

---

## **EKSPLORASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) DI HUTAN PENDIDIKAN MANGROVE UNILA DESA MARGASARI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Nova Natalia<sup>1</sup>, Melya Riniarti<sup>1</sup>, Maria V. Rini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

\*[Nova.natalia.nn@gmail.com](mailto:Nova.natalia.nn@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Hutan pendidikan mangrove Unila Desa Margasari didominasi oleh 2 jenis vegetasi yaitu bakau besar (*Rhizophora mucronata*) dan api-api (*Avicennia marina*). Kedua jenis ini menempati zonasi yang berbeda. Penelitian mengenai mikoriza pada hutan mangrove ini belum pernah dilakukan, maka dari itu perlu dilakukan eksplorasi fungsi mikoriza arbuskula (FMA). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jarak dan jenis vegetasi terhadap jumlah populasi spora FMA. Penelitian dilakukan di Hutan Pendidikan Mangrove Unila dan Laboratorium Produksi Perkebunan, Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan berlangsung pada bulan Mei – Agustus 2015. Metode sampling yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah dan akar adalah metode transek dengan 3 kali ulangan pada 2 jenis vegetasi mangrove, titik pengambilan sampel berada pada setiap jarak 50 m dari darat ke laut. Metode yang digunakan untuk mengekstraksi spora dan pengamatan infeksi akar adalah metode teknik tuang saring dan pewarnaan akar. Data yang diambil meliputi persen infeksi akar, kepadatan spora dan frekuensi spora. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah spora yang ditemukan pada jarak 0m-150m dari darat lebih banyak daripada jarak 200m-350m dari darat. Jumlah spora yang ditemukan pada jenis bakau besar lebih banyak daripada jenis api-api. Tetapi tidak ada infeksi FMA yang ditemukan pada akar mangrove.

Kata kunci : ***Avicennia marina*, Lampung, mangrove, mikoriza, *Rhizophora mucronata*.**

### **PENDAHULUAN**

Hutan mangrove Desa Margasari memiliki luas lebih kurang 700 hektar pada tahun 2005 (Kustanti, 2011). Tahun 2014 luas hutan mangrove telah mencapai 1200 hektar (Duryat & Riniarti, 2015).

Hutan mangrove tersebut telah diserahkan oleh Pemerintah Kabupaten Lampung Timur untuk dikelola oleh Universitas Lampung berdasarkan Nota Kesepakatan bernomor 572.1/940/08/UK/2005 dan 4093/J26/KL/2005 tanggal 15

Desember 2005 sebagai upaya pendidikan dan pengabdian kepada masyarakat (Kustanti, 2011).

Yudha (2007) mengatakan bahwa hutan mangrove Desa Margasari didominasi jenis bakau besar (*Rhizophora mucronata*) yang ditanam oleh masyarakat dan pemerintah, dan api-api (*Avicennia marina*) yang tumbuh secara alami. Jenis mangrove ini tumbuh dengan formasi/zonasi yang unik, dikatakan demikian karena tanaman bakau besar tumbuh lebih dekat dengan darat dan tanaman api-api lebih dekat dengan laut. Sehingga kedua tanaman ini memiliki jarak yang berbeda dari darat ke laut. Menurut Bengen & Dutton (2004), faktor-faktor yang mempengaruhi zonasi dari hutan mangrove adalah salinitas, toleransi terhadap ombak dan angin, toleransi terhadap lumpur (substrat) dan frekuensi genangan air.

Mikoriza merupakan salah satu bentuk hubungan mutualisme antara fungi tertentu dengan sistem perakaran tanaman. Hubungan tersebut memberikan keuntungan baik untuk fungi maupun tanaman (Supriyanto & Mansur, 2009). Salah satu jenis fungi mikoriza yang ada yaitu Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Menurut Setiadi (2001), FMA merupakan salah satu jenis fungi tanah yang memiliki tingkat penyebaran tinggi, karena kemampuannya bersimbiosis dengan hampir 90% jenis tanaman. Fungi mikoriza pada umumnya dapat ditemukan pada spesies tanaman tingkat tinggi yang tumbuh pada berbagai tipe habitat dan iklim. Adapun penyebarannya bervariasi

menurut iklim, lingkungan, dan tipe penggunaan lahan.

