

ASOSIASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) PADA TANAMAN BINTARO (*CERBERA MANGHAS* LINN.) DI TANAH ALUVIAL
*Associated Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) on *Cerbera manghas* Linn. In Alluvial Soil*

Bondan Yurisman, Burhanuddin, Wahdina

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124
E-mail : bondanyurisman@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Bintaro or known by botanist as *Cerbera manghas* is a semi mangrove plant which seed oil content could potentially be used as biofuels or renewable resources. Bintaro is known as a plant associated with mycorrhizal fungi / AMF. This research aimed to find out associated arbuscular mycorrhizal fungi with bintaro grown in unnatural conditions. Surrounding soil and root of 15 bintaro around UNTAN area were taken as samples. There were 2 types of soil, the alluvial soil (bintaro sapling and trees) and peat (bintaro seedling). There were 4373 spores from all soil samples, in alluvial soil were found 248 spores / 100 g soil, and in peat there were 378 spores / 100 g soil. Totally there were 10 genus of *Glomus* and 2 genus of *Scutellospora* found around bintaro plant in the two types of soil. The average of AMF infection was low.*

Key word : Bintaro, FMA, Mycorrhiza, Unnatural condition.

PENDAHULUAN

Bintaro merupakan jenis tanaman yang memiliki prospek yang tinggi karena hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan. Beberapa manfaat dari bagian tanaman yang saat ini dikembangkan, yaitu sifat racun yang terkandung pada bijinya dimanfaatkan sebagai pestisida nabati, serta kandungan minyak bijinya berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif biodiesel. Biji bintaro mengandung minyak 46-64 %, dengan komposisi asam lemak penyusun trigliserida terdiri dari asam palmitat (17,90 %), asam miristat (0,17 %), asam stearat (4,38%), asam oleat (36,64%), asam linoleat (23,44 %) dan asam linolenat (2,37%) yang membuat minyak biji bintaro berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar nabati biokerosin maupun biodiesel (Towaha *et al.*, 2011).

Pemanfaatan tanaman bintaro sebagai energi alternatif biodiesel masih menghadapi beberapa kendala, diantaranya kurangnya informasi bagi masyarakat tentang tanaman ini, sementara keberadaan kegiatan pembibitan yang cocok dan perbanyakan tanaman bintaro dapat didukung dengan melakukan inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula ke tanaman. Wang *et al.*, (2013) menunjukkan bahwa bintaro berasosiasi dengan fungi mikoriza arbuskula yang tumbuh pada hutan semi mangrove di Qi' Ao Cina.

Untuk itu perlu informasi awal mengenai asosiasi FMA dengan tanaman bintaro yang saat ini belum diketahui adanya asosiasi antara Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan tanaman bintaro. Saat ini belum diketahui adanya asosiasi antara Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan bintaro yang ditanam di

Universitas Tanjungpura yang merupakan kondisi tidak alami. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah : (1) Mengetahui ada atau tidaknya asosiasi FMA dengan bintaro yang ditanam di Universitas Tanjungpura. (2) Mengetahui genus spora yang terdapat di rizosfer bintaro. (3) Mengetahui persentase infeksi FMA terhadap akar tanaman bintaro.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura selama 3 bulan. Bahan-bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dan bahan pengambilan sampel akar dan sampel tanah, bahan dan alat untuk pengambilan spora dan infeksi akar, serta alat – alat pengukuran data lingkungan serta alat dokumentasi. Buku identifikasi spora yang digunakan adalah buku (Schenck *et al.*, 1998)

Prosedur Penelitian

Sampel akar dan tanah diambil pada 3 (tiga) titik pengambilan di sekitar perakaran (*rhizosfer*) dari tegakan bintaro yang telah ditentukan kemudian dikompositkan menjadi 100 gram tanah / setiap tegakan. Sampel tanah dan akar diambil dari 5 (lima) sampel tingkat pohon dan 5 sampel tingkat pancang yang tumbuh pada tanah aluvial, serta 5 (lima) sampel tingkat semai yang tumbuh pada rizosfer tanah gambut yang tergenang pada saat hujan. Pengambilan sampel tanah dan akar pada tingkat semai yang

tergenang tersebut merupakan data pembandingan yang ingin diketahui karena tumbuh pada tanah gambut. Pada waktu pengambilan sampel dilakukan pengukuran suhu tanah dan udara, kelembaban udara, pH tanah, tinggi serta diameter tanaman.

