan dapat memulihkan dan meningkatkan daya dukung, produktivitas, dan peranan kedua formasi hutan tersebut dalam mendukung sistem penyangga kehidupan. Selain itu, rehabilitasi hutan mangrove dan hutan pantai sangat diperlukan dalam upaya pengendalian bencana tsunami yang sewaktu-waktu mungkin terjadi lagi.

Mikoriza berperan dalam meningkatkan produktivitas tanaman pada tanah-tanah marginal. Untuk meningkatkan keberhasilan rehabilitas hutan mangrove dan hutan pantai perlu diketahui kondisi tanah dengan keberadaan mikoriza di lokasi penelitian. Tujuan penelitian ini adalah (1) mengetahui status mikoriza pada hutan pantai dan hutan mangrove pascatsunami, dan (2) mengkaji hubungan sifat tanah terutama P dengan kepadatan spora dan infeksi CMA pada hutan pantai dan hutan mangrove.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah yang terserang tsunami (Meulaboh, Banda Aceh, Pidie, dan Nias), Nanggroe Aceh Darussalam, dan di Laboratorium Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini dimulai pada bulan Maret 2005 sampai Desember 2005.

Metode Penelitian

Pengumpulan data

Data vegetasi diambil melalui teknik analisis vegetasi dengan membuat jalur yang lebarnya 10 m dan panjangnya 100 m. Di dalam setiap unit sampel (jalur), dibuat sub-sub unit petak untuk pengamatan permudaan dengan ukuran 2 m x 2 m untuk semai, 5 m x 5 m untuk pancang, dan 10 m x 10 m untuk pohon (Soerianegara dan Indrawan, 1978). Sampel tanah diambil sebanyak 150 gram dari rhizosfer mangrove dan pantai pada kedalaman 0-20 cm. Pada setiap jalur diambil sebanyak lima sampel tanah. Sampel tanah kemudian dianalisis sifat kimianya serta jumlah spora mikorizanya.

Analisis data

Analisis data vegetasi dilakukan dengan menghitung indeks nilai penting (INP), data spora dengan nilai beda rata-rata, dan regresi untuk menganalisis hubungan populasi spora dengan sifat tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Matriks rekapitulasi hasil penelitian pada hutan pantai dan hutan mangrove pascatsunami di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam dan Pulau Nias disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks rekapitulasi hasil panelitian

Informasi	Lokasi		
	Pantai Barat	Pantai Timur	Pulau Nias
1. Umum			
Letak geografis dan adminitrasi	04°-06'Lintang Utara 95°-52' Bujur Timur	2°-6° Lintang Utara 95°-98° Lintang Selatan	04°-47' Lintang Utara 96°-30' bujur Timur
2. Jumlah penduduk			
-Pratsunami	195 000 jiwa	223 829 jiwa(BNA) 517 697 jiwa (PD)	441 174 jiwa
- Pascatsunami	56 497 jiwa	39 509 jiwa (BNA) 61 208 jiwa (PD)	-
3. Struktur			
-Mangrove	-Semai 0 (ind/ha) -Pancang 0 (ind/ha) -Pohon 42 (ind/ha)	-Semai 2232 (ind/ha) -Pancang 242 ind/ha) -Pohon 112 (ind/ha)	-Semai 24 100 (ind/ha) -Pancang 20 632 (ind/ha) -Pohon 47 (ind/ha)
-Pantai	-	-	-
4. Jenis dominan			
-Hutan mangrove	*Rhizophora mucronata*	*R.mucronata* *R.stylosa*	*R.apiculata*
-Hutan pantai	*Casuarina equisetifolia*	*C. equisetifolia*	*Cocos nucifera*
5. Indeks nilai penting (INP)			
- Pohon	187.8%	170.0%	228.9%
- Pancang	0%	71.6%	137.3%
- Semai	0%	71.9%	127.6%

Keterangan: BNA=Banda Aceh, PD=Pidie

Berdasarkan matriks rekapitulasi yang ditemukan di lokasi penelitian, didapatkan sebanyak 3 jenis vegetasi yang dominan untuk hutan mangrove dan 2 jenis vegetasi yang dominan untuk hutan pantai. Komposisi jenis secara lengkap menurut gambaran kondisi dominasi dari suatu jenis pada lokasi penelitian ditampilkan dalam bentuk indeks nilai penting, yang besarannya diperoleh dari jumlah nilai kerapatan relatif. Secara lengkap struktur dan komposisi vegetasi lokasi penelitian diuraikan sebagai berikut.

