



**ASOSIASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) PADA BERBAGAI
TINGGI SEMAI PERMUDAAN ALAM NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum*
L) DI KABUPATEN KETAPANG**

*(Association of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Various Height of Natural Regeneration
Seedling (*Calophyllum inophyllum* L) in Ketapang District)*

Afni Fitriani

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124
Email: afnifitriani98@gmail.com

Abstract

*Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) is known to be associated with AMF, but it is still unknown whether the association has begun to occur when cotyledons are still present or starting at a certain level of regeneration. Research has been done in Pecal Beach Kinjil River in Ketapang district. The purposes of the research are: (1) to assess the amount of spores and genus AMF associated with its development in the rhizosphere of nyamplung regeneration nature seedling stage from 10 cm to 150 cm, and (2) to determine root infection percentage in order to know the level of the association at any size of penage regeneration seedlings. The research is a field research by survey method with sampling technique against natural regeneration seedling level of 10 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm 120 cm, and 150 cm. The data was collected in laboratory on the form of the number of spores and genus AMF and the percentage of infections in the roots. The research results showed that there were 616 AMF spores fruit / 100 g of sandy soil consisting of the genus *Glomus* (597 pieces / 100 g sandy soil), *Gigaspora* (15 pieces / 100 g sandy soil) and *Scutellospora* (4 pieces / 100 g sandy soil). The development of the number of spores increased from the height of the seedling's natural regeneration measuring was 10 cm to 150 cm. The results of observations on the roots found that AMF infection is in the form of vesicles and arbuscular. Infection at the root of natural penage regeneration from 84.44-100%, indicating the level of association between AMF and nyamplung seedling's natural regeneration in the high class (grade 5) .*

*Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*L)
Natural Seedling Regeneration, Pecal Beach.*

PENDAHULUAN

Tanaman nyamplung yang dengan nama lokal penage (*Calophyllum inophyllum* L) sudah banyak dikenal oleh masyarakat pesisir Kalimantan Barat. Salah satu manfaat kayunya digunakan sebagai bahan pembuatan perahu (Muin dkk. 2011). Hasil penelitian Muin dkk.(2011) dan Priyanto (2013) di Kabupaten Kayong

Utara terdapat sebanyak 290 pohon nyamplung dengan kadar minyak kotor yang cukup tinggi yakni berkisar antara 58-65% per kilogram biji kering. Kadar minyak yang cukup tinggi ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar nabati atau biodisel (Muin dkk.2011). Dalam penelitian Muin (2018) telah menemukan tanaman penage di daerah



peisir pantai Pecal desa Sungai Kinjil kabupaten Ketapang. Menurutnya tanaman nyamplung tersebut tumbuh subur secara alam pada tanah berpasir dengan kondisi permudaan alam yang cukup berlimpah. Pohon nyamplung yang terdapat di Kabupaten Kayong Utara dan Ketapang tersebut hanya terbatas tumbuh di daerah pesisir, sehingga menurut Muin dkk. (2011) dan Priyanto (2013), perlu dilakukan peremajaan dan perluasan tanaman, terutama habitat di luar daerah berpasir.

Umumnya tanah berpasir memiliki sedikit unsur hara yang menyebabkantanaman sulit tumbuh dan berkembang dengan baik. Meskipun nyamplung tumbuh pada daerah berpasir, namun terlihat tanaman bisa tumbuh dengan subur. Salah satu cara agar tanaman tersebut dapat hidup pada tanah yang tidak subur, yaitu berasosiasi dengan fungi mikoriza termasuk fungi mikoriza arbuskula (FMA). Penelitian Burhanuddin dkk. (2012) telah menemukan bahwa nyamplung bersimbiosis dengan FMA. Hasil penelitian Tolosang (2011) menunjukkan bahwa pada setiap sampel tanah nyamplung yang diambil di daerah pesisir Pulau Dato kabupaten Kayong Utara telah ditemukan beberapa genus spora FMA pada rhizosfer dan infeksi FMA pada akar tanaman nyamplung. Meskipun sudah diketahui bahwa tanaman nyamplung berasosiasi dengan FMA, namun hasil penelitian tersebut belum menentukan pada tingkat pertumbuhan bagaimana asosiasi tersebut sudah mulai terjadi terutama pada permudaan alam nyamplung tingkat semai. Apakah asosiasi