1. Isolasi spora Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Isolasi spora FMA dilakukan untuk menduga genus FMA yang berasosiasi dengan tegakan bintaro. Isolasi spora dilakukan dengan teknik penyaringan basah (Brundrett *et al.*, 1994). Hasil saringan pada ukuran 125 μm dan 63 μm diamati dan dihitung jumlah spora serta dikarakterisasi sampai tingkat genus menggunakan larutan melzer's. Dalam mengkarakterisasi spora yang diamati adalah bentuk spora, warna spora, lekatan tangkai hifa dan tekstur permukaan spora.

2. Pengamatan infeksi akar

Untuk membuktikan ada atau tidak adanya asosiasi antara Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada akar, dilakukan pewarnaan akar menggunakan prosedur Brundrett *et al.*, (1996) dengan pewarnaan *trypan blue*. Untuk setiap tegakan bintaro dibuat 1 preparat sampel akar sehingga diperoleh 5 preparat akar tingkat semai, 5 preparat tingkat pancang dan 5 preparat akar tingkat pohon. Infeksi akar dapat diketahui dengan adanya hifa, miselia, vesikula atau arbuskula. Persentase akar yang terinfeksi dihitung berdasarkan rumus :

$$\% \text{ infeksi akar} = \frac{\text{Jumlah sampel akar yang terinfeksi}}{\text{Jumlah seluruh sampel yang diamati}} \times 100 \%$$

Tingkat infeksi pada akar diklasifikasikan menurut *The Instate of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest Service, Athena, Georgia* (Setiadi, 1992) sebagai berikut :

- a. Kelas 1 bila infeksi akar 0% - 5% (sangat rendah)
- b. Kelas 2 bila infeksi akar 6% - 25% (rendah)
- c. Kelas 3 bila infeksi akar 26% - 50% (sedang)

- d. Kelas 4 bila infeksi akar 51% - 75% (tinggi)
- e. Kelas 5 bila infeksi akar 76% - 100% (sangat tinggi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan yang telah dilakukan pada sampel tanah aluvial pada tingkat pancang dan pohon, serta sampel tanah gambut tergenang pada tingkat semai di rizosfer tegakan bintaro ditemukan FMA. Jumlah spora FMA dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Spora FMA (Per 100 Gram Tanah Aluvial dan Gambut) Pada Rizosfer 15 Sampel Tegakan Bintaro (*The Number of AMF Spores (Per 100 Gram of Alluvial Soil and Peat) in the Rhizosphere 15 Samples Stand Bintaro*).

No. Sampel	Jumlah Spora Pada Setiap Ukuran Saringan		Jumlah
	125 μ m	63 μ m	
Pohon 1	34	74	108
Pohon 2	24	85	109
Pohon 3	92	147	239
Pohon 4	46	102	148
Pohon 5	22	57	79
Rata – Rata			136
Pancang 1	156	313	469
Pancang 2	176	230	406
Pancang 3	95	154	249
Pancang 4	108	336	444
Pancang 5	67	165	232
Rata- Rata			360
Rata – Rata di Alluvial			248
Semai 1	41	241	282
Semai 2	125	318	443
Semai 3	60	225	285
Semai 4	119	343	462
Semai 5	136	282	418
Rata – Rata di Gambut			378
Jumlah Total Spora	1301	3072	4373

