

Asosiasi *Glomus* sp. dan *Gigaspora margarita* pada bibit *Aquilaria malaccensis*

Association of Glomus sp. and Gigaspora margarita in Aquilaria malaccensis seedling

Endah SUSILOWATI^{1*)}, Melya RINIARTI¹⁾ & Maria Viva RINI²⁾

¹⁾Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²⁾Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145

Diterima tgl 24 Juli 2019/ disetujui tgl 17 Oktober 2019

Abstract

Agarwood (*Aquilaria malaccensis*) is one of the non-timber forest products that has high economic value. However, this plant grows very slowly. Therefore, seed technology input is needed, such as addition of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The objectives of this research were to study the effect of AMF inoculum i.e. *Glomus* sp., *Gigaspora margarita* and mixture of both species on agarwood growth and to determine the best AMF type for agarwood seedlings growth. The experimental research design used was a completely randomized design with three treatments, namely *Glomus* sp. (G), *G. margarita* (Gi) and a mixture of *Glomus* sp. and *G. margarita* (GGi) and without AMF inoculation (K) with each treatment repeated 8 times. The number of AMF spores used was ± 300 spores/seedling, and applied at the time of transplanting from germination tray to the polybag. Data were processed using analysis of variance and least significant difference test (LSD). The results showed there was AMF colonization in agarwood roots after 12 weeks of inoculation with the highest percentage at 20.50% on *G. margarita* treatment. Overall, AMF improved the growth of agarwood seedlings. The best seedlings growth was in the treatment of mixed AMF (GGi). Increased growth was found in plant height (14.68 cm), seedling diameter (2.16 mm), leaf area (119.30 cm²), root volume (1.15 mL), total dry weight (0.83 g), and shoot root ratio (4.99).

[Keywords: agarwood, *A. malaccensis*, AMF, *G. margarita*, *Glomus* sp.]

Abstrak

Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) adalah salah satu hasil hutan bukan kayu yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Namun tanaman ini memiliki pertumbuhan yang lambat, sehingga diperlukan input teknologi pembibitan berupa penambahan fungi mikoriza arbuskular (FMA). Penelitian

bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian FMA tunggal *Glomus* sp., *Gigaspora margarita* dan campuran keduanya (*Glomus* sp. dan *G. margarita*) terhadap pertumbuhan gaharu serta menentukan isolat yang menghasilkan pertumbuhan bibit gaharu yang lebih baik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap untuk menguji tiga perlakuan yaitu *Glomus* sp. (G), *G. margarita* (Gi) dan campuran *Glomus* sp. dan *G. margarita* (GGi) serta satu kontrol (K) dengan masing – masing perlakuan diulang 8 kali. Inokulum FMA yang digunakan memiliki kepadatan ± 300 spora/bibit dan diinokulasikan saat bibit dipindahkan dari persemaian ke polybag. Data diolah menggunakan analisis varians dan uji beda nyata terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan adanya kolonisasi FMA dalam akar gaharu setelah 12 minggu inokulasi dengan persentase kolonisasi tertinggi 20,50% oleh *G. margarita*. Secara keseluruhan, pemberian FMA mampu meningkatkan pertumbuhan bibit gaharu. Pertumbuhan terbaik terjadi pada perlakuan FMA campuran (GGi). Peningkatan pertumbuhan secara nyata dapat dilihat pada tinggi tanaman (14,68 cm), diameter bibit (2,16 mm), luas daun (119,30 cm²), volume akar (1,15 mL), bobot kering total (0,83 g) dan nisbah tajuk akar (4,99).

[Kata kunci: *A. malaccensis*, FMA, gaharu, *G. margarita*, *Glomus* sp.]