tersebut sudah mulai terjadi ketika permudaan alam masih memiliki kotiledonnya atau dimulai pada ukuran tinggi permudaan tertentu. Permasalahan lainnya bagaimana perkembangan tingkat asosiasi FMA pada berbagai ukuran tinggi permudaan alam penage tingkat semai ditinjau dari jumlah spora yang terdapat pada rhizosfer dan genus fungi mikoriza yang berasosiasi serta persen infeksi pada akarnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dikaji mengenai asosiasi fungi mikoriza arbuskula pada berbagai ukuran tinggi tingkat semai permudaan alam nyamplung di daerah pesisir pantai Pecal desa Sungai Kinjil kabupaten Ketapang.

Tujuan penelitian yaitu: (1) mengkaji jumlah spora dan genus FMA yang berasosiasi serta perkembangannya pada rhizosfer permudaan alam tingkat semai nyamplung mulai dari tinggi 10 cm sampai 150 cm, dan (2) menentukan persen infeksi akar sehingga diketahui tingkat asosiasi pada setiap ukuran tinggi semai permudaan alam nyamplung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan teknik inokulasi FMA untuk budidaya tanaman nyamplung.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama 4 minggu di 3 lokasi, yaitu (1) di daerah pesisir pantai Pecal desa Sungai Kinjil kabupaten Ketapang untuk pengambilan sampel akar dan tanah rizosfer, (2) di Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan UNTAN untuk pengamatan FMA dan (3) di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas



Pertanian UNTAN untuk analisis tanah berpasir berupa pH dan unsur hara Nitrogen (N-total), P (P_2O_5) dan Kalium (K) sebagai data penunjang. Proses pengambilan sampel akar dan tanah rizosfer di lapangan dilakukan menggunakan metode survei dengan teknik sampling terhadap permudaan alam tingkat semai ukuran 10 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, dan 150 cm. Setiap tinggi permudaan tingkat semai diambil sebanyak tiga sampel tanah sampai kedalaman 30 cm yang dikompositkan dan tiga sampel akar pada setiap tinggi permudaan alam tingkat semai, sehingga total keseluruhan sampel tanah dan akar masing-masing sebanyak 18 sampel. Data yang dikumpulkan dari proses pengamatan FMA berupa jumlah spora/100 g tanah berpasir dan genus FMA serta persen infeksi dalam akar. Pengamatan spora dilakukan dengan teknik saring basah (Brundrett *et al.* 1994) dan identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dengan memperhatikan bentuk, warna, ornamen spora. Sedangkan proses infeksi pada akar dalam penelitian ini dilakukan dengan metode sistematis, yaitu metode slide (Muin 2009). Persen infeksi ditentukan berdasarkan perbandingan akar yang terinfeksi dengan jumlah seluruh potongan

akar yang diamati. Tingkat infeksi ditentukan melalui *The Institute of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest Service, Athena, Georgia* (Muin 2009) yang terdiri dari 5 kelas, yaitu:

- Kelas 1, Bila infeksinya 0% - 5% (Tidak ada asosiasi FMA)
- Kelas 2, Bila infeksinya 6% - 25% (Tingkat asosiasi sangat rendah FMA)
- Kelas 3, Bila infeksinya 26% - 50% (Tingkat asosiasi FMA rendah)
- Kelas 4, Bila infeksinya 51% - 75% (Tingkat asosiasi FMA sedang)
- Kelas 5, Bila infeksinya 76% - 100% (Tingkat asosiasi FMA tinggi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengamatan jumlah spora dan identifikasi genus spora FMA

Hasil penelitian berupa pengamatan dan identifikasi spora FMA dari 18 sampel pada rizosfer akar permudaan alam nyamplung tingkat semai 10 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm dan 150 cm disajikan pada Tabel 1. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa terdapat spora FMA pada rizosfer permudaan alam tingkat semai nyamplung yang tumbuh di pesisir pantai Pecal Desa Sungai Kinjil Kabupaten Ketapang.



