



KEANEKARAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA PADA RIZOSFER VEGETASI TEMBAWANG SUALAM KECAMATAN MANDOR KALIMANTAN BARAT

(*Biodiversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi at Tembawang Sualam Vegetation Mandor
Subdistrict West Kalimantan*)

Indah Sartika Sari, Hanna Artuti Ekamawanti, Wahdina

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak Jalan Imam Bonjol 78124

Email: indah.sartikasari@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this research is to find out the diversity of AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungi) species that grow on tembawang Sualam vegetation in the Landak District of West Kalimantan. Sampling was conducted using a survey method with purposive sampling technique. Primary data included the number of spores, spore types, and infection AMF in the example root, while secondary data includes pH, temperature, soil temperature, air humidity, diameter, and height. The observation of the spores in soil samples revealed 6253 spores which consisted of nine types / spore types, 1,329 spores of *Glomus* sp. 1; 478 spores of *Glomus* sp. 2; 519 spores of *Glomus* sp. 3; 549 spores of *Glomus* sp. 4; 930 spores of *Glomus* sp. 5; 73 spores of *Glomus* sp. 6; 718 spores of *Glomus* sp. 7; 688 spores *Acaulospora* sp. 1 and 969 spores *Acaulospora* sp. 2. AMF colonization on the roots of the vegetation sungkut tu'ut (*Oroxylum indicum*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), tan (*Lansium domesticum*), jengkol (*Archidendron pauciflorum*) and rubber (*Hevea brasiliensis*) showed that a fifth of these plants gives host to AMF. Rubber and rambutan showed a low rate of colonization, sungkut tu'ut and jengkol at moderate rates, with tan showing the highest rates of colonization. Diversity spores in the rhizosphere vegetation tembawang included low to moderate categories with the spread of spores and similarities in the rhizosphere sungkut tu'ut and tan more equally than the three other plant species. The composition of spores varied between species with only sungkut tu'ut and tan showing similar compositions of dominant spores.

Keyword: Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Biodiversity, Tembawang

PENDAHULUAN

Tembawang adalah suatu bentuk penggunaan lahan yang terdiri dari berbagai jenis tumbuhan mulai dari pepohonan hingga tanaman tingkat bawah seperti semak dan rerumputan yang dikelola secara lestari sesuai dengan kearifan lokal masyarakat setempat serta dimanfaatkan oleh masyarakat di dalam maupun di sekitar kawasan hutan tembawang tersebut.

Fungi mikoriza arbuskula dapat ditemukan pada berbagai tipe ekosistem seperti ekosistem hutan pantai (Delvian, 2010), di mana kepadatan spora dipengaruhi oleh tinggi rendahnya salinitas air laut. Menurut Suharno *et al.* (2013), FMA juga dapat ditemukan pada areal bekas tambang dan diketahui bahwa FMA mampu bersimbiosis dan berperan dalam proses penyerapan logam berat.

Muin (2003) menyebutkan istilah mikoriza sering dipergunakan untuk



menjelaskan hubungan saling ketergantungan dimana tanaman inang menerima hara mineral sedangkan cendawan memperoleh senyawa karbon dari hasil fotosintesis tanaman inangnya.

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan informasi keanekaragaman jenis FMA pada vegetasi tembawang Sualam kecamatan Mandor kabupaten Landak Kalimantan Barat. Manfaat penelitian ini dapat memperkaya khasanah pengetahuan tentang FMA, khususnya FMA yang terdapat di vegetasi tembawang.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *Survei* dengan teknik *Purposive Sampling* di di tembawang Sualam. Sampel akar dan tanah diambil dari rizosfer 5 jenis tanaman dominan tingkat pancang hutan Tembawang dengan 3 kali ulangan pada setiap jenis tanaman. Dari setiap tanaman diambil tiga titik sampel tanah kemudian dikompositkan menjadi 1 sampel sehingga keseluruhan sampel berjumlah 15 sampel

tanah dan 15 sampel akar. Pada waktu pengambilan sampel dilakukan juga pengukuran pH tanah, suhu tanah, suhu udara, dan kelembapan udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada sampel tanah masing-masing contoh tanah sungkut tu'tu (*Oroxylum indicum*), jengkol (*Archidendron pauciflorum*), karet (*Hevea brasiliensis*), rambutan (*Nephelium lappaceum*) dan langsung (*Lansium domesticum*) ditemukan spora dari fungi mikoriza arbuskula (FMA). Hasil pengamatan menunjukkan ditemukan dua genus spora yaitu *Glomus* (7 jenis) dan *Acaulospora* (2 jenis).