Vegetasi

Lokasi pantai barat Nanggroe Aceh Darussalam (Aceh Barat)

Hutan pantai

Identifikasi pada seluruh petak sampel di lokasi penelitian menjumpai sebanyak 16 jenis pohon yang tumbuh pada hutan pantai dan hutan mangrove pascatsunami di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam dan Pulau Nias. Berdasarkan inventarisasi vegetasi, hutan pantai di pantai barat Nanggroe Aceh Darussalam disusun oleh 16 jenis, yang 10 jenis di antaranya dijumpai sudah mati. Sembilan jenis lainnya dijumpai ada yang masih hidup, yaitu *Casuarina equisetifolia, Averhoa bilimbi, Cocos nucifera, Ficus* sp., *Hibiscus tiliaceus, Eugenia* sp., *Myristica fragrans, Artocarpus* spp., dan *Terminalia catappa.* Selain berbagai jenis pohon tersebut, juga dijumpai beberapa tumbuhan bawah berupa semak, yaitu Bohram (Aceh) dan Kemudu (Aceh). Permudaan tingkat semai dan pancang tidak ditemukan saat pengamatan dilakukan.

Hutan mangrove

Secara umum, vegetasi mangrove di pantai barat Nanggroe Aceh Darussalam berada dalam kondisi hancur. Berdasarkan pengamatan, vegetasi

yang mendominasi pada kawasan tersebut adalah *Nypa fruticans*, dan secara sporadis tumbuh *Rhizophora mucronata* yang terdiri atas 4 sampai 6 pohon dengan diameter sekitar 11 cm dan tinggi sekitar 3.5 m. Permudaan tingkat semai dan pancang tidak ditemukan saat pengamatan dilakukan. Selain ditumbuhi oleh kedua jenis di atas, kawasan tersebut juga ditumbuhi jenis *Sonneratia* sp. yang terlihat dari sisa pohon yang sudah tumbang dan diidentifikasi dari akar pasak yang ada. Pada areal mangrove yang telah dikonversi menjadi tambak, dijumpai jenis *Sonneratia* sp. yang tumbuh di pematang tambak yang sudah ditutupi lumpur akibat tsunami.

Hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa jenis *R. mucronata* merupakan jenis yang paling dominan pada tingkat pohon (INP = 187.8%) dengan kerapatan jenis sebesar 29 ind/ha. Dua jenis *R.apiculata* dan *Sonneratia* sp. lainnya yang dijumpai pada tingkat pohon hanya memiliki kerapatan jenis 4-9 ind/ha. Seiring dengan kerapatan yang rendah, ketiga jenis tingkat pohon tersebut juga tersebar secara tidak merata, dengan nilai frekuensi (F) setiap jenis hanya berkisar 2.1-6.3% dengan luas bidang dasar yang rendah, yakni hanya 1.01 m^2/ha (Tabel 2).

Tabel 2. Indeks nilai penting (INP) vegetasi mangrove tingkat pohon di pantai barat Meulaboh

Jenis	K (ind/ha)	KR (%)	F (%)	FR (%)	D (m^2/ha)	DR (%)	INP (%)
1. *R. mucronata*	29	67.8	6.3	70.5	0.49	49.5	187.8
2. *R. apiculata*	9	20.4	3.9	19.4	0.39	31.6	71.4
3. *Sonneratia* sp.	4	12.1	2.1	10.1	0.13	18.6	40.8
Jumlah	42	100	12.3	100	1.01	100	300

Keterangan: K = kerapatan jenis, KR = kerapatan rendah, F = frekuensi, FR = frekuensi rendah, D = luas bidang dasar, DR = luas bidang datar rendah, INP = indeks nilai penting,

Lokasi pantai timur Nanggroe Aceh Darussalam (Banda Aceh dan Pidie)

Hutan pantai

Vegetasi pohon pantai yang dijumpai di pantai timur Nanggroe Aceh Darussalam adalah *Casuarina equisetifolia*. Selain itu, berbagai jenis rerumputan dan sejumlah *Cocos nucifera* juga dijumpai di sekitar hutan pantai tersebut.

Berdasarkan hasil analisis vegetasi, jenis *C. equisetifolia* memiliki kerapatan yang sangat rendah, yakni hanya sekitar 21 ind/ha dan tersebar secara tidak merata. Pohon-pohon *C. equisetifolia* tersebut memiliki diamater yang berkisar antara 30 dan 90 cm dan kisaran tinggi 10-15 m. Permudaan tingkat pancang dan semai tidak dijumpai pada hutan pantai tersebut. Beberapa pohon *C. equiesetifolia* dijumpai dalam kondisi rusak, seperti patah dan ada yang sudah mati, dengan kerapatan sekitar 11 ind/ha.