Tabel 1. Rata-rata jumlah spora/100g tanah berpasir pada permudaan alam nyamplung tingkat semai (The average number of spores/100 g of sandy soil on nyamplung regeneration on seedling level).

| Ulangan | Rata-rata spora FMA / 100 g tanah berpasir | | | | | | Rata-rata |
|------------------|--|-----|-----|-----|------|------|-----------|
| | Tinggi Semai (cm) | | | | | | |
| | 10 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | |
| 1 | 247 | 320 | 865 | 337 | 381 | 444 | 432 |
| 2 | 326 | 397 | 278 | 779 | 778 | 787 | 558 |
| 3 | 401 | 584 | 687 | 907 | 1011 | 1567 | 859 |
| Rata-rata | 325 | 434 | 610 | 673 | 723 | 931 | 616 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil perhitungan spora FMA yang diambil dari saringan ukuran 125 µm dan 63 µm menunjukkan bahwa semakin tinggi ukuran tinggi permudaan alam nyamplung, jumlah spora FMA semakin bertambah banyak. Pada ukuran tinggi 10 cm hanya ditemukan sebanyak 325 buah/100 g/ tanah, namun meningkat sampai 931 buah/100 g/tanah pada ukuran tinggi 150 cm. Jumlah spora

tersebut semakin banyak dengan bertambahnya ukuran tinggi permudaan tingkat semai. Berdasarkan identifikasi sampai pada tingkat genus dalam Tabel 2, pada rhizosfer permudaan tingkat semai nyamplung ditemukan spora genus *Glomus* sp sebanyak 597 buah/100 g tanah berpasir, *Gigasphora* sp 15 buah/100 g tanah berpasir dan *Scutellospora* sp 4 buah/100 g tanah berpasir.

Tabel 2. Rata-rata jumlah spora setiap genus FMA pada permudaan alam nyamplung tingkat semai (The average number of spores of each genus AMF on nyamplung natural regeneration of the seedling level).

| Genus | Ulangan | Rata-rata jumlah spora pada setiap tinggi permudaan alam tingkat semai (cm) | | | | | | Rata-rata |
|----------------------|------------------|---|-----|-----|-----|-----|------|-----------|
| | | 10 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | |
| <i>Glomus</i> | 1 | 235 | 308 | 339 | 325 | 369 | 423 | 333 |
| | 2 | 308 | 375 | 645 | 753 | 754 | 764 | 600 |
| | 3 | 391 | 572 | 787 | 885 | 992 | 1518 | 858 |
| | Rata-rata | 312 | 418 | 590 | 655 | 705 | 902 | 597 |
| <i>Gigasphora</i> | 1 | 9 | 9 | 17 | 11 | 9 | 17 | 12 |
| | 2 | 13 | 17 | 14 | 21 | 20 | 17 | 17 |
| | 3 | 9 | 12 | 13 | 15 | 15 | 32 | 16 |
| | Rata-rata | 10 | 13 | 15 | 15 | 15 | 22 | 15 |
| <i>Scutellospora</i> | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 4 | 3 |
| | 2 | 5 | 5 | 7 | 5 | 4 | 2 | 5 |
| | 3 | 1 | 0 | 3 | 4 | 4 | 17 | 5 |
| | Rata-rata | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 7 | 4 |