Kepadatan spora merupakan persentase jumlah spora yang ditemukan dalam pengamatan 100 g contoh tanah sungkut tu'tu, jengkol, karet, rambutan dan langsung di areal vegetasi tembawang Sualam. Kepadatan relatif spora dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kepadatan relatif spora fungi mikoriza arbuskula (%) pada vegetasi tembawang Sualam (*The relative density spores of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in tembawang Sualam vegetation*)

Tipe Spora	Jumlah spora per 100 gr tanah				
	Sungkut tu'tu	Jengkol	Karet	Rambutan	Langsat
<i>Glomus</i> sp. 1	24,63%	24%	40,86%	20,35%	14%
<i>Glomus</i> sp. 2	1,14%	8,07%	27,47%	0	14,12%
<i>Glomus</i> sp. 3	6,86%	14,26%	6,55%	26,26%	0
<i>Glomus</i> sp. 4	9,15%	0	25,12%	4,36%	11,01%
<i>Glomus</i> sp. 5	17,79	22,95%	0	0	17,74%
<i>Glomus</i> sp. 6	0	0	0	0	3,47%
<i>Glomus</i> sp. 7	14,03%	0	0	15,22%	13,55%
<i>Acaulospora</i> sp. 1	8,69%	27,71%	0	26,26%	2,15%
<i>Acaulospora</i> sp. 2	17,71%	3,01%	0	7,55%	23,97%
Jumlah spora	2110	797	341	909	2096
Jumlah jenis	8	6	4	6	8



Jumlah spesies spora tertinggi ditemukan pada rizosfer sungkut tu'ut dengan 8 jenis spora dan rata-rata jumlah spora terendah adalah spora pada rizosfer karet dengan jumlah 4 jenis (Tabel 1). Selain itu, terdapat dua jenis tanaman yang sporanya mencapai dari lebih dari 2.000 spora yaitu pada rizosfer sungkut tu'ut dan di rizosfer langsung. Kedua jenis tanaman ini memiliki kelimpahan yang tinggi dibandingkan dengan jenis tanaman yang lain. Kepadatan relatif spora tertinggi adalah jenis *Glomus* sp. 1 yang ditemukan pada karet, yang menunjukkan bahwa *Glomus*

sp. 1 mendominasi dibanding dengan jenis FMA lainnya. *Glomus* sp. 1 juga ditemukan di rizosfer kelima tanaman inang.

Karakteristik tipe spora ditentukan berdasarkan warna spora, reaksi perubahan warna isi spora saat diberi larutan Melzer, bentuk spora, tekstur permukaan spora dan lapisan spora. Berdasarkan karakteristik yang tampak telah ditemukan 9 jenis spora yang terdiri dari 7 genus *Glomus* dan 2 genus *Acaulospora*. Jumlah setiap genus spora dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi jumlah spora fungi mikoriza arbuskula pada 5 sampel tanah dari rizosfer vegetasi di tembawang Sualam (*Spores Recapitulation of arbuscular mycorrhizal fungi in 5 soil samples from rizospheres of tembawang Sualam vegetation*)

Tipe Spora	Sungkut tu'ut	Jengkol	Karet	Rambutan	Langsat	Σ Spora	FR %
<i>Glomus</i> sp. 1	520	191	139	185	293	1329	100,0
<i>Glomus</i> sp. 2	24	64	94	0	296	478	66,7
<i>Glomus</i> sp. 3	145	114	22	239	0	519	73,3
<i>Glomus</i> sp. 4	193	0	86	40	231	549	80,0
<i>Glomus</i> sp. 5	375	183	0	0	372	930	60,0
<i>Glomus</i> sp. 6	0	0	0	0	73	73	20,0
<i>Glomus</i> sp. 7	296	0	0	138	284	718	60,0
<i>Acaulospora</i> sp. 1	183	221	0	239	45	688	80,0
<i>Acaulospora</i> sp. 2	374	24	0	69	502	969	66,7
H'	1,01	0,47	0,23	0,52	1,01		
E	0,42	0,26	0,19	0,29	0,42		
D	0,019	0,003	0,001	0,004	0,018		