Dari 15 sampel tegakan bintaro diperoleh jumlah total 4373 spora, dengan rata – rata jumlah spora di tanah aluvial 248 spora / 100 gram tanah dan di tanah gambut diperoleh rata – rata 378 spora / 100 gram tanah. Keberadaan FMA

dibuktikan dengan adanya jenis spora hasil isolasi yang ditemukan pada sampel tanah dari rizosfer tanaman bintaro yang diamati. Hasil ini menunjukkan keragaman spora dan jenis FMA yang bervariasi pada 15 sampel tegakan dari 2

jenis tanah (gambut dan aluvial) yang diteliti. Jumlah spora yang ditemukan berkisar antara 79 - 469 / 100 gram sampel tanah dari 15 sampel yang di amati. Menurut Daniels *et al.*, (1982), tanah mempunyai populasi spora FMA yang tinggi apabila kerapatan sporanya ada 20 spora per gram tanah (2000 per 100 gram tanah). Hasil ini menunjukkan bahwa populasi spora FMA dikategorikan rendah pada rizosfer bintaro yang di tanam di Universitas Tanjungpura. Hal ini diperkuat dari hasil penelitian Sandi *et al.*, (2013) di lokasi yang sama dengan jenis tanaman yang berbeda, didapatkan hasil kerapatan spora yang hanya berkisar antara 262 – 435 spora / 100 gram sampel tanah yang diamati.

Kelimpahan dan karakteristik dari jenis spesies mikoriza yang bersimbiosis pada setiap daerah dan lahannya tentu akan berbeda-beda. Mikoriza arbuskula dapat ditemukan hampir pada sebagian besar tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. Namun ada faktor-faktor tertentu yang membedakan kandungan dan tingkat populasi serta komposisi jenis mikoriza

arbuskula misalnya karakteristik tanaman, selain itu suhu, pH tanah, kelambaban tanah, kandungan N dan P serta tingkat konsentrasi logam berat (Kartika *et al.*, 2012). Menurut Patriyasari *et al.*, (2006) dalam Kristanti *et al.* (2012) jumlah spora pada rizosfer suatu tanaman, tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor saja, melainkan dipengaruhi oleh akumulasi dari beberapa faktor, diantaranya yaitu mikoriza itu sendiri, varietas tanaman inang dan kondisi lingkungan, seperti cahaya dan suhu, karena cahaya matahari berperan dalam pembentukan karbohidrat melalui asimilasi karbon yang selanjutnya VAM akan menggunakan karbon tersebut sebagai sumber energi bagi pertumbuhannya.

Hasil karakterisasi ditemukan 6 jenis spora FMA dari 2 genus untuk sampel tanah aluvial di sekitar perakaran (*rhizosfer*) tingkat pohon dan pancang, yaitu genus *Glomus* dan genus *Scutellospora*. Sebagai pembanding sampel tanah gambut di perakaran semai bintaro ditemukan 6 jenis spora FMA dari 2 genus, yaitu genus *Glomus* dan *Scutellospora* (Tabel 2 dan 3).

Tabel 2. Jumlah Jenis-jenis Spora FMA Pada Rizosfer Pancang dan Pohon di Tanah Aluvial (Per 100 Gram Sampel Tanah) (*The Number Types of AMF Spores on Rhizosphere Saplings and Trees on Alluvial Soil (Per 100 Gram Samples of Soil)*).

Jenis FMA	Tingkat Pancang					Tingkat Pohon				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Glomus</i> sp. 1	273	121	65	155	63	14	32	80	44	18
<i>Glomus</i> sp. 2	-	19	43	22	4	-	-	4	11	-
<i>Glomus</i> sp. 3	94	164	52	137	72	13	38	29	25	31
<i>Glomus</i> sp. 4	-	-	74	90	85	1	-	-	-	4
<i>Glomus</i> sp. 5	-	-	9	15	-	80	39	126	68	26
<i>Scutellospora</i> sp.1	102	102	6	25	8	-	-	-	-	-
Jumlah Spora	469	406	249	444	232	108	109	239	148	79
Kerapatan Spora	78	67	41	74	38	18	19	39	24	13
Keragaman Spora	3	4	6	6	5	4	3	4	4	4

Tabel 3. Jumlah Jenis-jenis Spora FMA Pada Rizosfer Semai di Tanah Gambut (Per 100 Gram Sampel Tanah) (The Number Types of AMF Spores on Seedlings In Peat Soil Rhizosphere (Per 100 Gram Samples Of Soil))