Keberadaan fungi mikoriza di alam bersifat kosmopolitan, artinya fungi mikoriza hampir pasti ada dalam kondisi tanah apapun. Keberadaan fungi mikoriza dibatasi oleh beberapa faktor antara lain kondisi tanah yang memiliki kadar salinitas yang tinggi (Siradz et al., 2007). Dari teori tersebut timbul dugaan bahwa keberadaan mikoriza membantu ketahanan mangrove terhadap salinitas, seperti yang diketahui bahwa mikoriza mampu bersimbiosis dengan berbagai jenis tanaman termasuk di tempat yang salin. Mikoriza tidak hanya berkembang pada tanah berdrainase baik, tetapi juga pada lahan tergenang (Hermawan et al., 2015).

## MATERIAL DAN METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Hutan Pendidikan Mangrove Unila di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dan Laboratorium Produksi Perkebunan, Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2015 sampai Agustus 2015.

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah sampel tanah dan akar mangrove (tanah 100g/ titik sampel), sukrosa 60%, tinta *thrypan blue*, HCl 1%, KOH 10%, air (aquades), dan air destilata.

Alat yang dipakai yaitu, pinset spora, cawan petri, *cover glass*, *cover*

slip, gelas piala, waterbath, mikroskop stereo, mikroskop compound, satu set penyaring dengan mata saring : 450 $\mu$ m, 250 $\mu$ m, 180 $\mu$ m, dan 45 $\mu$ m, tabung sentrifugasi, botol semprot, sekop, pisau, alat tulis, kertas label, kamera digital, dan kantong plastik.

### **Metode Penelitian**

Metode sampling yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah dan akar di Hutan Pendidikan Mangrove Unila di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur adalah metode transek dengan 3 kali ulangan pada 2 jenis vegetasi mangrove yaitu bakau besar dan api-api.

Penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu :

Kegiatan di lapangan meliputi pengambilan sampel tanah dan akar pada vegetasi bakau besar dan api-api

### **Pengambilan contoh tanah dan akar**

Teknik pengambilan sampel tanah dan akar mengacu pada metode Ragupathy & Mahadevan (1991), yaitu metode jalur (*transect method*). Jalur dibuat sepanjang 400 meter dengan lebar 3 meter dari darat menuju laut, dimana vegetasi yang terdapat sepanjang jalur adalah bakau besar dan api-api. Sampel yang diambil yaitu pada setiap 50 meter di sepanjang jalur yang telah dibuat. Pengambilan satu sampel dilakukan dengan mengambil tanah lebih kurang di 3 titik di sekitar pohon dan 3 pohon yang berbeda dengan kedalaman 0-20 cm, kemudian sampel tanah

dikompositkan dengan cara diaduk lalu diambil sebanyak 1 kg sebagai sampel. Jumlah jalur sebanyak tiga jalur. Bersamaan dengan pengambilan sampel tanah diambil juga sampel akar pada bakau besar dan api-api untuk melihat kolonisasi FMA yang terdapat di dalamnya. Akar yang diambil merupakan akar halus pada perakaran pohon dengan kedalaman 10 - 20 cm. Untuk sampel akar diambil di 3 titik di sekitar pohon dengan 3 pohon yang berbeda, masing-masing pohon diambil 3 akar disekitar perakaran pohon dan kemudian dikompositkan.

Kegiatan di laboratorium yang meliputi ekstraksi spora FMA dan pengamatan kolonisasi FMA pada akar tanaman.