Keanekaragaman spora rendah ($H' < 1$) ditemukan pada rizosfer jengkol, karet dan rambutan. Tingkat keanekaragaman spora sedang ($1 < H' < 3$) ditemukan pada rizosfer sungkut tu'ut dan langsung. Indeks pemerataan jenis dan dominansi juga menunjukkan bahwa tingkat pemerataan dan

dominansi jenis FMA pada rizosfer sungkut tu'ut dan langsung berada pada tingkat sedang sedangkan indeks pemerataan jenis dan dominansi pada jengkol, karet dan rambutan berada pada tingkat rendah (Tabel 2).

Indeks keanekaragaman yang dibandingkan pada setiap jenis tanaman



berbeda-beda mulai dari tingkat keanekaragaman rendah hingga sedang. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan faktor-faktor keadaan tanah seperti suhu, pH tanah, serta kerapatan jenis tanaman dilapangan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman sungkut tu'ut dan langsung memiliki kerapatan yang rendah atau lahan yang lebih terbuka dibanding dengan tanaman lain ($>32^{\circ}$ C). Burhanuddin (2012) mengungkapkan bahwa kondisi lahan terbuka dan suhu yang tinggi menyebabkan sporulasi yang terjadi akan semakin tinggi karena alat reproduksi FMA tetap akan lebih tahan saat dalam keadaan ekstrim.

Berdasarkan hasil perhitungan indeks kemerataan jenis diketahui bahwa kemerataan jenis pada jengkol, karet dan rambutan termasuk dalam tingkat rendah sedangkan untuk sungkut tu'ut dan langsung termasuk dalam kemerataan

tingkat sedang. Hal ini berarti penyebaran spora pada sungkut tu'ut dan langsung lebih merata dibandingkan tiga jenis tanaman lainnya. Seperti halnya keanekaragaman, faktor lingkungan berperan penting dalam banyak tidaknya spora bahkan merata atau tidaknya persebaran spora tersebut.

Indeks dominansi berkaitan dengan indeks kemerataan di mana semakin merata persebarannya maka dominansi akan semakin rendah. Hal ini ditunjukkan dengan dominansi hasil penelitian yang rendah, yang berarti tidak ada jenis mikoriza yang mendominasi pada vegetasi tembawang Sualam ini, meskipun kemerataan sungkut tu'ut dan langsung berada pada tingkat sedang, namun keduanya memiliki hampir seluruh jenis FMA yang sama sehingga dominansi tetap dikategorikan dalam tingkat rendah.

Tabel 3. Kesamaan jenis spora di antara kelima rizosfer vegetasi (*Spores Species Similarity in rizosphere of five vegetations*)

IS	Jengkol	Karet	Rambutan	Langsat
Sungkut tuut	49,4668	22,11643	50,35336	88,31642
Jengkol	-	39,53148	63,76245	35,05012
Karet	-	-	32,16	26,18331
Rambutan	-	-	-	31,75061