Pendahuluan

Hutan sebagai sumber plasma nutfah dapat menghasilkan kayu dan bukan kayu. Salah satu hasil hutan bukan kayu adalah gaharu yang dihasilkan oleh tumbuhan *Aquilaria malaccensis* atau tumbuhan keras (Suhartati, 2013). Gaharu merupakan gubal dengan kandungan resin wangi yang terbentuk akibat adanya infeksi secara alami maupun buatan (Monggoot *et al.*, 2017). *Aquilaria malaccensis* (famili: *Thymelaeaceae*) (Siah *et al.*, 2016) memiliki gaharu dengan kualitas dan nilai

ekonomi tinggi. Tingginya nilai ekonomi tersebut berdampak pada kelangkaan tumbuhan ini, sehingga *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna dan Flora* (CITES) sejak tahun 1994 menetapkan jenis ini masuk dalam *Apendix II*, artinya tumbuhan ini akan terancam punah jika perdagangannya tidak dikendalikan (CITES, 2017). Kelangkaan *A. malaccensis* diperparah dengan pertumbuhannya yang lambat (Suhartati, 2013), sehingga memerlukan suatu upaya penyelamatan tanaman dalam bentuk perbaikan kualitas tumbuhnya. Upaya tersebut dilakukan dengan menerapkan teknologi pembibitan yang tepat seperti memanfaatkan fungi mikoriza arbuskular (FMA).

FMA adalah fungi multifungsi yang mampu bersimbiosis secara mutualisme dengan akar tanaman hidup dan saling bertukar manfaat dengan sekitar 80% tanaman yang tumbuh di darat (Berruti *et al.*, 2016). Selain lebih ekonomis dan ramah lingkungan, FMA juga menghasilkan fitohormon yang dapat membantu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta melindungi tanaman dari serangan patogen tanah (Bucking *et al.*, 2012). FMA tidak memilih inang yang spesifik, namun tingkat populasi, komposisi jenis dan efektivitasnya dipengaruhi oleh kompatibilitas antara fungi dan tanaman inangnya (Muzakkir *et al.*, 2010). Efektivitas FMA dapat dilihat secara langsung dari peningkatan pertumbuhan tanaman seperti: penambahan tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurbaiti *et al.* (2016) menunjukkan bahwa *Aquilaria* sp. mampu berasosiasi dengan FMA. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Fitriana *et al.* (2017) yang membuktikan bahwa pertumbuhan *Aquilaria* sp. yang diinokulasi FMA meningkat pada umur 10 minggu. Santoso *et al.* (2007) membuktikan bahwa bibit *Aquilaria microcarpa* mengalami peningkatan tinggi hingga 27 cm dengan pemberian *Glomus clarum* dan 34 cm dengan pemberian *Gigaspora decipiens* dengan persen kolonisasi pada minggu ke-15 dapat mencapai 65%. Hasil penelitian Salampessy *et al.* (2008) menunjukkan bahwa *A. malaccensis* yang diinokulasi FMA memiliki pertumbuhan tinggi, diameter dan jumlah daun yang lebih besar dibandingkan dengan tanpa FMA.

Penggunaan *Glomus* sp. pada bibit kihiang dapat meningkatkan penyerapan N (49%), P (63%) dan K (62%) (Irianto, 2015). Penggunaan *G. margarita* pada bibit mindi dapat meningkatkan penyerapan N (2,06%), P (1,94%) dan K (1,79%) (Budi & Setyaningsih, 2013). Hal ini menjadi indikator bahwa pemberian FMA campuran memberikan peningkatan pertumbuhan yang lebih baik. Pada penelitian ini diuji pengaruh pemberian FMA jenis tunggal *Glomus* sp. dan *G. margarita* dan campuran (*Glomus* sp. dan *G. margarita*) dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman *A. malaccensis*.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca, Laboratorium Produksi Perkebunan dan Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan November 2018 hingga Mei 2019. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu kontrol (tanpa FMA (K)) dan tiga perlakuan: pemberian *Glomus* sp. (G), *G. margarita* (Gi) dan campuran *Glomus* sp. dengan *G. margarita* (GGi) yang diulang 8 kali untuk masing – masing perlakuan dan setiap ulangan diwakili oleh 2 tanaman. *Glomus* sp. isolat MV 27 dan *G. margarita* isolat MV 17 yang digunakan pada penelitian ini berasal dari perbanyakan di Laboratorium Produksi Perkebunan Universitas Lampung. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA (*analysis of variance*) kemudian dilakukan pemisahan nilai tengah menggunakan uji BNT pada selang kepercayaan 0,05.