### **Ekstraksi spora FMA**

Teknik yang digunakan dalam mengekstraksi spora FMA adalah teknik tuang-saring dari Pacioni (1992). Prosedur kerja teknik tuang-saring ini, pertama adalah mencampurkan tanah sampel sebanyak 100 g dengan 700-800 ml air dan diaduk sampai butiran-butiran tanahnya hancur. Selanjutnya disaring dalam satu set saringan dengan ukuran 500  $\mu$ m, 250  $\mu$ m, 180  $\mu$ m, dan 45 $\mu$ m, secara berurutan dari atas ke bawah, hal ini diulang sebanyak beberapa kali sampai air tidak berwarna keruh lagi. Saringan bagian atas disemprot dengan air kran untuk memudahkan bahan saringan lolos. Kemudian saringan paling atas dilepas dan saringan kedua, ketiga kembali disemprot dengan air kran. Setelah saringan kedua dan ketiga

dilepas sejumlah tanah sisa yang tertinggal pada saringan terbawah dipindahkan dalam tabung sentrifuse. Saringan paling bawah dengan mata saring terkecil yang mampu menangkap spora FMA, namun masih ada partikel-partikel liat yang masih terikut sehingga hasil penyaringan agak kotor.

Ekstraksi spora teknik tuang-saring ini kemudian diikuti dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett *et al.* (1996). Hasil saringan dalam tabung sentrifuse ditambahkan dengan sukrosa 60% dan diletakkan pada bagian bawah dengan menggunakan pipet. Tabung sentrifuse ditutup rapat dan disentrifuse dengan kecepatan 2500 rpm selama 3 menit. Selanjutnya cairan yang bening dituang ke dalam saringan yang berukuran 45 µm, lalu dicuci dengan air mengalir yang deras untuk menghilangkan gulanya. Setelah dicuci, spora dipindahkan ke dalam cawan petri. Spora yang telah dipindahkan ke dalam cawan petri dapat dilihat di bawah mikroskop untuk dihitung jumlah sporanya.

#### **Kolonisasi FMA pada akar tanaman**

Pengamatan kolonisasi akar FMA pada tanaman bakau yaitu menggunakan teknik pewarnaan akar sebagai berikut:

Mencuci akar sampai bersih dengan air destilata. Pencucian dilakukan

sebanyak 3kali sampai sudah cukup bersih. Kemudian akar direndam dalam KOH 10% dan dimasukkan ke dalam waterbath,

dikukus dengan suhu 80° C selama 10 menit. Bila akar masih tetap berwarna kelam, KOH diganti dengan yang baru dan dikukus kembali dalam waterbath ± 5 menit.

Selanjutnya akar dicuci dengan air mengalir 3-5 kali, dengan menggunakan penyaring teh sebagai wadah. kemudian akar direndam dalam larutan HCl 1% selama ± 2 hari dan kemudian dikukus kembali selama 10 menit dalam waterbath pada suhu 80° C.

Larutan HCl dibuang dan diberi pewarna thrypan blue 0,05%. Kemudian dikukus kembali dalam waterbath selama 5 menit dan dibiarkan dingin selama 4 hari. Akar dipotong sepanjang 2 cm dan kemudian diletakkan berjajar pada gelas objek. Setiap 5 potong akar ditutup dengan sebuah *cover glass*. Setelah pewarnaan selesai, kemudian diamati setiap potong akar dibawah mikroskop. Pada buku pengamatan, diberikan tanda - (minus) untuk setiap bidang pandang yang tidak ada struktur mikorizanya (hifa, arbuskula, vesikel ataupun spora intraradikal).