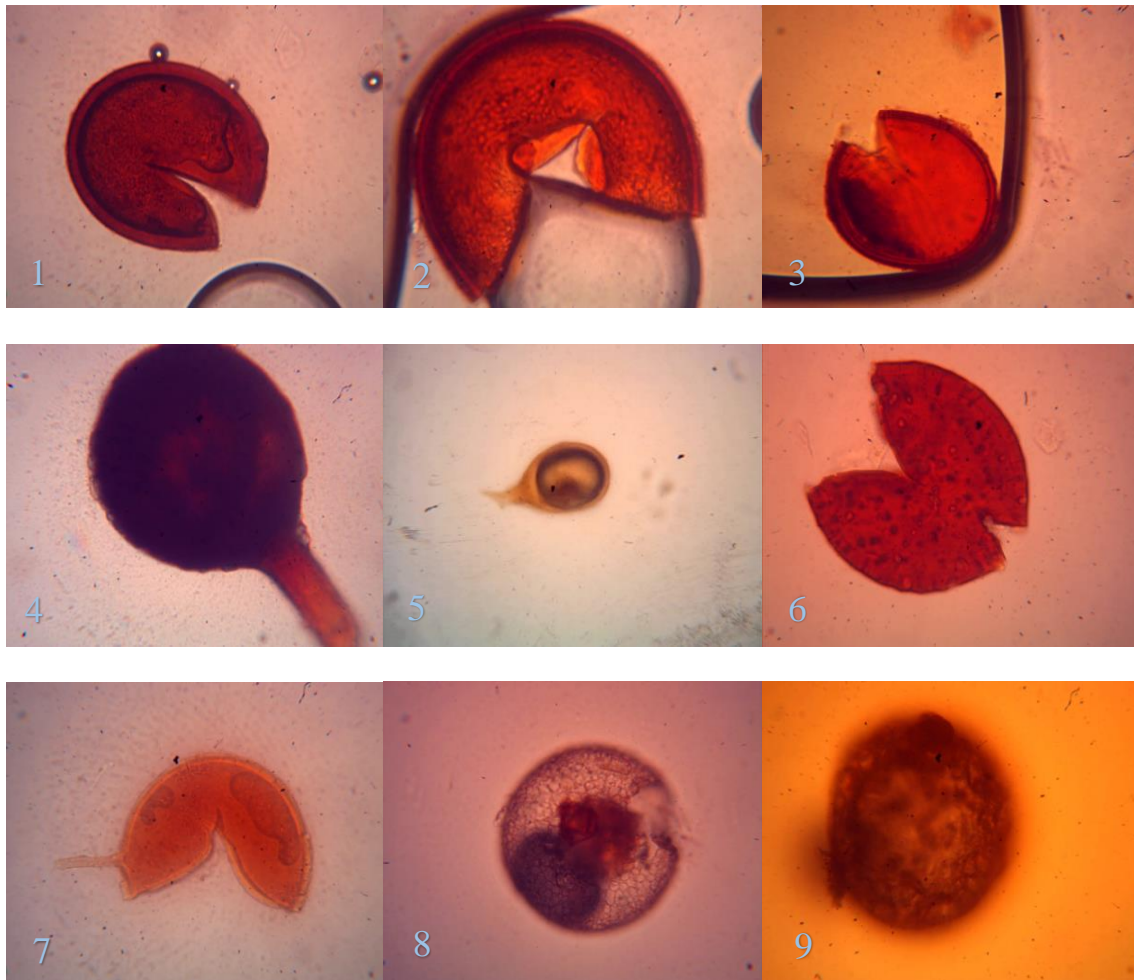
Berdasarkan nilai indeks kesamaan jenis FMA jengkol, rambutan dan langsung memiliki kesamaan spora yang hampir setara dengan sungkut tu'ut, begitu pula dengan rambutan dengan jengkol yang memiliki jenis-jenis spora yang hampir sama. Indeks kesamaan membandingkan tingkat kesamaan spora pada setiap tanaman satu dengan

tanaman lainnya. Dari 10 perbandingan yang telah dilakukan, terdapat 4 jenis tanaman yang memiliki kesamaan spesies FMA hingga $>50\%$ yaitu rambutan dengan sungkut tu'ut, rambutan dengan jengkol, dan langsung dengan sungkut tu'ut.

Karakteristik tipe spora yang terlihat dari reaksi perubahan warna isi spora

dengan larutan Melzer's, warna spora, bentuk spora, tekstur permukaan spora

dan lapisan spora dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tipe spora yang diisolasi dari rizosfer vegetasi tembawang Sualam (*types of spores isolated from rizosphere of tembawang sualam vegetation*)