Hutan mangrove

Berdasarkan hasil inventarisasi tumbuhan, diketahui bahwa kawasan mangrove di pantai timur Nanggroe Aceh Darussalam disusun oleh 17 jenis pohon, yakni *Avicennia marina, A. officinalis, Azadirachta indica, Bruguiera gymnorrhiza, Casuarina equisetifolia, Calophyllum inophyllum, Derris trifoliata, Excoecaria agallocha, Lumnitzera littorea, Nypa fruticans, Pandanus tectorius, Rhizophora apiculata, R. mucronata, R. stylosa, Sonneratia alba, Thespesia populnea,* dan *Xylocarpus granatum*. Lima jenis di antaranya, yaitu *A. indica, C. equisetifolia, C.*

inophyllum, P. Tectorius, dan *T. populnea*, merupakan jenis mangrove asosiasi yang dijumpai pada daerah yang berdekatan dengan hutan pantai. Kehadiran lima jenis mangrove asosiasi pada kawasan mangrove ini dimungkinkan karena letak kawasan mangrove yang berdekatan dengan hutan pantai. Selain 17 jenis pohon tersebut, pada kawasan mangrove tersebut juga dijumpai 1 jenis tumbuhan bawah, yakni *Acanthus ilicifolius*.

Hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa jenis *R. mucronata* merupakan jenis yang paling dominan pada tingkat pohon (INP = 170.0%) dengan kerapatan jenis sebesar 32 ind/ha. Tujuh jenis lainnya yang dijumpai pada tingkat pohon hanya memiliki kerapatan jenis 1-9 ind/ha. Seiring dengan kerapatan yang rendah, kedelapan jenis tingkat pohon tersebut juga tersebar secara tidak merata, dengan nilai frekuensi (F) setiap jenis hanya berkisar 0.3-11% dengan luas bidang dasar yang rendah, yakni hanya 1.07 m^2/ha (Tabel 3).

Tabel 3. Indeks nilai penting (INP) vegetasi mangrove tingkat pohon di pantai timur Nanggroe Aceh Darussalam

Jenis	K	KR	F	FR	D	DR	INP
	(ind/ha)	(%)	(%)	(%)	(m^2/ha)	(%)	(%)
Avicennia marina	9	18.0	3.7	19.0	0.35	32.5	69.4
Avicennia officinalis	1	2.0	0.7	3.4	0.01	1.4	6.8
Casuarina equisetifolia	1	2.0	0.3	1.7	0.02	2.2	5.9
Rhizophora apiculata	2	4.0	0.3	1.7	0.06	5.7	11.5
Rhizophora mucronata	32	64.0	11.0	56.9	0.53	49.1	170.0
Rhizophora stylosa	3	6.0	2.3	12.1	0.03	2.7	20.8
Sonneratia alba	1	2.0	0.7	3.4	0.03	2.5	7.9
Xylocarpus granatum	1	2.0	0.3	1.7	0.04	3.9	7.6
Jumlah	50	100.0	19.3	100.0	1.07	100.0	300.0

Keterangan: K = kerapatan jenis, KR = kerapatan rendah, F = frekuensi, FR = frekuensi rendah, D = luas bidang dasar, DR = luas bidang datar rendah, INP = indeks nilai penting,

Lokasi Pulau Nias

Pantai

Vegetasi pohon yang dijumpai dalam kebun campuran di Nias, antara lain, adalah *Cocos nucifera*, *Hibiscus tiliaceus, Metroxylon sagu, Cerbera manghas, Pandanus tectorius, Ficus* sp., dan *Oncosperma* sp., sedangkan tumbuhan bawah yang dijumpai, antara lain, *Ipomoea pescaprae* dan *Imperata* sp. Selain itu, pada pinggir pantai dijumpai anakan *R. apiculata* yang mungkin terbawa saat pasang tinggi. Selain pohon *C. nucifera* yang ditanam masyarakat, dijumpai pula berbagai jenis lainnya yang tumbuh secara alami. Kerapatan seluruh vegetasi berhabitus pohon di kebun campuran tersebut kurang dari 200 ind/ha.

Hutan mangrove

Berdasarkan hasil analisis vegetasi, hutan mangrove di Nias memiliki ketebalan lebih dari 300 m dari pinggir laut ke arah darat yang didominasi oleh jenis *Rhizophora apiculata*. Berdasarkan hasil inventarisasi tumbuhan, diketahui bahwa hutan mangrove tersebut, selain disusun oleh jenis *R. apiculata*, juga ditumbuhi oleh 17 jenis lainnya, yaitu *Avicennia marina, A. officinalis, Bruguiera gymnorrhiza, B. cylindrica, B. sexangula, B. parviflora, Excoecaria agallocha, Ceriops tagal, Aegiceras corniculatum, Xylocarpus granatum, X. moluccensis, Sonneratia caseolaris, Nypa fruticans, Heritiera littoralis*, *Cerbera manghas*, dan *Lumnitzera littorea*. Pada areal yang berbatasan dengan lahan kering yang jarang

tergenang pasang air laut dijumpai beberapa jenis lain seperti *Hibiscus tiliaceus, Casuarina equisetifolia, Vitev ovata*, dan tanaman kelapa (*Cocos nucifera*).

Hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa hutan mangrove di Nias merupakan hutan mangrove lebat, seperti terlihat pada nilai kerapatan individu yang sangat tinggi, yakni 24 100 ind/ha untuk tingkat semai dan 20.632 ind/ha untuk tingkat pancang. Namun, masih jarang individu yang mencapai tingkat pohon (diamater $\geq$ 10 cm), yakni hanya sekitar 47 ind/ha.

Sedikitnya tumbuhan yang mencapai tingkat pohon, antara lain, disebabkan oleh hutan mangrove tersebut merupakan hutan permudaan alam yang berumur sekitar 10 tahun, sebelumnya sebagian besar pohon mangrove ditebang untuk kayu perancak, kayu bakar, dan bahan bangunan rumah. Selain itu, saat ini, seperti terlihat waktu pengukuran di lapangan dan berdasarkan informasi masyarakat sekitar, kegiatan pengambilan kayu mangrove, terutama tingkat pohon, masih berlangsung meskipun dengan intensitas yang rendah, yakni sekitar 50 batang/ha (Tabel 4).

Tabel 4. Indeks nilai penting (INP) vegetasi mangrove tingkat pohon di pantai Pulau Nias

Jenis	K (ind/ha)	KR (%)	F (%)	FR (%)	D (m^2/ha)	DR (%)	INP (%)
B. sexangula	9	19.1	9	23.1	0.13	28.9	71.1
R. apiculata	38	80.9	30	76.9	0.32	71.1	228.9
Jumlah	47	100.0	39	100.0	0.45	100.0	300.0

Keterangan: K = kerapatan jenis, KR = kerapatan rendah, F = frekuensi, FR = frekuensi rendah, D = luas bidang dasar, DR = luas bidang datar rendah, INP = indeks nilai penting,

Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah dari petak sampel yang ada di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Sifat kimia tanah di lokasi penelitian

Peubah	Lokasi				
	Meulaboh	Banda Aceh	Pidie	Nias	Keterangan*)
pH (H_20)	5.42	4.12	7.61	3.31	Sangat masam s.d. netral
C-Organik (%)	1.93	2.67	5.61	4.51	Sangat rendah s.d. tinggi
N Total	0.16	2.67	5.61	0.26	Sedang s.d. sangat tinggi
P tersedia (ppm)	13.10	13.30	20.00	105.70	Tinggi s.d. sangat tinggi
KTK (me/100 g)	19.43	17.91	23.43	10.29	Sangat rendah s.d. sedang

*) Menurut kriteria Pusat Penelitian Tanah Bogor (Hardjowigeno, 1993).

Berdasarkan Tabel 5, secara umum tanah di lokasi penelitian relatif tidak subur, yang dicirikan dengan pH tanah yang masam, bahan organik yang rendah sampai dengan sedang, dan kandungan N, P, dan KTK yang sangat rendah. Kondisi tanah seperti ini pada umumnya merupakan tipe tanah yang terdapat pada lokasi penelitian, yaitu *Aluvial* yang setara dengan Entisol. Sebagai akibatnya tanah tipe ini memiliki kadar bahan organik yang rendah, basa-basa telah tercuci habis, dan kompleks pertukaran dijenuhi oleh Al dan Fe (Hardjowigeno, 1995).

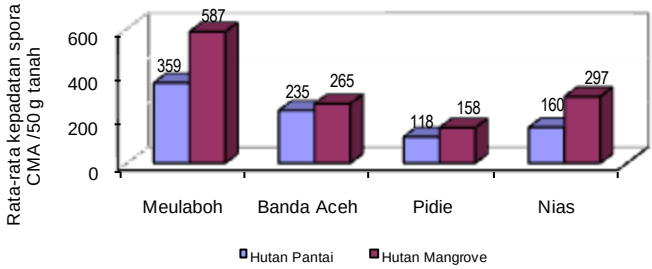
Pengelolaan lahan akibat pascatsunami ini sangat membutuhkan manajemen pengelolaan yang tepat, yaitu dengan memberikan cukup pengapuran

dan penambahan pupuk baik berupa bahan organik maupun pupuk hayati (mikoriza).