Persiapan bibit

Benih *A. malaccensis* disemai terlebih dahulu selama 30 hari di rumah kaca sebanyak ± 500 benih. Penyemaian dilakukan di dalam bak semai menggunakan media pasir yang telah disterilisasi dengan cara disangrai. Selama penyemaian, semai disiram setiap hari dan tidak diberi pupuk. Setelah 30 hari disemai, bibit diseleksi berdasarkan keseragaman tinggi dan jumlah daunnya sebanyak 64 bibit. Bibit terpilih kemudian dipindahkan (*transplanting*) ke dalam *polybag* berukuran 12x19 cm yang berisi media tanam campuran tanah dan pasir dengan perbandingan 1:1 (v/v) steril menggunakan alat sterilisasi tanah (autoklaf).

Inokulasi FMA dan pengamatan pertumbuhan

Proses inokulasi FMA dilakukan saat *transplanting* dengan memberikan inokulum sebanyak 17 g (*Glomus* sp.), 25 g (*G. margarita*), 21 g (*Glomus* sp. dan *G. margarita*) (media pasir yang mengandung ± 300 spora) ke bagian akar gaharu. Inokulasi FMA menggunakan teknik lubang, yakni inokulum sebagian diletakkan ke dalam lubang tanam (sebelum tanaman dimasukkan ke dalam lubang tanam) dan sisanya dituangkan ke perakaran bibit lalu bibit ditanam.

Setelah *transplanting*, bibit dipelihara selama tiga bulan (12 minggu) di rumah kaca dengan pemeliharaan tanaman berupa penyiraman satu kali setiap hari, penyiangan gulma dan pemupukan. Pemupukan dilakukan 2 minggu setelah *transplanting* menggunakan urea dengan konsentrasi 2 g/L untuk 100 bibit gaharu atau 10 mL/*polybag*. Urea diberikan setiap minggu sampai bibit berumur 4 minggu kemudian dilanjutkan dengan NPK (16:16:16) 1 g/tanaman pada minggu ke – 5 setelah *transplanting*.

Variabel pengamatan persentase kolonisasi akar bermikoriza (dengan cara pewarnaan akar) menggunakan *trypan blue* menurut metode Nusan-

tara *et al.* (2012). Pengamatan variabel pertumbuhan meliputi tinggi bibit (diukur 2 cm di atas permukaan tanah sampai buku-buku batang/nodus teratas), diameter batang (diukur 2 cm di atas permukaan tanah), jumlah daun (dengan menghitung seluruh daun yang telah membuka sempurna). Ketiga variabel ini diukur di awal dan di akhir penelitian. Variabel luas daun (menggunakan alat *leaf area meter*), panjang akar utama (diukur dari kolet sampai ujung akar tunggang), jumlah akar lateral (dengan menghitung banyaknya akar serabut yang ada di akar tunggang), volume akar (dengan memasukkan akar ke dalam gelas ukur yang sebelumnya telah diisi air, lalu dihitung penambahan volume airnya), bobot kering total (dengan mengeringkan tajuk dan akar dalam oven bersuhu 70°C sampai bobotnya konstan lalu ditimbang), nisbah tajuk akar (dengan membandingkan bobot kering tajuk dengan akar) diukur di akhir penelitian.