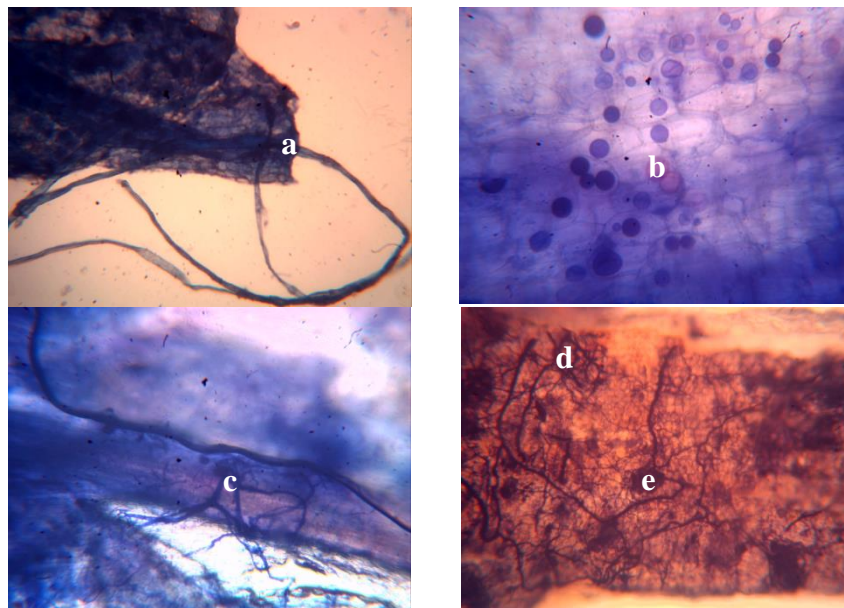
Tabel 4. Karakteristik tipe spora FMA di rizosfer vegetasi tembawang Sualam
(*Characteristic of AMF spores types from rizosphere of tembawang Sualam vegetation*)

No.	Tipe Spora	Karakteristik tipe spora
1	<i>Glomus</i> sp. 1	Tidak bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna merah kecoklatan, Berbentuk lonjong, Permukaan spora halus, Terdiri dari 2 lapisan
2	<i>Glomus</i> sp. 2	Tidak bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna merah terang, Berbentuk bulat, Permukaan spora terlihat kasar, Terdiri dari 2 lapisan
3	<i>Glomus</i> sp. 3	Tidak bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna merah, Berbentuk lonjong, Permukaan spora halus, Lapisan dinding spora terdiri dari 3 lapisan
4	<i>Glomus</i> sp. 4	Tidak bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna coklat kehitaman, Berbentuk bulat, Permukaan spora bergerigi, Terdiri dari 2 lapisan
5	<i>Glomus</i> sp. 5	Tidak bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna kekuningan, Berbentuk lonjong, Permukaan spora halus, Terdiri dari 2 lapisan spora
6	<i>Glomus</i> sp. 6	Tidak bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna merah kecoklatan, Berbentuk bulat, Permukaan spora kasar, Terdiri dari 2 lapisan spora
7	<i>Glomus</i> sp. 7	Tidak bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna orange kekuningan, Berbentuk bulat, Permukaan spora halus, Terdiri dari 2 lapisan spora
8	<i>Acaulospora</i> sp. 1	Bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna putih, Berbentuk bulat, Terdapat inti di tengah spora, Permukaan spora kasar
9	<i>Acaulospora</i> sp. 2	Bereaksi terhadap melzer, Spora berwarna putih, Berbentuk bulat, Terdapat hial attachment, Permukaan spora kasar

Hasil penelitian menunjukkan ditemukan populasi fungi mikoriza arbuskula dan membentuk asosiasi dengan diagnosik adanya infeksi yang terjadi pada akar-akar tanaman. Genus *Glomus* adalah genus paling dominan yang ditemukan pada hampir setiap rizosfer tanaman. Huda (2016) mengatakan bahwa genus *Glomus* memiliki tingkat penyebaran dan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang ekstrim sekalipun. Hartoyo *et al.*, (2011) telah melakukan

penelitian pada rizosfer pegagan menemukan genus *Glomus* dan *Acaulospora* terdapat pada contoh tanah di KP Gunung Sari Bogor dengan tipe tanah aluvial yang kurang lebih sama dengan vegetasi tembawang Sualam.

Pengamatan pada sampel akar 5 jenis tanaman menunjukkan adanya kolonisasi FMA pada akar. Hal ini ditunjukkan dengan adanya hifa, arbuskula, vesikula maupun spora di dalam akar tanaman.



