

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

3e879f8d61e3d40935242e31a9ffbebb002b6cbc187b39dd803aa0bc9c36c907

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.



Artikel

**PENINGKATAN PERTUMBUHAN SEMAI SENGON
MENGUNAKAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA ASLI GAMBUT TROPIS**

***Enhancing Sengon Seedling's Growth by Using Indigenous Arbuscular Mycorrhiza
from Tropical Peatland***

Tri Wira Yuwati^{1*}, Atinah² dan Witiyasti Imaningsih²

¹ Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru
Jl. Ahmad Yani Km 28,7 Guntung Manggis, Landasan Ulin, Banjarbaru-Kalimantan Selatan 70721
Telepon (0511) 4707872

² Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat
Loktabat Selatan, Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714
Telepon (0511) 477229

*Email: yuwatitriwira@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh isolat mikoriza arbuskula asal hutan rawa gambut Kalimantan Tengah terhadap pertumbuhan sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & Grimes). Isolat mikoriza arbuskula terdiri dari *Glomus* sp.2 (cokelat kehitaman) & *Glomus* sp.3 (cokelat tua) yang diisolasi dari lahan gambut Kalimantan Tengah. Pengamatan kolonisasi mikoriza dan pengukuran parameter pertumbuhan tanaman dilakukan selama 5 bulan. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini berupa rancangan acak lengkap yang terdiri atas 6 perlakuan yaitu Glo1S2 (*Glomus* sp.2, 2 spora), Glo1S4 (*Glomus* sp.2, 4 spora), Glo2S2 (*Glomus* sp.3, 2 spora), Glo2S4 (*Glomus* sp.3, 4 spora), kontrol I, dan kontrol II. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolonisasi mikoriza arbuskula memiliki perbedaan yang nyata antara perlakuan inokulasi dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan Glo2S4 memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman sengon yaitu pada tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang akar dan biomassa total.

Kata kunci: FMA, *glomus*, Kalimantan, spora

ABSTRACT

The research aimed to determine the effect of arbuscular mycorrhizal isolates from Central Kalimantan peat swamp forest on the growth of sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & Grimes). Arbuscular mycorrhizal isolates consisted of *Glomus* sp.2 (blackish brown) & *Glomus* sp.3 (dark brown) isolated from the peatland of Central Kalimantan. The mycorrhizal colonization was observed and plant growth parameters were measured for five months. The design used in this research was a complete randomized design and there were 6 treatments including Glo1S2 (*Glomus* sp.2, 2 spores), Glo1S4 (*Glomus* sp.2, 4 spores), Glo2S2 (*Glomus* sp.3, 2 spores), Glo2S4 (*Glomus* sp.3, 4 spores), control I and control II. The result showed that arbuscular mycorrhiza colonization significantly different between the treatments of inoculation compared with control. Glo2S4 treatment gave a significant effect on the growth of sengon in terms of plant height, stem diameter, number of leaves, root length and total biomass.

Keywords: AMF, *glomus*, Kalimantan, spore

PENDAHULUAN

Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & Grimes) merupakan jenis tanaman penghasil kayu dari anggota family Leguminosae. Menurut Krisnawati, Varis, Kallio & Kanninen (2011) jenis ini memiliki beberapa sinonim yaitu *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen, *Adenantha falcata* Linn, *Adenantha falcatharia* Linn, *Albizia falcata* (L.) Backer dan *Albizia falcataria* (L.) Fosberg. Sengon banyak dipilih karena merupakan salah satu jenis tanaman yang cepat tumbuh (*fast growing*) (Krisnawati *et al.*, 2011; Nugroho & Salamah, 2015), serta memiliki permintaan pasar yang tinggi (Nugroho & Salamah, 2015). Lebih lanjut, sengon ini mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah dengan kualitas kayu yang dapat diterima untuk industri panel dan kayu pertukangan (Krisnawati *et al.*, 2011). Sengon merupakan jenis leguminosae yang banyak dikembangkan di hutan rakyat Kalimantan Timur karena memiliki produktivitas dan nilai ekonomi yang tinggi (Amirta *et al.*, 2016). Beberapa keunggulan di atas menjadi alasan banyaknya usaha untuk meningkatkan pertumbuhan sengon, salah satunya adalah dengan menggunakan mikoriza arbuskula.