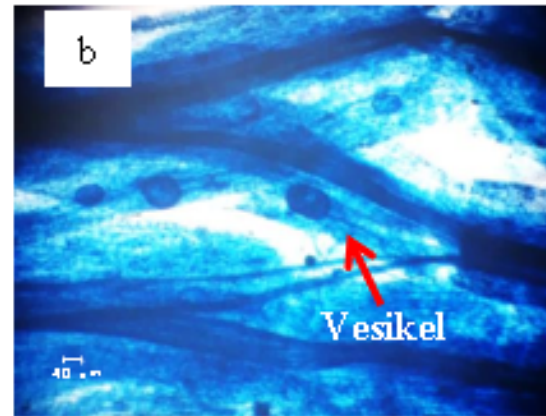
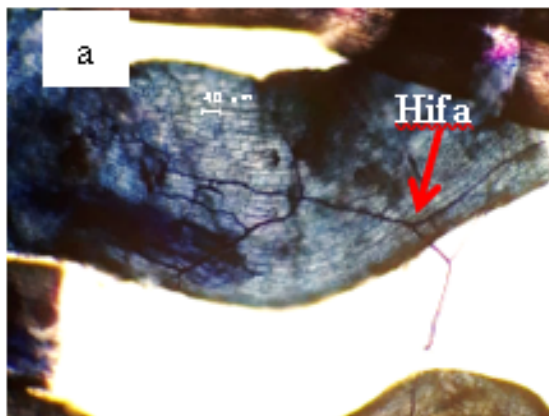
Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa FMA yang diaplikasikan mampu bersimbiosis dengan akar bibit gaharu berumur 12 minggu (Gambar 1). Pemberian FMA berpengaruh nyata pada persen kolonisasi. Kolonisasi yang dianalisis mencapai 20,50% (Tabel 1). Adanya kolonisasi FMA ini diduga mampu meningkatkan pertumbuhan bibit gaharu. Peningkatan pertumbuhan bibit gaharu nampak jelas pada variabel tinggi bibit, diameter batang, luas daun (Tabel 2), volume akar, bobot kering total dan nisbah tajuk akar (Tabel 3).

Setiap FMA menunjukkan respon yang berbeda-beda terhadap tanaman (Palasta & Rini, 2017) yang dapat dilihat pada persen kolonisasi akar. Persen kolonisasi tertinggi dalam penelitian ini berada pada bibit yang diinokulasi *G. margarita*

yakni 20,5% (Tabel 1). Nilai ini menurut Sarina *et al.* (2016) termasuk kedalam kriteria kolonisasi yang rendah, namun tetap menjadi indikasi bahwa FMA *Glomus* sp. dan *G. margarita* bersimbiosis dengan bibit gaharu. Rendahnya persen kolonisasi akar tanaman dengan FMA disebabkan karena belum terbentuknya asosiasi yang sempurna dan juga dapat dipengaruhi oleh umur tanaman inang. Pernyataan ini selaras dengan hasil penelitian Santoso *et al.* (2007) yang menunjukkan bahwa peningkatan kolonisasi akan terjadi seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Hasil penelitiannya pada salah satu jenis gaharu (*Aquilaria microcarpa*) yang berkolonisasi dengan *G. clarum* pada saat umur 7 minggu hanya memiliki persen kolonisasi 4%, namun terus meningkat hingga 71% setelah 25 minggu.

Inokulasi FMA jenis campuran menunjukkan pertumbuhan gaharu yang berbeda nyata dengan inokulasi FMA jenis tunggal dan tanpa inokulasi FMA pada parameter tinggi bibit, diameter batang, luas daun (Tabel 2), volume akar dan bobot kering total (Tabel 3). Perbedaan pertumbuhan ini karena FMA campuran mampu bekerja secara sinergis sehingga penyerapan air dan hara lebih banyak (Muzakir *et al.*, 2010). Yelianti *et al.* (2009) mengatakan bahwa pada tanaman kentang semakin banyak jenis mikoriza yang berkolonisasi dengan akar tanaman, maka unsur hara dan air yang terserap akan semakin banyak, sehingga pertumbuhannya menjadi lebih baik. Pada parameter nisbah tajuk akar dan persen kolonisasi akar penggunaan FMA jenis campuran dan tunggal tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan tanpa inokulasi FMA. Meningkatnya pertumbuhan bibit diduga karena akar yang terkolonisasi FMA akan memiliki banyak hifa yang berkembang di dalam dan di luar akar. Hifa di luar akar serabut bibit akan membantu menyerap unsur hara lebih banyak (Rini & Efriyani, 2016).