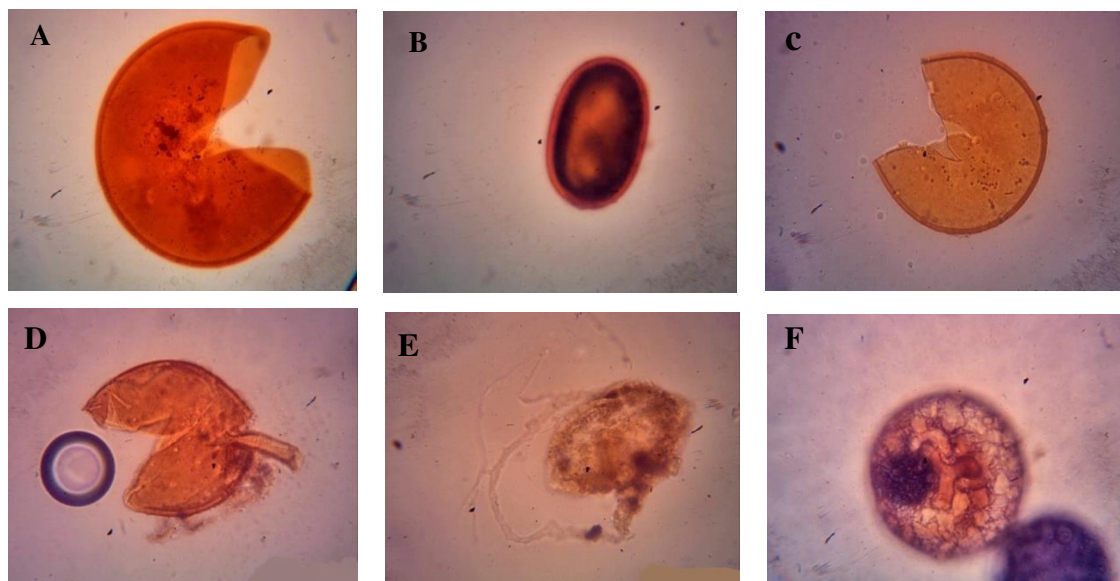
Jenis FMA	Tingkat Semai				
	1	2	3	4	5
<i>Glomus</i> sp. 6	51	140	51	88	29
<i>Glomus</i> sp. 7	3	7	8	2	-
<i>Glomus</i> sp. 8	103	182	120	134	117
<i>Glomus</i> sp. 9	2	5	-	3	-
<i>Glomus</i> sp. 10	71	49	44	74	72
<i>Scutellospora</i> sp. 2	52	60	62	161	200
Jumlah Spora	282	443	285	462	418
Kerapatan Spora	47	73	47	77	69
Keragaman Spora	6	6	5	6	4

Pada kedua jenis tanah yang diamati, spora terbanyak adalah dari jenis *Glomus* sp. 1 yaitu pada tingkat pancang 1 dengan jumlah sebanyak 273, sedangkan spora yang paling sedikit adalah dari jenis *Glomus*. sp. 4 yaitu pada tingkat pohon 1 dengan jumlah spora sebanyak 1. Genus

Glomus. sp. 2, 4, 5, 7, 9 serta *Scutellospora*. sp. 1 tidak ditemukan pada beberapa sampel tegakan. Pada tanah aluvial Genus *Glomus*. sp. 7 dan sp 9 tidak ditemukan pada beberapa sampel tegakan di tanah gambut (Tabel 4 dan 5), (Gambar 1 dan 2).

Tabel 4. Karakteristik Tipe Spora FMA Pada Tanaman Bintaro Sampel Tanah Aluvial (The Characteristics Of AMF Spores on Alluvial Soil Samples Bintaro Plant)

Genus	Karakteristik Spora						
	Bentuk	Warna	Dinding	Tangkai Hifa	Tekstur Permukaan spora	Reaksi Melzer's	Ukuran Spora
<i>Glomus</i> sp. 1	Bulat	Merah tua	2 lapis	-	Halus	-	31,1 µm
<i>Glomus</i> sp. 2	Lonjong	Merah tua	2 lapis	-	Halus	-	16,6 µm
<i>Glomus</i> sp. 3	Bulat	Kuning	2 lapis	-	Halus	-	21,4 µm
<i>Glomus</i> sp. 4	Lonjong	Kuning	2 lapis	Lurus	Halus	-	22 µm
<i>Glomus</i> sp. 5	Lonjong	Putih	2 lapis	Melengkung	Kasar	-	9,2 µm
<i>Scutellospora</i> sp 1	Bulat	Putih	1 lapis	-	Kasar	Bereaksi	20,4 µm