Gambar 2. Infeksi FMA ditunjukkan dengan adanya (a) Hifa eksternal pada akar Jengkol, (b) Spora di dalam akar sungkut tu'ut, (c) Hifa internal pada sungkut tu'ut, (d) Vesikel dan (e) Arbuskul pada langsung (AMF infection showed with (a)external hyphae in the jengkol root, (b) spores inside the root of sungkut tu'ut, (c) internal hyphae in sungkut tu'ut, (d)vehicle and (e) arbuscule in langsung)

Tabel 5. Hasil pengamatan infeksi akar pada rizosfer vegetasi tembawang Sualam (The result of root infection in rizhosphere of tembawang Sualam vegetation)

Jenis tanaman	Jumlah akar yang terinfeksi	Jumlah overview	% infeksi seluruh akar	Kriteria
Sungkut tu'ut	22,3	62	36,0	Sedang
Jengkol	16,3	58,7	27,8	Sedang
Karet	0,7	58,3	1,1	Sangat rendah
Rambutan	5	59,3	8,4	Rendah
Langsat	37	60	61,7	Tinggi

Persentase akar pada Tabel 5 menunjukkan bahwa infeksi yang ditemukan bervariasi tingkatannya dari tingkat sangat rendah hingga tinggi. Persentase tertinggi ditemukan pada langsung sedangkan persentase sangat rendah terdapat pada tanaman karet.

Vegetasi tembawang Sualam memiliki pH tingkat sedang dengan rerata 6, dengan kawasan berbukit dan beriklim tropis, lokasi tembawang

Sualam diapit persawahan dan gunung besar. Kondisi tembawang Sualam permukaan tanah tertutupi semak, tidak terlalu rapat seperti hutan primer ataupun hutan sekunder sehingga kondisi lahannya cukup terbuka dan sinar matahari mudah untuk masuk.

Infeksi FMA pada akar tanaman sangat bervariasi mulai dari tingkat sangat rendah (karet), rendah (rambutan), sedang (sungkut tu'ut dan



jengkol) bahkan tinggi (Langsat). Infeksi yang ditemukan berupa hifa internal maupun hifa eksternal, arbuskula, vesikula bahkan spora didalam jaringan korteks akar. Adanya infeksi pada akar tanaman ini membuktikan bahwa kelima jenis vegetasi yaitu sungkut tu'ut, jengkol, karet, rambutan dan langsung merupakan inang FMA. Hasil ini menambah informasi tentang keragaman tanaman inang FMA pada jenis-jenis pohon buah dan pohon penghasil getah.

Tinggi rendahnya tingkat infeksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bentuk akar tanaman yang berupa akar tunggang atau akar serabut, tekstur akar,

jenis akar serta kondisi lingkungan tanaman tersebut. Menurut Sieverding (1991), jenis tanaman yang berbeda akan menunjukkan reaksi yang berlainan terhadap infeksi mikoriza dan secara tak langsung mempengaruhi perkembangan infeksi dan kolonisasi jamur mikoriza. Perbedaan reaksi tersebut sangat dipengaruhi oleh kepekaan tanaman terhadap infeksi dan sifat ketergantungan tanaman pada mikoriza dalam serapan hara terutama di tanah yang kekurangan fosfor. Kedua sifat tersebut ada kaitannya dengan tipe perakaran dan keadaan fisiologi atau perkembangan tanaman.

Tabel 6. Tampilan vegetasi tembawang Sualam (*Tembawang Sualam vegetations types*)

Jenis tanaman	Kode sampel	Tinggi total (m)	Tinggi bebas cabang (m)	Diameter	Tampilan vegetasi
Sungkut tu'ut	St 1	44,9	2,7	6,05	Tumbuh di tanah datar aluvial
	St 2	5	0,2	4,78	
	St 3	4	1	6,37	
Jengkol	Jg 1	3,5	1	4,14	Tumbuhan dikelilingi semak
	Jg 2	3	1,1	3,18	
	Jg 3	4	2,2	2,87	
Karet	A 1	8,5	2,5	5,73	Banyak terdapat naungan dan semak
	A 2	7,2	1,7	6,69	
	A 3	8,7	3,1	8,60	
Rambutan	Rb 1	6,5	2	4,78	Terlindung semak dan bambu, tanah berpasir
	Rb 2	10,2	4,1	6,05	
	Rb 3	8,4	3,2	5,41	
Langsat	C 1	5,2	4	1,62	Lahan terbuka, tajuk lebar, banyak serasah
	C 2	5,4	1,5	1,75	
	C 3	5,1	1	8,60	

Akar tunggang pada tanaman memiliki lebih sedikit jenis akar sekunder maupun tersier dibandingkan dengan akar serabut. Hepper (1981) dalam Smith dan Harley (1983)

mengungkapkan bahwa infeksi akar tidak langsung terjadi pada akar meskipun terdapat spora didalam tanah namun infeksi terjadi saat akar baru terbentuk. Penelitian yang telah



dilakukan menunjukkan banyaknya infeksi akar terjadi pada akar langsung yang memiliki jenis akar tebal, tekstur lebih lembut dan terdapat pada akar yang sangat muda seperti akar sekunder.