Hasil penelitian pada Tabel 2 tersebut menunjukkan bahwa terdapat jumlah spora *Glomus* (597 buah/100 g tanah) yang

lebih banyak, sedangkan *Gigasphora* (15 buah/100 g tanah) dan *Scutellospora* (4 buah/ 100 g tanah) ditemukan dalam



jumlah yang sangat terbatas. Spesies *Glomus* sp yang banyak ini menunjukkan penyebarannya lebih luas dibandingkan dengan dua genus lainnya pada tanah daerah berpasir pantai Pecal desa Sungai Kinjil kabupaten Ketapang. Hasil ini memiliki persamaan dengan penelitian Nurhalisyah dan Rahmad (2012) yang menyatakan bahwa genus *Glomus* mempunyai penyebaran yang paling luas, kemudian diikuti dengan genus *Gigaspora*, sedangkan untuk genus *Acaulospora* dan *Scutellospora* penyebarannya masih terbatas. Selain itu *Glomus* merupakan genus FMA yang memiliki daya adaptasi tinggi terhadap lingkungan ekstrim termasuk pada lingkungan tanah berpasir dimana unsur hara P nya masih terikat.

Hubungan populasi spora dengan ukuran tinggi tanaman penage dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan populasi spora FMA. Hal ini dikarenakan semakin tinggi tanaman, maka daerah perakaran juga ikut bertambah, terutama bagian akar sekundernya. Tanaman yang

kurang unsur hara akan berasosiasi dengan FMA melalui akar sekundernya, menyebabkan semakin banyaknya hifa yang masuk ke dalam akar. Masuknya hifa dalam jumlah yang banyak ke dalam jaringan akar sekunder, menyebabkan unsur hara yang terserap oleh tanaman bertambah banyak sehingga pertumbuhan tanaman lebih terpacu. Bertambahnya jumlah spora dan meningkatnya ukuran tinggi permudaan alam ada hubungannya dengan hasil fotosintesis berupa karbohidrat yang dihasilkan oleh tanaman. Suplai karbohidrat ke fungi mikoriza dapat berpengaruh positif terhadap perkembangan fungi itu sendiri terutama dalam pembentukan spora. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harjadi (1996) bahwa tinggi tanaman berkaitan dengan pertumbuhan daun, dimana semakin tinggi tanaman, maka daun yang terbentuk semakin banyak. Lukikariati dkk. (1996) menyatakan jumlah daun yang banyak dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman sehingga akumulasi fotosintat yang dihasilkan menjadi tinggi.



Glomus sp



Gigasporasp



Scutellospoasp

Gambar 1. Genus FMA yang terdapat pada rhizosfer permudaan alam tingkat semai nyamplung (*The AMF genus found in the natural regeneration rhizosphere of penage seedling level*).



1. Perhitungan persen infeksi akar Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Hasil perhitungan akar yang terinfeksi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) terhadap 6 sampel akar permudaan alam penage tingkat semaidapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan bentuk infeksi dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Tabel 3 terlihat rata-rata persen infeksi akar

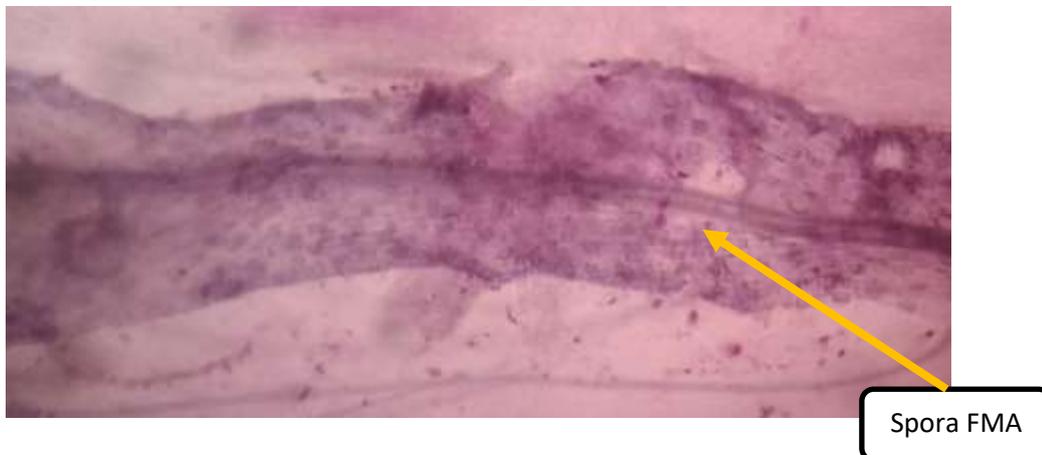
permudaan alam tingkat semai penage antara 84-100% merupakan kelas asosiasi yang tinggi (kelas 5). Tingkat infeksi terendah yaitu sebesar 84% ditemukan pada permudaan alamnyamplung tingkat semaiukuran tinggi 10 cm dan infeksi yang tertinggi(100%) pada akar permudaan alam nyamplung tingkat semai dengan tinggi 150 cm.