Gambar 1. Spora FMA, A) *Glomus* sp. 1 ; B) *Glomus* sp. 2 ; C) *Glomus* sp. 3 ; D) *Glomus* sp. 4 ; E) *Glomus* sp. 5 ; F) *Sccutellospora* sp. 1 (Perbesaran 40 x). (Picture 1. AMF Spore, A) *Glomus* sp. 1 ; B) *Glomus* sp. 2 ; C) *Glomus* sp. 3 ; D) *Glomus* sp. 4 ; E) *Glomus* sp. 5 ; F) *Sccutellospora* sp. 1 (Magnification 40 x)).

Tabel 5. Karakteristik tipe spora FMA pada tanaman bintaro sampel tanah gambut (*The Characteristics of AMF Spores on Peat Soil Samples Bintaro Plant*)

Genus	Karakteristik Spora						
	Bentuk	Warna	Dinding	Tangkai Hifa	Tekstur Permukaan Spora	Reaksi Melzer's	Ukuran Spora
<i>Glomus</i> sp. 6	Bulat	Merah tua	2 lapis	Menggumpal	Halus	-	14,1 μm
<i>Glomus</i> sp. 7	Lonjong	Merah tua	2 lapis	-	Kasar	-	15,8 μm
<i>Glomus</i> sp. 8	Bulat	Kuning	2 lapis	Lurus	Halus	-	14,3 μm
<i>Glomus</i> sp. 9	Lonjong	Kuning	2 lapis	-	Halus	-	18,8 μm
<i>Glomus</i> sp. 10	Bulat	Cokelat	2 lapis	Melengkung	Halus	-	15,9 μm
<i>Sccutellospora</i> sp. 2	Bulat	Putih	1 lapis	-	Kasar	Bereaksi	20,4 μm



Gambar 2. Spora FMA, A) Glomus sp. 6 ; B) Glomus sp. 7 ; C) Glomus sp. 8 ; D) Glomus sp. 9 ; E) Glomus sp. 10 ; F) Sccutellospora sp. 2 (Perbesaran 40 x).
(Picture 2. AMF Spore, A) *Glomus sp. 6* ; B) *Glomus sp. 7* ; C) *Glomus sp. 8* ; D) *Glomus sp. 9* ; E) *Glomus sp. 10* ; F) *Sccutellospora sp. 2* (Magnification 40 x)).

Semua sampel akar yang diamati terinfeksi FMA. Persentase pada tingkat pohon dan pancang tanaman bintaro di tanah aluvial rata – rata termasuk kelas

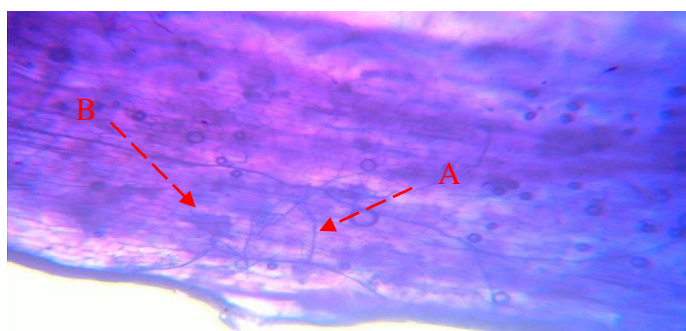
rendah. Sementara pada tingkat semai di tanah gambut rata – rata termasuk kelas sedang (Tabel 6).

Tabel 6. Persentase Infeksi FMA Pada Akar Tanaman Bintaro (FMA Percentage of Infection on Plant Roots Bintaro).