Mikoriza arbuskula adalah suatu asosiasi mutualistik antara fungi tanah dan akar tanaman (Harley & Smith, 1983). Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan fungi yang termasuk dalam famili Zygomycota yang memiliki struktur arbuskula, hifa dan vesikel di dalam sel korteks akar tanaman (Brundrett *et al.*, 1996). Pemanfaatan FMA di bidang kehutanan telah banyak dikenal terutama perannya dalam meningkatkan pertumbuhan semai tanaman kehutanan utamanya untuk lahan-lahan yang marjinal (Setyaningsih, 2011). Inokulasi dengan FMA telah dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan penyerapan hara pada tanaman hutan tropis di persemaian (Tawaraya & Turjaman, 2014). Inokulasi FMA pada *Dyera polyphylla* dengan *Glomus clarum* dan *Gigaspora decipiens* yang ditanam di lahan rawa gambut Kalimantan Tengah mampu meningkatkan kandungan hara nitrogen (N) dan posfor (P) pada jaringan tanaman (Graham, Turjaman, & Page, 2013). FMA memiliki peran dalam peningkatan nutrisi tersedia untuk tanaman sehingga membantu tanaman untuk bertahan dari kondisi cekaman misalnya logam berat (Miransari, 2017). FMA juga merupakan salah satu mikroba tanah yang dapat memperbaiki struktur tanah dengan mengurai P tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Bonfante & Genre, 2010).

Beberapa studi asosiasi FMA dengan sengon telah banyak dilakukan. Aplikasi mikoriza pada sengon mampu meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman

(Maulana *et al.*, 2017; D. Wulandari, Saridi, Cheng & Tawaraya, 2016). Aurum, Budi, & Pamoengkas (2020) melaporkan nilai presentase ketergantungan sengon merah terhadap mikoriza yaitu sebesar 62%. Studi kelimpahan FMA di bawah tegakan sengon juga dilakukan oleh Yuwati, Puteri & Badruzsauhari (2020) yang menunjukkan bahwa ada perbedaan yang nyata untuk kelimpahan fungi mikoriza arbuskula di bawah tegakan sengon yang ditanam di lahan mineral dan lahan gambut. Lebih lanjut, dilaporkan bahwa ada empat jenis genus spora FMA di bawah tegakan sengon yang ditanam di lahan gambut yaitu *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora* dan *Acaulospora* sedangkan di lahan mineral adalah *Glomus*, *Scutellospora* dan *Acaulospora* (Yuwati *et al.*, 2020). FMA juga memiliki potensi untuk meningkatkan kesehatan tanaman sengon di dalam lingkungan dengan tekanan Cu (Listiani & Yuniati, 2021; Rollon, Batac, Batac, & Maglines, 2018) dan Cd (Listiani & Yuniati, 2021).

Salah satu upaya untuk membantu peningkatan pertumbuhan tanaman sengon adalah dengan pemanfaatan mikoriza arbuskula. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari FMA asal rawa gambut terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman sengon.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Hutan dan persemaian Balai Penelitian Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BP2LHK) Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental.

Bahan dan alat

Spora mikoriza arbuskula yang digunakan terdiri dari dua jenis spora yaitu *Glomus* sp.2 (cokelat kehitaman) dan *Glomus* sp.3 (cokelat tua) yang merupakan hasil isolasi dari sampel tanah gambut yang dieksplorasi dari lahan gambut tropis yang terletak di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHTDK) Tumbang Nusa, Kalimantan Tengah. Bahan lain yang digunakan adalah biji sengon, topsoil, sekam, polybag, pupuk Hyponex low P, KOH 10%, HCl 1N, tinta Parker warna biru, gliserin, kaca objek.

Metode

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor yaitu: faktor pertama adalah jenis isolat mikoriza arbuskula dengan dua taraf yaitu *Glomus* sp.2 (Glo1) dan *Glomus* sp.3 (Glo2), dan tanpa pemberian isolat spora mikoriza arbuskula (kontrol I); faktor kedua adalah jumlah spora isolat mikoriza arbuskula dengan tiga taraf yaitu pemberian 0 spora/kontrol II, pemberian 2 spora (S2), dan pemberian 4 spora (S4). Terdapat 6 (enam) kombinasi perlakuan dan masing-masing kombinasi perlakuan diulang 6 kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan.