Jumlah spora tidak berpengaruh secara signifikan dalam banyaknya infeksi pada akar tanaman inang. Asosiasi antara mikoriza dengan jenis tanaman dapat memberikan kolonisasi yang berbeda pada sistem perakaran dan pengaruhnya terhadap penyerapan unsur hara juga berbeda, bukan karena banyaknya spora yang terdapat dalam rizosfer tetapi respon ini dipengaruhi oleh faktor genotip tanaman dan faktor lingkungan (Lukitaningdyah, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada rizosfer vegetasi tembawang Sualam ditemukan 9 jenis (yang termasuk dalam genus *Glomus* dan *Acaulospora*) fungi mikoriza arbuskula yang berasosiasi dengan tanaman sungkut tu'ut (Sapindaceae), jengkol (*Archidendron pauciflorum*), karet (*Hevea brasiliensis*), rambutan (*Nephelium lappaceum*) dan langsung (*Lansium domesticum*). Hal ini dibuktikan dengan adanya infeksi FMA pada akar kelima jenis tanaman tersebut. Keanekaragaman spora pada rizosfer vegetasi tembawang berada ditingkat rendah hingga sedang dengan penyebaran spora dan kesamaan pada sungkut tu'ut dan langsung lebih merata dari tiga jenis tanaman lainnya. Tidak ditemukan adanya jenis spora yang mendominasi sehingga terdapat kesamaan jenis spora yang tinggi

khususnya pada sungkut tu'ut dan langsung.

Penelitian ini memberikan informasi mengenai keanekaragaman jenis spora namun untuk dapat mengetahui lebih lanjut jenis spora yang efektif dan potensial bagi tanaman dapat pula dilakukan penelitian lanjutan seperti penangkaran dan perbanyakan spora FMA yang kemudian dilanjutkan dengan percobaan inokulasi pada tanaman inang seperti sorgum, pueraria, jagung, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhanuddin. 2012. Keanekaragaman jenis jamur mikoriza arbuskula pada tanaman jabon (*Anthocephalus* spp.). Pontianak. Jurnal Tengawang Vol 2, No 1.
- Delvian. 2010. Keberadaan cendawan mikoriza arbuskula pada hutan pantai berdasarkan gradient salinitas. Jurnal Ilmu Dasar Vol 11 No. 2. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Hartoyo B, Ghulamahdi M, Darusman LK, Aziz SA, Mansur I . 2011. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rizosfer tanaman pegagan (*Centella asiatica* (L.) urban). Jurnal Littri Vol 17, No.1.
- Huda N. 2016. Asosiasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada Tanaman Gaharu *Aquilaria* spp. di Desa Laman Satong Kabupaten Ketapang. Jurnal Hutan Lestari Vol 4 No. 1. Pontianak: Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura.



- Lukitaningdyah DR. 2013. Tingkat persen infeksi propagul mikoriza vesikular arbuskular indigenous asal Desa Pangpong Kec. Labang Kab. Bangkalan Madura pada perakaran tanaman padi (*Oryza sativa*), kedelai (*Glycine max*), dan tanaman gulma rumput teki (*Cyperus rotundus*). Paper Jurusan Biologi Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam. Insitut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Muin A. 2003. IPB repository. Pertumbuhan anakan Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) dengan inokulasi Cendawan Mikoriza Arbskula (CMA) pada berbagai intensitas cahaya dari dosis fosfat alam. Desertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Sieverding E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Deutsche Gessellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eachborn.
- Smith SE, Harley JL, 1983. Mychorrhizal Symbiosis. London: Academic Press. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovavonich Publisher.
- Suharno, Sancayaningsih RP. 2013. Fungi mikoriza arbuskula: Potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. Jayapura. Bioteknologi Vol 10 No. 1: 31 - 42. Universitas Cenderawasih.