Rumus yang digunakan untuk menghitung kepadatan dan frekuensi spora / 100 g tanah dan perhitungan kolonisasi akar FMA (Vierheilig *et al.*, 1998) adalah:

$$\text{Kepadatan spora} = \text{Jumlah spora} / 100 \text{ g} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Frekuensi} = \text{Jumlah sampel ditemukan spora} / \text{total sampel} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$\% \text{ Akar terkolonisasi} = \frac{\sum \text{bidang pandang bermikoriza}}{\sum \text{bidang pandang yang diamati}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian yang dilakukan pada sampel akar bakau besar dan api-api menunjukkan tidak ditemu-

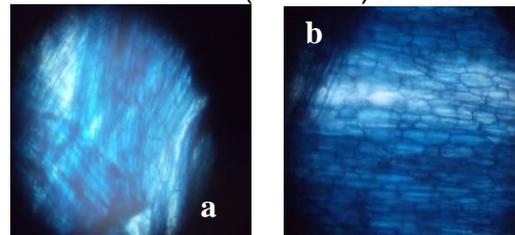
kan adanya infeksi FMA pada jaringan akar, sehingga dapat dikatakan bahwa akar bakau besar dan api-api tidak diinfeksi oleh FMA seperti pada Tabel 1.

*Tabel 1. Persentasi akar terinfeksi FMA Pada akar bakau besar dan api-api.*

No	Jenis Tanaman	Jarak (m)	% akar terkontaminasi	Keterangan
1	Bakau besar	0	0%	Tidak terkolonisasi
2	Bakau besar	50	0%	Tidak terkolonisasi
3	Bakau besar	100	0%	Tidak terkolonisasi
4	Bakau besar	150	0%	Tidak terkolonisasi
5	Api-api	200	0%	Tidak terkolonisasi
6	Api-api	250	0%	Tidak terkolonisasi
7	Api-api	300	0%	Tidak terkolonisasi
8	Api-api	350	0%	Tidak terkolonisasi

Gambar 1. merupakan hasil pengamatan akar dibawah mikroskop yang didokumentasikan dengan menggunakan kamera digital. Gambar ini menunjukkan sel akar yang kosong. Gambar tersebut menunjukkan bahwa tidak ada infeksi yang terjadi pada akar. Sampel akar yang diamati tidak terinfeksi tetapi hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada sampel tanah terdapat spora. Pengamatan pada semua sampel tanah menun-

unjukkan terdapat spora FMA dengan frekuensi 100% (Tabel 2).



*Gambar 1. Sel akar mangrove yang diambil di Desa Margasari. (a) sel bakau besar dan (b) sel api - api.*

*Tabel 2. Frekuensi ditemukan spora dalam setiap sampel yang diambil pada bakau besar dan api-api sepanjang darat menuju laut.*

No	Jenis Tanaman	Jarak (m)	Frekuensi Spora
1	Bakau besar	0 m	100%
2	Bakau besar	50 m	100%
3	Bakau besar	100 m	100%
4	Bakau besar	150 m	100%
5	Api-api	200 m	100%
6	Api-api	250 m	100%
7	Api-api	300 m	100%
8	Api-api	350 m	100%

Jumlah spora dalam setiap sampel berbeda-beda pada setiap ulangan. Jumlah dari masing-masing ula-

ngan ini kemudian dirata-ratakan dan disajikan pada Tabel 3. Data rata-ratan jumlah spora diperoleh dari 2

jenis vegetasi dengan jarak 0-350 m dari darat ke laut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel akar yang diamati tidak terinfeksi oleh FMA. Tarmedy (2006), mengatakan bahwa akar yang terinfeksi oleh FMA umumnya pada akar muda atau rambut akar. Santoso (1987), menyatakan bahwa keberadaan fungi mikoriza di permukaan tanah dipengaruhi oleh penyebaran akar serabut dari tegakan inang. Selanjutnya dikatakan bahwa tanaman dengan sistem perakaran yang ekstensif akan sangat tergantung pada simbiosis dengan FMA. Ketergantungan ini berhubungan dengan morfologi rambut akar, dimana spesies atau kultivar

dengan kepadatan dan panjang rambut akar yang tinggi kurang tergantung pada simbiosis dengan FMA dan sebaliknya. Bentuk akar tanaman bakau besar menyerupai akar tunjang (akar tongkat). Akar tunjang digunakan sebagai alat pernapasan karena memiliki lentisel pada permukaannya. Akar tanaman bakau besar tumbuh menggantung dari batang atau cabang yang rendah dan dilapisi semacam sel lilin yang dapat dilewati oksigen tetapi tidak tembus air (Ambarita, 2015). Akar api-api memiliki sistem perakaran horizontal yang rumit dan berbentuk pensil (atau berbentuk asparagus), akar nafas tegak dengan sejumlah lentisel (Keliat, 2013).