Gambar 1. Kolonisasi FMA yang memperlihatkan struktur hifa (a) dan vesikel (b) di dalam akar gaharu
Figure 1. AMF colonization shows the structure of hyphae (a) and vesicles (b) in the agarwood root

Tabel 1. Pengaruh FMA terhadap persentase kolonisasi FMA di akar bibit gaharu umur 12 minggu
 Table 1. Effect of AMF on percentage of colonization of 12 weeks old agarwood seedling

Inokulasi FMA AMF inoculation	Persentase kolonisasi akar (%) % root colonization (%)
Tanpa FMA (<i>without AMF</i>)	1,20b
<i>Glomus sp.</i>	14,49a
<i>G. margarita</i>	20,50a
GGi (<i>Glomus sp. + G. margarita</i>)	16,08a

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada α 5%
 (The number followed by the same letter is not significantly different according to the LSD test at α 5%)

Tabel 2. Pengaruh FMA pada pertambahan tinggi bibit, pertambahan diameter batang dan luas daun bibit gaharu umur 12 minggu
 Table 2. Effect of AMF on seedling height increment, seedling diameter increment and leaf area of 12 weeks old agarwood seedling

Inokulasi FMA AMF inoculation	Variabel pengamatan (<i>Parameters</i>)		
	Pertambahan tinggi bibit (cm) (<i>Seedling height increment (cm)</i>)	Pertambahan diameter batang (mm) (<i>Seedling diameter increment (mm)</i>)	Luas daun (cm ²) (<i>leaf area (cm²)</i>)
Tanpa FMA (<i>without AMF</i>)	6,13c	1,39c	47,35c
<i>Glomus sp.</i>	9,43b	1,76b	80,19b
<i>G. margarita</i>	10,22b	1,68b	75,19b
GGi (<i>Glomus sp. + G. margarita</i>)	14,68a	2,16a	119,30a

Keterangan:

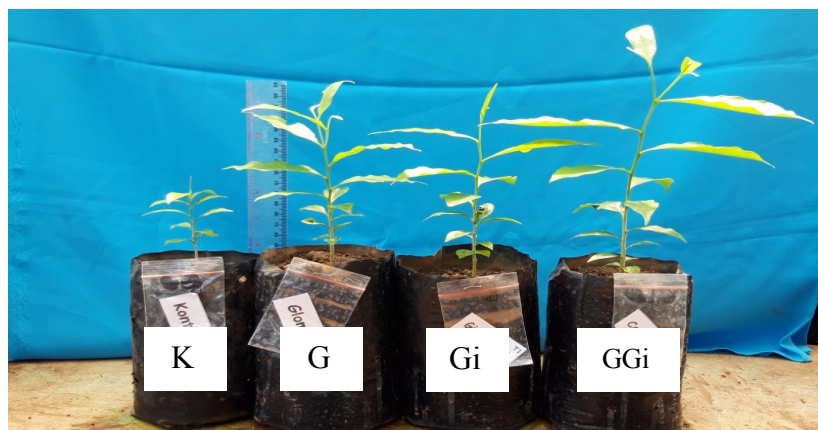
Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada α 5%
 (The number followed by the same letter is not significantly different according to the LSD test at α 5%)

Tanaman yang diinokulasi FMA memiliki peningkatan tinggi dan diameter yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman tanpa inokulasi FMA (Gambar 2). Hal ini tampaknya karena peran FMA dalam meningkatkan penyerapan unsur hara sehingga terjadi peningkatan tinggi dan diameter tanaman (Rinti *et al.*, 2015). Penggunaan FMA tampaknya dapat mengoptimalkan pertumbuhan gaharu. Terbukti dengan pertumbuhan tanaman gaharu yang lebih cepat dibandingkan dengan hanya penggunaan pupuk organik cair. Penelitian Rodiansyah *et al.* (2016) pada tanaman gaharu dengan hanya memberikan pupuk organik cair, pada umur yang sama (12 minggu) hanya memiliki rata-rata tinggi 6,93 cm dan diameter 0,16 mm.