Tabel 3. Rata-rata persen infeksi akar pada tingkat semai permudaan alam nyamplung. *(Average percentage of root infections onnyamplung seedlings levels).*

| Tinggi tanaman | Rata-rata % Infeksi akar pada sampel | | | Rata-rata total % infeksi akar | Kelas tingkat asosiasi | Keterangan tingkat asosiasi |
|----------------|--------------------------------------|--------|--------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 10 cm | 90,00 | 63,33 | 100,00 | 84,44 | kelas 5 | Tinggi |
| 30 cm | 96,66 | 100,00 | 100,00 | 98,89 | kelas 5 | Tinggi |
| 60 cm | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | kelas 5 | Tinggi |
| 90 cm | 96,66 | 100,00 | 100,00 | 98,89 | kelas 5 | Tinggi |
| 120 cm | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | kelas 5 | Tinggi |
| 150 cm | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | kelas 5 | Tinggi |

Persentase infeksi lebih dari 84,44% menunjukkan sudah terbentuk asosiasi dalam bentuk interaksi yang tinggi antara permudaan alam tingkat semai penage dengan FMA. Sebagaimana dikemukakan oleh Nasution *dkk.* (2013) bahwa FMA membentuk interaksi yang kompleks pada tanaman, sekaligus merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualistik,

dimana tanaman mendapatkan unsur hara dan mineral yang cukup, sedangkan FMA mendapatkan karbohidrat yang dihasilkan dari proses fotosintesis tanaman. Pernyataan tersebut sesuai dengan Azcon dan Bago (1994) bahwa suplai karbon mempengaruhi proses pertumbuhan dan fungsi mikoriza pada tanaman melalui proses fotosintesis.



Gambar 2. Struktur bagian akar yang terinfeksi perbesaran 10x40 *(The structure of the infected part of the root 10x40).*



Jika dilihat dari tingkat infeksi akar permudaan alam penage tersebut, ternyata setiap ukuran tinggi, tingkat infeksi dalam akarnya berbeda-beda. Hasil infeksi setiap ukuran tinggi tanaman yang berbeda-beda ini dapat disebabkan karena perbedaan fase perkembangan pertumbuhan FMA. Menurut Santoso (1998) terdapat tiga fase perkembangan pertumbuhan FMA, yaitu fase awal yang merupakan tahap infeksi primer, yang kedua adalah fase eksponensial dimana FMA tumbuh dan menyebar dengan cepat pada sistem perakaran, kemudian yang ketiga yaitu fase stationer yang mana kecepatan perkembangan pertumbuhan akar dan FMA akan menjadi sama.

Hasil analisis terhadap sampel tanah berpasir pada rhizosfer permudaan alam tingkat semai penage dengan ukuran tinggi 10 cm sampai 150 cm diketahui pH berkisar 4,03-6,07, kandungan Nitrogen (N-total) 0,09 – 0,19 %, fosfor (P_2O_5) 725,48 -1091,73 ppm dan kalium (K) berkisar antara 0,25 – 0,37 $cmol(+)kg^{-1}$. Berdasarkan hasil analisis tersebut, ternyata penage tumbuh pada tanah berpasir yang tidak subur dengan pH rendah (asam) dan kandungan N dan K yang rendah. Konsentrasi fosfor (P_2O_5) cukup tinggi, namun diduga tidak tersedia bagi tanaman penage. Asosiasi yang cukup tinggi antara tanaman penage dengan FMA menunjukkan sangat berperannya fungi tersebut dalam membantu penyerapan hara terutama fosfor. Hal ini didukung dengan adanya pernyataan dari Setiadi (1990), tanaman yang