Tabel 3. Kepadatan spora /100 g tanah berdasarkan jenis (bakau besar dan api-api) dan jarak(0-350m) pada hutan mangrove.

No	Jenis Tanaman	Jarak (m)	Rataan Jumlah Spora/100 g sampel
1	Bakau besar	0 m	7,3
2	Bakau besar	50 m	15,3
3	Bakau besar	100 m	26
4	Bakau besar	150 m	22,7
5	Api-api	200 m	10,3
6	Api-api	250 m	10
7	Api-api	300 m	9,7
8	Api-api	350 m	6,7

Pada umumnya transpirasi jenis-jenis mangrove adalah rendah, sedangkan akarnya terus menerus mengabsorpsi air garam. Absorpsi air beserta ion-ion dilakukan terutama oleh ujung-ujung akar yang memiliki permukaan luas. Proses penyerapan sebagian besar akan terjadi pada epidermis akar. Ion-ion yang diserap oleh sel epidermis akan bergerak menuju xilem melalui simplas, kemudian menembus epidermis, eksodermis dan beberapa sel korteks, endodermis dan akhirnya perisi-

klus. Walaupun lintasan ion untuk menuju akar beragam, ion harus selalu menerobos membran plasma sel akar yang hidup, bahkan juga saat diserap pertama kali. Meskipun demikian membran plasma merupakan penghalang bagi penyerapan ion (Salisbury & Ross, 1995). Hal ini akan menyebabkan terjadinya timbunan garam (Onrizal, 2005).

Penurunan pertumbuhan akar dengan bertambahnya salinitas tanah (Poss et al., 1985) akan menurunkan peluang kontak antara

akar dengan hifa fungi yang akan menyebabkan penurunan tingkat kolonisasi. FMA biasanya akan memulai infeksi pada bagian ujung akar, sementara ujung akar tanaman mangrove secara terus menerus melakukan penyerapan garam (Onizal, 2005), sehingga hifa tidak mungkin dapat melakukan kontak dengan akar.

Di samping faktor genetik tanaman sebagai penyebab ketahanan terhadap kolonisasi FMA, pola adaptasi terhadap tapak-tapak khusus dari spesies tanaman mungkin dapat menjadi alasan lain untuk perkembangan tanaman dengan status tanpa mikoriza (Fitter & Merryweather, 1992) Infeksi FMA akan sangat sulit terjadi pada daerah yang tergenang air secara terus menerus. Infeksi FMA biasanya terjadi pada tanaman yang mengalami cekaman air, sementara bakau besar dan api-api tumbuh di tanah yang jenuh air.

Seperti diketahui bahwa sampel akar diambil dari vegetasi yang hidup pada daerah dengan salinitas atau mengandung kadar garam. Kondisi salin seperti di hutan mangrove mengakibatkan penurunan pertumbuhan akar dan kesulitan akan mengalami infeksi FMA dikarenakan hifa sulit untuk hidup dan berkembang dalam keadaan salin (Delvian, 2010). Telah dilaporkan bahwa penambahan berbagai garam ke tanah menghambat pertumbuhan hifa dan selanjutnya menyebabkan penurunan penyebaran jaringan hifa mikoriza (Latef & Chaoxing, 2014). Dengan adanya NaCl, perkecambahan spora menjadi terhambat (Juniper & Abbott, 2006).

Jumlah spora FMA di Hutan Pendidikan Mangrove Unila Desa Margasari ini bervariasi mulai dari 2-53/100g tanah dengan jumlah total 324 spora. Akar yang diteliti tidak ada yang terinfeksi, tetapi jumlah spora yang cukup banyak ditemukan di seluruh sampel tanah. Hal ini memunculkan dugaan mengenai asal dari spora tersebut.