Status Mikoriza dari Hutan Pantai dan Hutan Mangrove

Kepadatan spora CMA

Hasil identifikasi vegetasi hutan pantai pada seluruh petak sampel menemukan 6 jenis vegetasi pada lokasi penelitian hutan pantai, sedangkan untuk identifikasi vegetasi hutan mangrove menemukan 37 jenis pada seluruh petak sampel. Hasil perhitungan Tabel 6 dan Tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah spora/50 gram tanah di lokasi penelitian cukup bervariasi, yaitu 56-877 spora/50 gram tanah untuk hutan mangrove dan 103-575 spora/50 gram tanah untuk hutan pantai. Perbedaan rata-rata jumlah spora CMA untuk hutan pantai dan mangrove disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata kepadatan spora tiap petak pada hutan pantai dan hutan mangrove

Berdasarkan Gambar 1, dari hasil uji beda nilai tengah kepadatan jumlah spora yang berpasangan, terdapat perbedaan yang nyata antara hutan pantai dan hutan mangrove. Kepadatan spora CMA meningkat pada jarak 0-80 meter dari tepi pantai dengan kepadatan spora CMA rata-rata 118-359 spora/50 gram tanah tiap petak sampel.

Tabel 6. Status cendawan mikoriza arbuskular pada vegetasi hutan pantai

Jenis	Lokasi				Jumlah spora CMA per 50 g tanah				Persen kolonisasi (%)			
	Meulaboh	Banda Aceh	Pidie	Nias	Meulaboh	Banda Aceh	Pidie	Nias	Meulaboh	Banda Aceh	Pidie	Nias
C. equisetifolia	+	+	+	+	187	107	151	103	92	32	42	42
C. equisetifolia	+	+	+	+	284	193	79	113	80	12	48	36
C. equisetifolia	+	+	+	+	354	216	88	138	78	38	36	48
C. equisetifolia	+	+	+	+	397	285	107	187	48	46	46	42
C. equisetifolia	-	+	+	+	575	372	167	258	60	42	26	38
Averrhou bilimbi	-	-			-	-			-	-		
Cocos nucifera	-				-				-			
Ficus sp.	-			-	-				-			-
Myristeca fragrans	-			-	-			-	-			-
Pandanus tectorius				-				-				-
Hibiscus tiliaceus				-				-				-
Metroxylon sagu				-				-				-
Cerbera manghas				-				-				-
Ficus sp.				-				-				-
Oncosperma *sp.*				-				-				-

Keterangan: + = ada mikoriza, - = tidak terdapat mikoriza

Lokasi hutan mangrove

Tabel 7. Status cendawan mikoriza arbuskula pada vegetasi hutan mangrove

Jenis	Lokasi				Jumlah spora CMA per 50 g tanah				Persen kolonisasi (%)			
	Meulaboh	Banda Aceh	Pidie	Nias	Meulaboh	Banda Aceh	Pidie	Nias	Meulaboh	Banda Aceh	Pidie	Nias
R. mucronata	+	+	+	+	318	107	56	125	42	32	16	44
Sonneratia sp.	+	+	+	+	482	173	147	241	38	44	28	52
R. stylosa	+	+	+	+	877	223	85	341	42	32	48	48
A.officinalis		+	+	+		345	245	367		14	28	24
A. marina		+	+	+		479	256	411		28	36	28
C. equisetifolia			-				-				-	
Azadirachta indika			-				-				-	
R. apiculata			-				-				-	
Calophyllum inophyllum			-				-				-	
Sonneratia alba			-				-				-	
Xylocarpus granatum			-				-				-	
C.inophyllum			-					-			-	-
Pandanus tectorius			-									
A.officinalis												
Bruguiera gymnorrhiza								-				-
A.cylindrica				-				-				-
B.sexangula								-				-
B.parviflora				-				-				-
Excoecaria agallocha				-				-				-
Ceriops tagal				-				-				-
Aegiceras corniculatum				-				-				-
Xylocarpus granatum				-				-				-
X.moluccensis				-				-				-
Sonneratia caseolaris				-				-				-
Nypa fruticans				-				-				-

Keterangan: + = ada mikoriza, - = tidak terdapat mikoriza

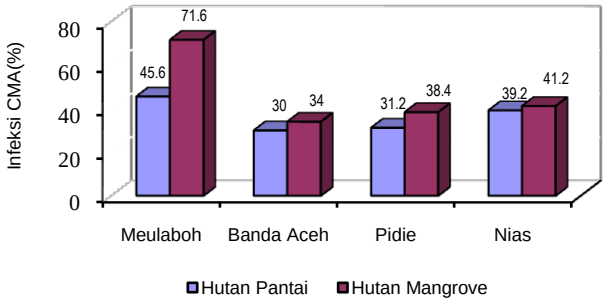
Pada hutan mangrove, spora CMA hanya ditemukan pada jarak 10-80 meter yang berbatasan dengan hutan pantai dari tanaman hutan mangrove terdepan (Gambar 1). Pada petak hutan mangrove yang berbatasan dengan hutan pantai ini ditemukan spora dengan kepadatan 158-587 spora/50 gram tanah. Rendahnya P tersedia pada hutan mangrove ini terjadi karena tanah terendam air laut saat pasang sehingga menimbulkan kenaikan kadar garam pada tanah.