bermikoriza akan tumbuh lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza karena mikoriza secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara makro. Selanjutnya dikemukakan jugabahnya akar tanaman yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan tidak tersedia bagi tanaman. Selain membentuk hifa internal, mikoriza juga membentuk hifa eksternal yang berfungsi menyerap fosfor dari dalam tanah. Fosfor yang telah terserap oleh hifa eksternal akan segera ditransfer ke tanaman induk sebagai inangnya.

Umumnya tanah yang memiliki ketersediaan pospor tinggi, tingkat asosiasinya terhadap FMA menjadi rendah. Sebaliknya pada penelitian ini, justru menunjukkan hasil dimana konsentrasi fosfor tinggi, tingkat asosiasinya juga tinggi. Proses asosiasi yang bersifat mutualistik dapat berlangsung dengan baik karena tanaman mendapatkan unsur hara (fosfor) dalam jumlah yang banyak, sedangkan FMA mendapatkan suplai hara yang cukup untuk perkembangannya. Hubungan simbiosis antara tanaman penage dan FMA mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan penage, sehingga dapat menghasilkan permudaan penage yang berkualitas baik, meskipun tumbuh pada tapak yang berpasir. Hal ini dikarenakan peran dari mikoriza sebagai bioprosesor dan bioaktivator di dalam tanah, yakni membantu penyerapan unsur hara dan membantu meningkatkan simpanan karbon di lapisan rhizosfer, sehingga



meningkatkan aktivitas jasad renik dalam menjalankan proses biokimia (Nusantara dkk. 2012).

Kesimpulan

1. Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa permudaan alam tingkat semai nyamplung (*Callophyllum L*) yang tumbuh pada habitat berpasir di desa Sungai Kinjil (pantai Pecal) kabupaten Ketapang berasosiasi dengan fungi mikoriza arbuskula (FMA).
2. Rerata jumlah spora yang terdapat pada rhizosfer permudaan alam nyamplung tingkat semai dengan tinggi 10 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, dan 150 cm adalah 325-931 buah/100 g tanah. Semakin tinggi semai, populasi spora FMA semakin bertambah.
3. Dari hasil penelitian ditemukan tiga genus FMA yaitu *Glomus*, *Gigaspora* dan *Scutellospora* pada tanah rhizosfer permudaan alam tingkat semai nyamplung. Jumlah spora genus *Glomus* ditemukan terbanyak dengan jumlah 597 buah/100 g tanah. Selanjutnya diikuti dengan genus *Gigaspora* sebanyak 15 buah/100 g tanah dan terakhir genus *Scutellospora* sebanyak 4 buah/100 g tanah.
4. Asosiasi permudaan alam nyamplung tingkat semai dengan FMA termasuk dalam kategori tinggi. Rerata persen infeksi akar adalah 84,44% sampai 100% atau berada pada kelas 5. Asosiasi ini

sudah terjadi pada permudaan alam penage tingkat semai sejak berukuran 10 cm dan masih terdapat kotiledonnya.

Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian tersebut bahwa untuk budidaya tanaman penage, inokulasi FMA dapat dilakukan dengan menggunakan media pasir yang mengandung spora FMA.
2. Perlunya dilakukan penelitian uji efektivitas terhadap ketiga genus FMA pada tanaman penage agar ditentukan genus yang terbaik untuk diinokulasikan pada bibit penage.