Tanaman gaharu yang diinokulasi FMA memiliki permukaan daun yang lebih luas, sehingga sinar matahari yang diserap oleh tanaman semakin banyak dan menghasilkan fotosintat lebih banyak untuk pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Lizawati *et al.* (2014) menunjukkan bahwa bibit jarak pagar yang diinokulasi FMA memiliki luas daun lebih besar dibandingkan dengan tanpa inokulasi FMA. Bibit yang memiliki permukaan daun yang luas akan berdampak pada

meningkatnya bobot kering tajuk (Budi *et al.*, 2014).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa FMA campuran yang diberikan pada akar bibit gaharu dapat bersimbiosis dengan baik sehingga penyerapan unsur hara dapat meningkat dan diikuti dengan meningkatnya volume akar (Tabel 3). Ginting *et al.* (2018) juga membuktikan bahwa tanaman jagung yang diberi inokulum campuran memiliki volume akar 46,36% lebih besar dibandingkan dengan tanaman jagung tanpa FMA. Disamping itu, tanaman yang berasosiasi dengan FMA menghasilkan eksudat akar yang dapat merangsang perkembangan dan aktivitas mikroorganisme bermanfaat di dalam tanah (Jamiołkowska *et al.*, 2017). Mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan fitohormon, salah satunya adalah hormon *indole-3-acetic acid* (IAA) yang berperan dalam merangsang pembentukan akar lateral (Wahidah *et al.*, 2017). Semakin banyak akar yang dikolonisasi oleh FMA, maka jumlah populasi mikroorganisme yang bermanfaat tersebut akan meningkat sehingga pertumbuhan akar pun meningkat.



Gambar 2. Tanaman gaharu berumur 12 minggu setelah perlakuan. K (tanpa FMA); G (*Glomus* sp.); Gi (*G. margarita*) dan GGi (campuran *Glomus* sp. dan *G. margarita*)

Figure 2. Agarwood seedling 12 weeks after treatment. K (without FMA), G (*Glomus* sp.), Gi (*G. margarita*) and GGi (mixture of *Glomus* sp. and *G. margarita*)

Tabel 3. Pengaruh FMA pada bobot kering tajuk, volume akar, bobot kering akar, bobot kering total dan nisbah tajuk akar bibit gaharu umur 12 minggu

Table 3. Effect of AMF on shoot dry weight, root volume, root dry weight, total dry weight and shoot root ratio of 12 weeks old agarwood seedling

Inokulasi FMA AMF inoculation	Parameter (Parameters)				
	Bobot kering tajuk (g) (Shoot dry weight (g))	Volume akar (mL) (Root volume (mL))	Bobot kering akar (g) (Root dry weight (g))	Bobot kering total (g) (Total dry weight (g))	Nisbah tajuk akar (Shoot root ratio)
Tanpa FMA (without AMF)	0,26c	0,36c	0,07b	0,33b	3,63b
<i>Glomus</i> sp.	0,42b	0,69bc	0,09b	0,50b	5,23a
<i>G. margarita</i>	0,40bc	0,78b	0,09b	0,49b	4,48a
GGi (<i>Glomus</i> sp. + <i>G.</i> <i>margarita</i>)	0,67a	1,15a	0,14a	0,83a	4,99a

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada α 5%

(The number followed by the same letter(s) is not significantly different according to the LSD test at α 5%)

FMA yang bersimbiosis dengan tanaman dikatakan efektif jika dapat meningkatkan bobot kering tanaman (Nusantara *et al.*, 2012). Bobot kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa anorganik yang disintesis tanaman menjadi senyawa organik (Suryaningrum *et al.*, 2016). Pada penelitian ini bobot kering tanaman tertinggi ditunjukkan pada bibit yang diinokulasi FMA campuran. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya sinergisme antara *Glomus* sp. dan *G. margarita* dalam meningkatkan serapan P. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Bucking *et al.* (2012). Meningkatnya kandungan P dalam jaringan tanaman dapat mempercepat pembelahan sel terutama pada jaringan meristem sehingga dapat meningkatkan tinggi tanaman (Lizawati *et al.*, 2014) dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Rinti *et al.*, 2015). Meningkatnya pertumbuhan tanaman akan berdampak pada meningkatnya bobot kering total tanaman.