Spora yang ditemukan diduga berasal dari tanaman lain yang terbawa air menuju ke lokasi pengambilan sampel. Hal ini terjadi karena lokasi pengambilan sampel tergenang air dan di kedua sisinya mengalir sungai kecil. Diperkirakan aliran air yang ada di sisi lokasi pengambilan sampel turut serta membawa spora hingga sampai ke lokasi tersebut. Karena pada dasarnya penyebaran FMA terbagi menjadi dua golongan, yaitu tersebar aktif (tumbuh dengan mycelium dalam tanah) dan tersebar secara pasif dimana FMA tersebar dengan angin, air atau mikroorganisme dalam tanah (Coyne, 1999). Spora yang ditemukan diduga spora dari tanaman sekitar yang tumbuh dekat dengan bakau besar maupun api-api.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak dari darat ke laut mempengaruhi jumlah spora yang ditemukan. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa pada jarak 0 m- 150 m menuju laut jumlah spora lebih banyak dari pada jarak 200 m- 350 m. Kepadatan spora FMA pada mangrove dipengaruhi terutama oleh kondisi kimia tanah dan lingkungan dari sampel tanah mangrove tersebut (Kim & Weber, 1985).

Jarak yang semakin jauh dari darat menuju laut menyebabkan genangan air laut semakin tinggi. Spora dengan ukuran yang begitu kecil akan mudah terbawa air, sehingga semakin banyak genangan semakin sedikit spora yang akan ditemukan. Secara umum Brundrett *et al.* (1996) menyimpulkan bahwa salinitas merupakan salah satu faktor tanah yang menyebabkan berkurangnya jumlah spora FMA di dalam tanah di samping faktor pH tanah, kekeringan, pencucian, atau iklim yang ekstrim, dan kehilangan lapisan tanah bagian atas atau kurangnya tanaman inang.

Jarak memiliki hubungan erat dengan jenis vegetasi. Vegetasi bakau besar tumbuh di jarak 0 m – 150 m, sedangkan api-api tumbuh di jarak 200 m- 350 m. Hasil penelitian menunjukkan jumlah spora yang ditemukan pada bakau besar lebih banyak daripada jumlah spora yang ditemukan pada Api-api. Perbedaan jenis vegetasi mempengaruhi jumlah spora.

Jenis vegetasi ini tumbuh pada daerah yang tergenang air laut (salin), namun berdasarkan zonasi, bakau besar tumbuh lebih dekat dengan darat dan sebaliknya api-api tumbuh lebih dekat dengan laut atau berhadapan langsung dengan laut. Menurut Bengen (2001), zona Api-api (*Avicennia*) terletak paling luar/jauh atau terdekat dengan laut, keadaan tanah berlumpur agak lembek (dangkal), dengan substrat agak berpasir, sedikit bahan organik dan kadar garam agak tinggi. Zona Bakau (*Rhizophora*) biasanya terletak di belakang api-api, keadaan tanah berlumpur lembek (dalam). Perbedaan bentuk akar memiliki kontribusi atas perbedaan jumlah spora yang dihasilkan. Kustanti (2011) menyatakan bahwa bentuk perakaran dari kedua vegetasi ini berbeda, dimana akar dari bakau besar berbentuk tongkat sedangkan akar dari api-api berbentuk jarum yang berfungsi sebagai akar nafas (Gambar 2).



Gambar 2. Perbedaan bentuk perakaran dari 2 jenis vegetasi Hutan Mangrov Desa Margasari, (a)perakaran bakau besar (b) perakaran api-api.