Sampel	Kisaran % Infeksi Akar	Keterangan
Pohon di Aluvial	(10 – 20)	Rendah
Pancang di Aluvial	(20 – 40)	Rendah
Semai di Gambut	(20 – 30)	Sedang

Persentase infeksi akar tertinggi terdapat pada sampel pancang 2 di aluvial (40 %), sementara persentase infeksi terkecil terdapat pada sampel pohon 1, 2, 3

dan 5 yaitu dengan persentase infeksi 10 %. Bentuk infeksi yang terlihat berupa vesikel atau hifa internal (Gambar 3)



Gambar 3. (A) Bentuk Hifa dan (B) bentuk vesikel yang menunjukkan asosiasi FMA dengan akar tanaman bintaro (perbesaran 10 x). (Picture 3. (A) *Hyphae shape and form vesicles that showed associations FMA with bintaro's roots (magnification 10 x)*).

Asosiasi antara FMA dengan suatu tanaman dapat diketahui dengan ada atau tidaknya infeksi yang terjadi pada akar. Infeksi FMA dapat diketahui dengan adanya struktur infeksi yang dihasilkan oleh FMA antara lain yaitu : hifa, miselia, vesikel dan arbuskula. Infeksi yang diteliti pada akar tanaman bintaro ini, ditemukan struktur infeksi yaitu membentuk hifa dan vesikel, sementara hasil penelitian Wang *et al.*, (2013) menunjukkan bahwa tanaman bintaro yang tumbuh pada hutan semi mangrove di Qi' Ao Cina, membentuk struktur hifa, vesikel dan arbuskula. Hasil ini menunjukkan perbedaan bahwa bintaro yang tumbuh

pada kondisi yang tidak alami hanya membentuk struktur hifa dan vesikel, berbeda dengan bintaro yang tubuh pada kondisi alami yang membentuk struktur hifa, vesikel dan arbuskula.

Hasil pengamatan pH tanah di lapangan, bahwa kondisi tanah yang berbeda menunjukkan pH tanah yang berbeda pula. Pada sampel tanah aluvial (tingkat pohon dan pancang) berada pada kisaran pH 5,8 sampai 6,2 yang bersifat netral (Tabel 9). Sementara pada sampel tanah gambut (tingkat semai), kisaran pH berada pada 4 - 5,2 yang bersifat sangat masam.

Tabel 9. Kondisi Lingkungan Pada Sampel Pohon Dan Pancang Tegakan Bintaro Di Tanah Aluvial Dan Semai Di Tanah Gambut (*Environmental Conditions Around Bintaro Sapling at Trees in Alluvial Soil and Seedling in Peat Soil*).

Sampel	Suhu tanah (°C)	Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (%)	pH tanah
Pohon di Aluvial	(27 – 28)	(27)	(55 – 56)	(6)
Pancang di Aluvial	(27 – 28)	(29 - 30)	(55 – 56)	(5 - 6)
Semai di Gambut	(27 – 29)	(27 - 29)	(53 – 54)	(4 - 5)

Perbandingan ini menunjukkan hasil yang signifikan berbeda, antara pH tanah gambut dan pH tanah aluvial. pH tanah yang bersifat masam tersebut, masih

sesuai untuk perkembangan FMA. Sifat FMA yang bersifat *acidophilic* (senang dalam kondisi masam) memungkinkan bagi FMA dapat hidup pada kondisi pH

tanah yang rendah. Hal ini juga didukung oleh Sieverding (1991) bahwa spora FMA di dalam tanah terjadi pada kisaran pH 3,8 – 8,0.

Untuk hasil pengukuran suhu dan kelembaban yang dapat mempengaruhi keberadaan FMA dan besarnya infeksi akar yang terjadi pada 15 sampel tanaman bintaro, diperoleh data suhu udara dengan kisaran antara 27 - 30 °C dengan kelembaban udara berkisar antara 53 – 56 % dan suhu tanah berkisar antara 27 – 29 °C. Dengan demikian infeksi serta peran FMA masih dapat terjadi, dimana pengukuran suhu di lokasi pengambilan sampel tanah dan akar tanaman bintaro masih dibawah 40 °C. Suhardi (1997) menyatakan bahwa FMA membutuhkan suhu yang rendah pada masa awal kehidupannya.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Tanaman bintaro (*Cerbera manghas*) di sekitar kompleks Untan berasosiasi dengan FMA, ditunjukkan dengan adanya spora FMA dan ditemukan struktur infeksi yang membentuk hifa dan vesikel pada akar tanaman bintaro tersebut.
2. Dari 15 sampel tanaman bintaro di aluvial dan gambut diperoleh spora total sebanyak 4373 spora, dengan rata – rata jumlah spora di tanah aluvial 248 spora / 100 gram tanah dan tanah gambut diperoleh rata – rata 378 spora / 100 gram tanah.
3. Jenis FMA yang diperoleh adalah 10 jenis *Glomus* dan 2 jenis *Scutellopora* dari 2 jenis tanah (aluvial dan gambut). Pada tanah berbeda ditemukan jenis