Nisbah tajuk akar (NTA) tanaman yang diinokulasi FMA lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa inokulasi FMA. NTA yang besar menunjukkan bahwa hasil fotosintesis lebih sedikit ditranslokasikan ke akar dan lebih banyak ke tajuk yang digunakan untuk memacu pertumbuhan bagian pucuk tanaman. Veresoglou *et al.* (2012) mengatakan bahwa hal ini berhubungan dengan pengambilalihan sebagian besar fungsi akar dalam menyerap unsur hara dan air oleh FMA sehingga energi untuk pertumbuhan dan perkembangan akar dapat dikurangi. Akibatnya NTA biasanya lebih besar pada tanaman yang bermikoriza.

Kesimpulan

Fungi mikoriza arbuskular *Glomus* sp., *G. margarita* dan campuran keduanya terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan *A. malaccensis* yang dapat dilihat dari meningkatnya parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, volume akar, bobot

kering total dan nisbah tajuk. Pertumbuhan bibit terbaik ditunjukkan oleh bibit yang diinokulasi dengan FMA campuran *Glomus sp.* dan *G. margarita*.

Daftar Pustaka

- Berruti A, E Lumini, R Balestrini & V Bianciotto (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: let's benefit from past successes. *Front Microbiol* 6, 1 – 13.
- Bucking H, E Liepold & P Ambilwade (2012). The role of the mycorrhizal symbiosis in nutrient uptake of plants and the regulatory mechanisms underlying these transport processes. *Plant Sci*, 107 – 137.
- Budi SR, TE Saputri & M Turjaman (2014). Pemanfaatan fungi mikoriza arbuskula (fma) dan arang tempurung kelapa untuk meningkatkan pertumbuhan semai *Gmelina arborea* Roxb. dan *Ochroma bicolor* Rowlee. di persemaian. *J Silvikultur Tropika* 5(1), 24 – 32.
- Budi SW & L Setyaningsih (2013). Arbuscular mycorrhizal fungi and biochar improved early growth of neem (*Melia azedarach* Linn.) seedling under greenhouse conditions. *J Man Hut Trop* 19(2), 103 – 110.
- CITES (2017). Appendix II of convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. Diunduh dari <http://www.cites.org/eng/app/appendices.php>. [13 April 2018].
- Fitriana N, A Muin & Fahrizal (2017). Pertumbuhan tanaman gaharu (*Aquilaria spp*) yang diinokulasi fungi mikoriza arbuskula (fma) di bawah tiga kondisi naungan. *Jurnal Hutan Lestari* 5(2), 514 – 520.
- Ginting IF, S Yusnaini, Dermiyati & MV Rini (2018). Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskular dan penambahan bahan organik pada tanah pasca penambangan galian c terhadap pertumbuhan dan serapan hara p tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika* 6(2), 110 – 118.
- Irianto RSB (2015). Efektivitas fungi mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan kihiang (*Albizia procera* Benth) di persemaian dan lapangan. *J Penelitian Hutan Tanaman* 12(2), 115 – 122.
- Jamiolkowska A, A Ksiezniak, B Hetman, M Kopcki, BS Bednarz, A Galazka & AH Thanon (2017). Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi with plants and soil microflora. *Acta Sci Pol Hortorum Cultus* 16(5), 89 – 95.
- Lizawati, E Kartika, Y Alia & R Handayani (2014). Pengaruh pemberian kombinasi isolat fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang ditanam pada tanah bekas tambang batubara. *Biospecies* 7(1), 14 – 21.
- Monggoot S, S Popluechai, E Gentekaki & P Pripdeevech (2017). Fungal endophytes: an alternative source for production of volatile compounds from agarwood oil of *Aquilaria subintegra*. *Microb Ecol* 74, 54 – 61.