Selanjutnya pada hutan pantai Meulaboh, di belakang hutan mangrove kepadatan spora CMA cenderung meningkat 318-877 spora/50 gram tanah, jika dibandingkan dengan Banda Aceh yang berkisar 107-479 spora, Nias berkisar 125-441 spora, dan Pidie 56-256 spora/50 gram tanah sejalan dengan meningkatnya jarak dari tepi pantai dan menurunnya P tersedia. Hal ini didasarkan pada tanah-tanah pascatsunami tersebut yang banyak mengandung bahan-bahan yang bersifat toksik (racun). Young (1976) menyebutkan bahwa air hujan dapat dengan cepat membuat garam pada tanah tercuci. Kepadatan spora CMA yang ditemukan pada kawasan mangrove lebih banyak dipengaruhi oleh faktor kimia tanah yang bervariasi pada setiap sampel tanah. Dari hasil penelitian Ragupathy dan Mahadevan (1991) dapat diketahui bahwa variasi pH, nitrogen, fosfat, dan kalium tanah tidak berhubungan dengan kepadatan spora CMA dan persentase infeksi CMA pada akar tanaman. Kim dan Weber (1985) dan Ragupathy dan Mahadevan (1997) juga menyatakan bahwa kepadatan spora CMA berhubungan erat dengan P tersedia di dalam tanah, kepadatan spora CMA menurun sejalan dengan peningkatan salinitas tanah. Bundrett (1991) *dalam* Bundrett *et al*. (1994) menyatakan bahwa salinitas tanah merupakan salah satu faktor tanah yang menyebabkan kurangnya spora CMA di tanah di samping faktor kekeringan,

pencucian, atau iklim yang ektrim, dan kehilangan tanah bagian atas atau kurangnya tanaman inang.

Persen kolonisasi

Hasil perhitungan pada Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan bahwa dari empat lokasi penelitian terdapat 1 jenis pohon yang berasosiasi dengan CMA di hutan pantai dan hutan mangrove dan 4 jenis pohon yang diamati seluruhnya berasosiasi dengan CMA. Kondisi ini menunjukkan bahwa pohon-pohon yang terdapat pada hutan pantai dan hutan mangrove yang hanya tersisa dari pascatsunami pada daerah-daerah yang tanahnya sudah terkonstaminasi mempunyai asosiasi yang sangat tinggi dengan CMA. Bahkan dalam penelitian ini 50% dari tanaman yang diamati mampu membentuk asosiasi dengan mikoriza dengan persentase kolonisasi yang beragam. Hasil pengamatan dari analisis yang dilakukan selengkapnya disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata persentase infeksi CMA tiap petak pada akar tanaman pada hutan pantai dan hutan mangrove

Hal di atas membuktikan bahwa CMA memiliki toleransi dan sebaran yang luas di ekosistem, selaras dengan pernyataan Bagyaraj (1991) yang memperkirakan hampir 90% tanaman bersimbiosis dengan mikoriza. Pada penelitian ini akar tanaman hutan pantai ditemukan tidak banyak terinfeksi oleh CMA karena tanaman pada hutan pantai sudah tidak ada, sedangkan akar tanaman hutan mangrove juga ditemukan tidak terinfeksi oleh CMA karena selalu terendam pada saat pasang laut setiap hari dan jarang mengalami kekeringan dengan waktu yang lama. Dari Gambar 2 terlihat bahwa akar tanaman pada hutan mangrove di belakang hutan pantai terinfeksi CMA dengan persentase lebih tinggi daripada hutan pantai yang langsung berhadapan dengan laut bebas. Hal ini disebabkan oleh pasir pantai yang berhadapan dengan laut bebas masih sering mengalami penggeseran ke depan atau ke belakang saat terjadinya badai sehingga tanaman *Avicennia marina, Casuarina equisetifolia, Nypa fruticans, Pandanus tectorius, Rhizophora apiculata, R. mucronata, R. stylosa,* dan *Sonneratia* sp. sering menghilang serta muncul lagi spora dan CMA pun sulit berkembang karena inangnya sudah menghilang.