DAFTAR PUSTAKA

- Azcon R, Bago B. 1994. Influence of arbuskular and ericoid mycorrhiza formation on levels of photosynthetic pigments in host plant. *Biol Fertil Soil* 17:51-56.
- Burhanuddin, Muin A, Yani A. 2012. Pengembangan Iptek Penanaman nyamplung (*Callophyllum spp*) Untuk Produksi biofuel Bagi Masyarakat Daerah Pesisir. *Laporan Penelitian Strategis Nasional*. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura.
- Brundrett M, Melville L, Peterson L. 1994. Practical methods in mycorrhiza research. *Mycological Publications*, p. 95- 100.
- Delvian. 2005. *Respon Pertumbuhan dan Perkembangan Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Tanaman terhadap Salinitas Tanah*. Medan (ID): USU Repository.
- Harjadi. 1996. Pengantar Agronomi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama..



- INVAM. 2013. International Culture Collection Of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi. <http://fungi.invam.wvu.edu/the-fungi/classification.html>. Diakses pada tanggal 11 Juli 2018.
- Lukitariati, Indriyani, Susiloadi, Anwarudin. 1996. Pengaruh naungan dan konsentrasi asam indol butirat terhadap pertumbuhan bibit batang bawah manggis. *Hortikultura* 6(3): 220-226.
- Muin A. 2009. *Teknologi Penanaman Ramin (Gonystylus bancanus (Miq.) Kurz) pada Areal Bekas Tebangan*. Pontianak: Untan Press.
- Muin A, Edi Thamrin, Burhanuddin, Muin S. 2011. Inventarisasi Potensi Tegakan Penage di Kabupaten Kayong Utara. *Laporan Penelitian Kerjasama Pemerintah Daerah Kabupaten Kayong Utara dengan Fakultas Kehutanan UNTAN*. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Muin A. 2018. Potensi Pohon Penage (*Callophyllum* sp) Sebagai Sumber Bahan Baku Biodisel Bagi Masyarakat Pesisir Kabupaten Ketapang. *Laporan Penelitian Dana Fakultas Pertanian UNTAN*. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Nasution TK, Rosmayati, Husni Y. 2013. Respon pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (l.) Merrill) yang diberi fungi mikoriza arbuskular (fma) pada tanah salin. *Jurnal Online Agroeknologi* 2(1): 421-427.
- Nurhalisyah, Rahmad. 2012. Identifikasi fungi mikoriza arbuskular di lahan tebu PTPN XIV serta efektifitasnya untuk meningkatkan serapan fosfat dalam menunjang produksi tebu. *Agrisistem Seri Hayati* 8(2): 62-69.
- Nurhandayani, Linda R, Khotimah S. 2013. Inventarisasi jamur mikoriza vesikular arbuskular dari rhizosfer tanah gambut tanaman nanas (*Ananas comosus* (l.) Merr). *Protobiont* 2(3): 146-151.
- Nusantara AD, Yudhy HB, Irdika M. 2012. *Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula*. Bogor: SEAMEO BIOTROP.
- Petrus, Burhanuddin, Wulandari RS. 2013. Asosiasi Cendawan mikoriza Arbuskula (CMA) Pada Ketapang (*Terminalia Catappa*). *Jurnal Hutan Lestari* 1(3): 258-267.
- Priyanto A. 2013. Eksplorasi nyamplung (*Calophyllum Inophyllum L.*) di sebaran alam Kalimantan Barat (Ketapang) untuk program pemuliaan pohon. *Pemuliaan Tanaman* 11(2): 69-78.
- Santoso E. 1998. *Ektomikoriza Pada Eucalyptus*. Bogor: Bioteknologi IPB.
- Setiadi Y. 1990. Prospek pengembangan Cendawan Mikoriza Arbuskula untuk rehabilitasi lahan kritis. Di dalam: Siregar CA, Butarbutar T, editor. *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Teknik Rehabilitasi dan Reboisasi Lahan Kritis*; Pekanbaru, 28 Maret 1998. Hlm 1-16.
- Tolosang HB. 2011. Studi Asosiasi Cendawan Mikoriza Arbuskula



pada Anakan Penage
(*Calophyllum inophyllum L*) di
Pesisir Pulau Dato Kabupaten

Kayong Utara. *Skripsi*: Fakultas
Kehutanan Universitas
Tanjungpura Pontianak.