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa tingkat kerapatan akar pada kedua

jenis vegetasi berbeda. Tampak pada bakau besar perakaran yang

lebih rapat dibandingkan dengan api-api. Kerapatan akar juga mempengaruhi kemampuan vegetasi untuk menjerap spora mikoriza. Selanjutnya dijelaskan bahwa pada tanah yang tergenang perkembangan FMA terhambat sebagai akibat tingkat serapan oksigen yang rendah. Herawatiningsih (2015) menemukan spora pada *Avicenia* sejumlah 443 dengan kerapatan antara 12-97 spora/100 g tanah. Kerapatan spora tertinggi yang ditemukan berada pada jarak 50 m dari bibir pantai dan kerapatan spora terendah pada jarak 150 m dari bibir pantai dan ini termasuk dalam katagori rendah, berdasarkan pendapat Daniels & Skipper (1982) populasi spora yang tinggi dalam tanah dengan kerapatan 2000/g tanah. Substrat pada bakau besar lebih tebal dibandingkan dengan pada api-api, hal ini juga merupakan faktor yang memungkinkan untuk menahan spora dari hampasan air pasang surut. Seperti diketahui bahwa spora memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga mudah sekali terbawa oleh air, dikatakan pula bahwa penyebaran spora salah satunya melalui air, sehingga jumlah spora yang ditemukan pada bakau besar lebih banyak daripada api-api. Hasil penelitian ini mendukung beberapa hasil penelitian terdahulu yang juga menemukan FMA pada tanah tergenang dan salin, seperti penelitian Gustian *et al.* (2015) yang meneliti asosiasi FMA pada *Avicennia* sp. Moharkumar & Mahadevan (1986) disitasi Sengupta & Chaudhuri (2002), Kan (1993) disitasi oleh Saidi *et al.* (2007), Wang *et al.* (2011), D'souza

& Rodrigues (2013), serta Latef & Miransari (2014) juga mengemukakan bahwa beberapa FMA mampu bertahan pada kondisi salin dan tergenang.

## **SIMPULAN**

Penelitian eksplorasi FMA di hutan pendidikan mangrove Unila Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur menunjukkan bahwa jarak dan jenis vegetasi berpengaruh terhadap jumlah spora FMA. Tetapi tidak ditemukan adanya infeksi pada akar mangrove.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ambarita, D. (2015). Pemanfaatan Fungi *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus* dan *Trichoderma harzianum* untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit *Rhizophora mucronata* Lamk.
- Bengen, D. G. (2001). Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove, Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bengen, D. G., & Dutton, I. M. (2004). Interactions: mangroves, fisheries and forestry management in Indonesia. *Fishes and Forestry: Worldwide Watershed Interactions and Management*, 632-653.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., & Malajczuk, N. (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture* (No. 589.2 W6).

- Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Coyne, M. (1999). Soil microbiology. *An explanatory approach. Delmer Publishers, New York*, 462.
- Daniels, B. A., & Skipper, H. D. (1982). Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil [Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi].
- Delvian. (2010). Presence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Coastal Forest Based on The Salinity Gradients. *Jurnal ILMU DASAR*, 11(2).
- Duryat & Riniarti, M. (2015, August 21<sup>st</sup>). Measurement of Natural Renegeration Rate of Mangrove Forest After Thinning at University of Lampung Mangrove Education Forest. Bogor: *First International Seminar of Tropical Silviculture*.
- D'Souza, J., & Rodrigues, B. F. (2013). Biodiversity of Arbuscular Mycorrhizal (AM) fungi in mangroves of Goa in West India. *Journal of forestry research*, 24(3), 515-523.
- Fitter, A. H., & Merryweather, J. W. (1992). Why are some plants more mycorrhizal than others? An ecological enquiry. *Mycorrhizas in ecosystems. CAB International, Wallingford*, 26-36.
- Herawatiningsih, R. (2015). Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada *Avicennia* Spp. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(3).
- Hermawan, H., Muin, A., & Wulandari, R. S. (2015). Kelimpahan Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) Pada Tegakan Ekaliptus (*Eucalyptus pellita*) Berdasarkan Tingkat Kedalaman Di Lahan Gambut. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(1).
- Juniper, S., & Abbott, L. K. (2006). Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 16(5), 371-379.
- Keliat, S. R. (2013). Pertumbuhan Bibit *Avicennia marina* pada Berbagai Intensitas Naungan.
- Kim, C. K., & Weber, D. J. (1985). Distribution of VA mycorrhiza on halophytes on inland salt playas. *Plant and Soil*, 83(2), 207-214.
- Kustanti, A. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. Bogor : IPB Press.
- Latef, A. A. H. A., & Chaoxing, H. (2014). Does Inoculation with *Glomus mosseae* Improve Salt Tolerance in Pepper Plants?. *Journal of plant growth regulation*, 33(3), 644-653.
- Latef, A. A. H. A., & Miransari, M. (2014). *The Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Alleviation of Salt Stress. In Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses* (pp. 23-38). Springer New York.
- Onrizal. (2005). *Adaptasi Tumbuhan mangrove pada Lingkungan Salin dan Jenuh Air*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