- Muzakkir, EF Husin, Agustina & A Syarif (2010). Efektivitas berbagai fungi mikoriza arbuskular indigenus terhadap serapan hara p dan pertumbuhan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Solum* 2 (7), 137 – 143.
- Nurbaiti S, A Muin & Fahrizal (2016). Pertumbuhan tanaman gaharu *Aquilaria spp* dengan pemberian mikoriza dan mulsa pada lahan terbuka di tanah ultisol. *Jurnal Hutan Lestari* 4(4), 552 – 563.
- Nusantara AD, YH Bertham & I Mansur (2012). Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. IPB Press. Bogor. 85 p.
- Palasta R & MV Rini (2017). Pertumbuhan bibit kelapa sawit dengan aplikasi fungi mikoriza arbuskular dan beberapa dosis pupuk fosfat. *Jurnal Agro Industri Perkebunan* 5(2), 97 – 106. Rini MV & U Efriyani (2016). Respons bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap pemberian fungi mikoriza arbuskular dan cekaman air. *Menara Perkebunan* 84(2), 106 – 114.
- Rinti DK, Yusran & Irmasari (2015). Respon pertumbuhan semai kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.) terhadap inokulasi beberapa spesies fungi mikoriza arbuskular. *Warta Rimba* 3(2), 49 – 56.
- Rodiansyah, A Muin & Iskandar (2016). Pengaruh frekuensi pemberian dan dosis pupuk organik air terhadap pertumbuhan dan indeks mutu bibit gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) di persemaian. *Jurnal Hutan Lestari* 4(2), 185 – 192.
- Salampessy MN, D Mardi & M Sutisna (2008). Pengaruh jamur endomikoriza, intensitas cahaya dan kandungan air terhadap pertumbuhan semai gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) di persemaian. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida* 1(1), 63 – 73.
- Santoso E, AW Gunawan & M Turjaman (2007). Kolonisasi cendawan mikoriza arbuskula pada bibit tanaman penghasil gaharu *Aquilaria microcarpa* Baill. *J Penel Hut Konserv Alam* 4(5), 499 – 509.
- Sarina, Burhanuddin & R Suryantini (2016). Asosiasi fungi mikoriza (FMA) arbuskula pada tanaman penghasil gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *J Hutan Lestari* 4(1), 91-99.

- Siah AH, P Namasivayam & R Mohamed (2016). Transcriptome reveals senescing callus tissue of *Aquilaria malaccensis*, an endangered tropical tree, triggers similar response as wounding with respect to terpenoid biosynthesis. *Tree Genet Genomes* 12(32), 1 – 10.
- Suhartati (2013). Budidaya tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) di lahan kebun kelapa sawit dengan aplikasi teknik silvikultur. *Info Teknis EBONI* 10(1), 37 – 47.
- Suryaningrum R, E Purwanto & Sumiyati (2016). Analisis pertumbuhan beberapa varietas kedelai pada perbedaan intensitas cekaman kekeringan. *Agrosains* 18(2), 33 – 37.
- Veresoglou SD, G Menexes & MC Rillig (2012). Do arbuscular mycorrhizal fungi affect the allometric partition of host plant biomass to shoots and roots? A meta-analysis of studies from 1990 to 2010. *Mycorrhiza* 22, 227 – 235.
- Wahidah BF & Hasrul (2017). Pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh indole acetic acid (iaa) terhadap pertumbuhan tanaman pisang sayang (*Musa paradisiaca* L. Var. Sayang) secara in vitro. *Jurnal Teknosains* 11(1), 27 – 41.
- Yelianti U, D Syamsuwida, E Suita, E Rohani & A Rahmat (2009). Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi (amf) in potatos rhizosphere and it potential as biofertilizer. *Sainstek* 7(1), 59 – 64.