berbeda dari genus *Glomus* maupun *Scutellopora*

4. Tingkat infeksi akar bintaro oleh FMA berkisar antara rendah – sedang dengan rata – rata termasuk kelas 2 (rendah).

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas simbiosis dan uji tingkat ketergantungan tanaman bintaro (*Cerbera manghas*) yang ditanam atau tumbuh pada kondisi yang tidak alami seperti pada lokasi di sekitar kompleks Untan.
2. Karena pentingnya peranan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dalam membantu pertumbuhan tanaman, terutama membantu tanaman dalam penyerapan unsur fosfor, maka dalam pengembangan perbanyakan tanaman bintaro (*Cerbera manghas*) untuk tujuan tertentu seperti pemanfaatan minyak biji buah yang berpotensi sebagai penggunaan Bahan Bakar Nabati atau biodiesel, bisa didukung dengan pemanfaatan FMA sebagai agensia hayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Brundrett M, Bougher N, Grove T, Malajezuk N. 1996. *Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australia : ACIAR Monograph. 32.374+xp.
- Brundrett M, Bougher N, Dell N, Gove T, Malajezuk N. 1994. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Cina : dalam International Mycorrhizal Workshop.

- Daniels, A dan HD. Skipper. 1982. *Methods for the Recovery and Quantitative Estimation of Propagules from Soil*. Dalam: Schenk, N.C. 1998. Manual for The Identification of VA Mycorrhizal Fungi. Penyunting Mycorrhizal Research. Minnesota: jur. The American Phytopathologic al Society.
- Kartika E, Lizawati dan Hamzah. 2012. *Isolasi Identifikasi Dan Pemurnian Cendawan Mikoriza Arbuskulas (CMA) Dari Tanah Bekas Tambang Batubara*. *Jurnal Unja Vol. 1 No 4*. Hal - 8.
- Patriyasari, Tanti. 2006. *Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Cynodon dactylon (L.) dalam* Kristanti Indah Purwani, Desi Puspitasari Anton Muhibuddin. 2012. Eksplorasi *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) Indigenus pada Lahan Jagung di Desa Torjun, Sampang Madura*. *Jurnal Sains dan Seni*.
- Sandi, F. Burhanuddin. Herlina D. 2013. *Asosiasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Pada Tanaman Laban (Vitex pubescens Vahl)*. *Jurnal Hutan Lestari Vol. 2 No 3*. Hal - 6.
- Schenck N, dan Perez Y. 1998. *Manual for The Identification of VA Mycorrhizal Fungi*. INVAM 1453 Filfield Hall. Florida : University of Florida.
- Setiadi Y. 1992. *Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Tanah Hutan*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Kehutanan. Jakarta : Direktorat Perguruan Tinggi Swasta.
- Sieverding E. 1991. *Vesicular – Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems*. Detsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH – Technical Cooperation – Federal Republic of Germany.
- Suhardi. 1997. *Inventory, Exploration And Identification Of Mycorrhizae On Forest Plantation*. Didalam : Wiroddjojo S, Frasser A, Leppe D, Noor M, Effendi R, editor. Proceedings of Seminar on Mycorrhizae; Balikpapan 28 Februari, 1997. Ministry of Forestry-ODA/UK-Int. Trop. Manag. Project-FORDA.
- Towaha J dan Indriati G. 2011. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. *Vol. 17 No. 1*.
- Wang Y, Li T, Li Y, Qiu Q, Li S, Xin G. 2013. *Distribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Four Semi-Mangrove Plant Communities*. *Journal Ann Microbiol Vol. 65 No. 2*. Hal - 4.