- Pacioni, G. (1992). Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of vesicular-arbuscular fungi. *Methods in microbiology*, 24, 317-322.
- Poss, J. A., Pond, E., Menge, J. A., & Jarrell, W. M. (1985). Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. *Plant and Soil*, 88(3), 307-319.
- Ragupathy, S., & Mahadevan, A. (1991). VAM distribution influenced by salinity gradient in a coastal tropical forest. In *Proceeding of second Asian Conference on Mycorrhiza. BIOTROP Special Publication* (No. 42, pp. 91-97).
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3 (diterjemahkan oleh Dyah R Lukman dan sumaryono)*. Bandung : ITB.
- Santoso, E. (1987). Hubungan Antara Panjang Dan Kedalaman Akar Anakan Dipterocarpaceae Dengan Kelas Penularan Jamur Mikoriza Di Hutan Lindung Bukit Suligi; Provinsi Riau Sumatera. *Bul. Pen. Hutan* 488 : 18 – 27.
- Saidi, A. B., Budi, S. W., & Kusmana, C. (2007). Status Cendawan Mikoriza Hutan Pantai & Hutan Mangrove Pasca Tsunami (Studi Kasus di Provinsi Nangroe Aceh Darussalam & Pulau Nias). In *Forum Pasca Sarjana* (Vol. 30, No. 1, pp. 13-25).
- Sengupta, A., & Chaudhuri, S. (2002). Arbuscular mycorrhizal relations of mangrove plant community at the Ganges river estuary in India. *Mycorrhiza*, 12(4), 169-174.
- Setiadi Y. (2001, 21-23 April). Peranan Mikoriza Arbuskula dalam Reboisasi Lahan Kritis di Indonesia. Bandung: Makalah Seminar Penggunaan Cendawan Mikoriza Arbuskula dalam Sistem Pertanian Organik dan Rehabilitasi Lahan Kritis.
- Siradz, S. A., & Kabirun, S. (2007). Pengembangan lahan marginal pesisir pantai dengan bioteknologi masukan rendah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 7(2), 83-92.
- Supriyanto, S. W. B. R., & Mansur, I. (2009). *Pelatihan Dasar Isolasi dan Inokulasi Mikoriza untuk Pertanian dan Kehutanan*. Seameo Biotrop. Bogor.
- Tarmedi, E. (2006). Keanekaragaman cendawan mikoriza arbuskula di hutan SUB pegunungan Kamojang Jawa Barat.
- Vierheilig, H., Coughlan, A. P., Wyss, U., & Piché, Y. (1998). Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied and environmental microbiology*, 64(12), 5004-5007.
- Wang, Y., Huang, Y., Qiu, Q., Xin, G., Yang, Z., & Shi, S. (2011). Flooding greatly affects the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi communities

in the roots of wetland plants. *PloS one*, 6(9), e24512.

Yudha, I. G. (2007). *Kondisi Wilayah Pesisir dan Laut Lampung*. Diakses dari <http://www.scribd.com/doc/13344953/Kondisi-Wilayah-Pesisir-Dan-Laut-Provinsi-Lampung-Oleh-Indra-Gumay-Yudha#scribd>