Penemuan spora CMA pada kawasan hutan pantai, terutama pada hutan pantai ini, menunjukkan bahwa pemakaian CMA untuk penghijauan hutan pantai dan hutan mangrove dapat menjadi suatu alternatif di masa mendatang yang dapat memperbaiki kualitas semai untuk penghijauan setelah diketahui efektivitasnya untuk tanaman penghijuan. Selain itu, terdapat kemungkinan adanya spora CMA

genus atau jenis tertentu yang tahan hidup dan dapat berkembang pada lahan dengan tingkat salinitas yang tinggi.

Hubungan antara Jumlah Spora CMA, Infeksi Akar, dan Sifat-sifat Tanahnya

Hubungan antara jumlah spora CMA, persen infeksi akar, dan sifat-sifat tanah diperoleh hasil seperti disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Koefisien antara jumlah spora CMA, infeksi akar, dan sifat-sifat tanah

Tipe hutan	Persamaan regresi (Y = a + b x)	
	Jumlah spora dan P tersedia	Infeksi dan P tersedia
Mangrove	Jumlah spora = 453.9 – 17.64 P	Infeksi = 66.69 + 1.132 P
Pantai	Jumlah spora = 519.2 + 1.78 P	Infeksi = 74.16 + 2.634 P

Pada Tabel 8 terdapat tanda (-) pada koefisien P, yang memberikan arti jumlah spora tersebut berkorelasi negatif dengan kandungan P tersedia. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang erat antara jumlah spora dan persen infeksi akar dengan kandungan P tersedia, ditunjukkan dengan jumlah spora = 453.9 - 17.64 P tersedia untuk hutan mangrove dan jumlah spora = 519.2 + 1.78 P tersedia untuk hutan pantai. Dengan demikian ada juga yang menunjukkan hubungan positif.

Dari Tabel 8 terlihat bahwa sebagian besar terjadi pola hubungan negatif antara jumlah spora dengan P tersedia, artinya jumlah spora akan menurun dengan semakin banyaknya P, kecuali pada hutan pantai di Pidie menunjukkan pola hubungan yang positif.

Fenomena yang menunjukkan adanya hubungan negatif antara hutan mangrove dan hutan pantai dengan jumlah spora CMA dan P tersedia selaras dengan teori pembentukan mikoriza yang dikemukakan Hatch (1937) *dalam* Imas *et al.* (1989), yang dengan teori mikrotrofinya menyebutkan bahwa mikoriza akan terbentuk jika terdapat ketidakseimbangan di dalam ketersedian satu atau lebih dari empat unsur hara makro, yaitu N, P, K, dan Ca.

Smith dan Read (1997) menjelaskan mekanisme pembentukan spora, bahwa hifa eksternal merupakan bagian terpenting di dalam produksi spora sehingga di dalam pembentukan spora CMA, hifa eksternal harus mendapatkan pasokan karbohidrat dalam jumlah yang memadai. Berdasarkan pernyataan tersebut, teori karbohidrat mendukung, yaitu kandungan P yang tersedia dalam jumlah cukup akan menurunkan produksi karbohidrat yang akhirnya mempengaruhi sporulasi spora. Pada kasus hubungan positif antara jumlah spora dan P di hutan pantai Pidie diduga terjadi karena adanya kondisi yang tidak normal, yaitu telah terjadi mobilisasi spora akibat tsunami.

Secara teoritis, P tersedia yang semakin banyak di dalam tanah akan menurunkan infeksi akar oleh mikoriza, hal ini disebabkan oleh P yang tersedia di dalam tanah dengan mudah akan diserap oleh akar tanaman yang selanjutnya akan dikirim ke bagian daun. Dengan terakumulasinya P di dalam jaringan daun, konsentrasi P organik di dalam membran tanaman semakin meningkat yang berakibat pada permeabilitas membran semakin menurun. Akibat dari turunnya permeabilitas membran, eksudat-eksudat yang menjadi bahan makanan cendawan

tidak banyak keluar dari akar sehingga perkembangan cendawan menjadi terhambat.

Dalam penelitian ini pola hubungan negatif antara infeksi akar dan P hanya terjadi di hutan mangrove Pidie dan hutan pantai Banda Aceh, sedangkan di tempat lain terjadi hal sebaliknya, yaitu semakin besar P, semakin banyak proses infeksi mikoriza. Fenomena ini merupakan suatu fenomena yang tidak umum dan bertentangan dengan teori pembentukan mikoriza. Meskipun demikian, hal ini mungkin saja terjadi dalam kondisi yang tidak normal, yaitu setelah terjadinya tsunami, banyak terjadi perubahan-perubahan yang secara tiba-tiba termasuk kandungan hara yang ada di dalam tanah. Oleh karena itu, kondisi seperti ini dapat dipandang sebagai kondisi yang tidak permanen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

(1) Setelah terjadinya tsunami hampir sebagian besar hutan pantai dan hutan mangrove di Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) mengalami kerusakan yang parah, kecuali di Pulau Nias. Ditemukan *Casuarina equisetifolia* untuk hutan pantai, sedangkan untuk hutan mangrove hanya 5 pohon (*Rhizophora mucronata, Sonneratia* sp.*, Avicennia marina, R.stylosa*) yang diamati berasosiasi dengan mikoriza.

(2) Di hutan pantai barat terdapat 5 jenis tumbuhan yang ditemukan, tetapi hanya satu yang bermikoriza, yaitu *Casuarina equisetifolia*. Di hutan pantai Banda Aceh dan Pidie masing-masing ditemukan dua dan satu jenis tumbuhan, dan hanya satu jenis yang bermikoriza, yaitu *Casuarina equisetifolia*, sedangkan di Nias ditemukan 8 jenis, tetapi yang bermikoriza hanya satu, yaitu *Casuarina equisetifolia*.

(3) Jenis vegetasi mangrove yang ditemukan bermikoriza di keempat lokasi penelitian adalah *Rhizophora mucronata*, sedangkan *Sonneratia* sp. ditemukan di empat lokasi, tetapi yang bermikoriza hanya ditemukan di pantai barat dan pantai timur NAD dan di Pulau Nias.

(4) Secara umum, kandungan fosfor tanah berpengaruh nyata terhadap kepadatan spora dan infeksi CMA. Semakin tinggi kandungan fosfor di dalam tanah, kepadatan spora semakin rendah, infeksi CMA cenderung semakin tinggi.

Saran

(1) Rehabilitasi hutan pantai dan hutan mangrove perlu segera dilaksanakan untuk mengembalikan struktur vegetasi yang telah rusak akibat tsunami.

(2) Dengan diketahuinya struktur mikoriza di hutan pantai dan mangrove pascatsunami, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memanfaatkan mikoriza dalam merehabilitasi hutan mangrove dan hutan pantai di Nanggroe Aceh Darussalam dan Nias.

DAFTAR PUSTAKA

Bagyaraj, D.J. 1991. Ecology of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae. Di dalam: *Hand Book of Applied Mycology Vol.1: Soil and Plant*. New York-Basel-Hongkong: Marcel Dekker, Inc.

Brundrett, N., Melville, L., and Peterson, L. *Eds*. 1994. *Practical Methods in Mycorrhizas Research*. Canada: Mycologue Publications.

Brundrett, M. and Walker, C. 1977. Understanding the diversity of glomalean fungi in Tropical Australian Habitats. Papers Presented at the International Conference "Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystems", 26-30 Oktober 1977. Bogor, Indonesia.

Departemen Kehutanan. 2005. Rehabilitasi hutan mangrove pascatsunami di Aceh. Siaran Pers. No.5.32/II/PIKT/2005.

Giovanneti, M. and Mosse, B. 1980. An evaluation of technique for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal intection in root. NP.

Gunawan, A.W. 1994. Taksonomi cendawan micoriza arbuskula. Hlm. 108-119. *Dalam.* Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. Bogor. SEAMEO BIOTROP.

Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.

Imas, T.R.S., Hadioetomo, Gunawan, A.W., dan Setiadi, Y. 1989. *Mikrobiologi Tanah*. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Pusat Antar Universitas Bioteknologi.

Kim, C.K. dan Weber, D.J. 1985. Distribution of VA mycorrhiza on halophytes on Inland Salt Playas*. Plant and Soil*. 83:207-214.

Mazda, Y. and Magi, M. 1997. *Mangrove as A Coastal Protection From Waves in The Tong King Delta, Vietnam, Mangroves and Salt Marshes 1*. Netherland: Kluwer Academic Publisher.

Pacioni, G. 1992. Wet seiving and decanting technique for the extraction of spores of VA mycorrhizal fungi. Di dalam: *Methods in Microbiology*. San Diego: Academic Press Inc.

Smith, F.A. and Smith, S.E. 1997. Structural diversity in (vesicular)-arbuscular mycorrhical symbioses. *New Phytol* 137:373-388.

Smith, S.E. and Read, D.J. 1997. *Mycorhizal Symbiosis*. Academic Press.

Soerinegara, I. dan Indrawan, A. 1998. Ekologi Hutan Indonesia. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Fakultas Kehutanan.

Yong, A. 1976. *Tropical Soil and Soil Survey*. Cambridge: Cambridge University Press.