Prosedur kerja

Biji sengon direndam dengan air dingin selama 24 jam kemudian diikuti dengan perendaman dalam air panas selama 15 menit untuk pematangan dormansi. Media kecambah sengon adalah pasir yang telah disteril dalam autoklaf (121°C, 15 menit) yang telah dimasukkan ke dalam bak plastik. Sengon dikecambahkan sampai umur 2 minggu sebelum diinokulasi dengan spora FMA. Kecambah sengon kemudian diinokulasi dengan spora FMA masing-masing jenis isolat sebanyak 2 dan 4 spora per tanaman. Kecambah sengon yang ditempeli spora FMA pada akarnya kemudian ditanam dalam media campuran topsoil dan sekam (v:v=1:1) yang sebelumnya disterilkan dalam autoklaf (121°C, 15 menit). Analisis kimia dilakukan pada media tanam. Komponen sifat kimia tanah yang dianalisis adalah P-tersedia, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan pH tanah. Pemeliharaan bibit yang sudah diberi perlakuan adalah dengan dilakukan penyiraman setiap pagi dan pemberian pupuk *Hyponex low P* setiap bulannya dengan dosis 1 gram/pot. Pengamatan dilakukan selama 5 bulan. Penilaian kolonisasi mikoriza arbuskula dilakukan dengan pemanenan tanaman yang telah diinokulasikan isolat *Glomus* sp.2 dan *Glomus* sp.3 dengan pengamatan dan perhitungan kolonisasi FMA pada akar, tinggi, diameter, jumlah daun, berat kering tajuk, akar dan panjang akar umur 60 hari dan 150 hari setelah inokulasi.

Pewarnaan akar dilakukan dengan metode kombinasi Vierheilig *et al.* (1996). Sampel akar yang telah dipanen dipotong dengan panjang kurang lebih 1 cm, selanjutnya dimasukkan ke dalam botol kaca dan direndam dalam larutan KOH 10%, kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit. Kemudian, larutan KOH dibuang dan akar dicuci dengan air kran dan ditiriskan. Selanjutnya, akar direndam dalam larutan HCl 1N dan dibiarkan dalam suhu kamar selama 24 jam. Larutan HCl

kemudian dibuang dan akar direndam dalam larutan tinta (tinta Parker warna biru + cuka makan (v:v=5:100) dan memasukkannya ke dalam autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C. Selanjutnya larutan pewarna dibuang dan ditetesi cairan destaining (campuran cuka makan+gliserin). Akar tanaman uji yang terinfeksi ditandai dengan adanya vesikula, arbuskula, spora atau hifa internal.

Kolonisasi FMA pada akar tanaman dilakukan dengan pemeriksaan mikroskopis pada akar. Potongan akar yang telah diwarnai kemudian diletakkan diatas kaca objek sebanyak 10 potong untuk tiap ulangan perlakuan.

Pengolahan dan analisis data

Perhitungan kolonisasi FMA dilakukan dengan cara menghitung banyaknya bagian akar yang bermikoriza dan tidak pada tiap-tiap potongan akar di kaca objek. Perhitungan kolonisasi FMA dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Brundrett *et al.*, 1996):

$$\text{Kolonisasi mikoriza} = \frac{\text{Jumlah akar yang tertular}}{\text{Jumlah akar seluruhnya}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Uji normalitas dilakukan terhadap data yang didapat, kemudian dilanjutkan dengan analisis sidik ragam. Uji lanjut Tukey HSD kemudian dilakukan bila perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pertumbuhan tanaman

Rerata penampilan pertumbuhan tanaman Sengon 60 hari dan 150 hari setelah inokulasi spora FMA disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada 60 hari setelah inokulasi, perlakuan pemberian spora FMA berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol I. Akan tetapi setelah 150 hari paska inokulasi, semua perlakuan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol (I dan II). Untuk parameter diameter, perlakuan pemberian spora FMA menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan dengan kontrol (I dan II) 60 hari dan 150 hari setelah inokulasi. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa inokulasi dengan 4 buah spora FMA dapat menghasilkan diameter yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan 2 buah spora FMA.

Tabel 1. Rerata pertumbuhan tinggi, diameter dan jumlah daun pada sengon dengan perlakuan inokulasi FMA dibandingkan kontrol pada 60 hari dan 150 hari setelah inokulas.

Parameter	Perlakuan (<i>treatment</i>)	H 60	H 150
Tinggi (cm) Height	Glo1S2	16,76 b	29,23 b
	Glo1S4	17,43 b	28,58 b
	Kontrol I	12,46 a	23,1 a
	Glo2S2	17 b	28,83 b
	Glo2S4	19,33 b	31,2 b
	Kontrol II	12,23 b	23,5 a
Diameter (mm) Diameter	Glo1S2	1,34 c	2,29 c
	Glo1S4	1,43 cd	2,34 cd
	Kontrol I	1,13 ab	1,52 a
	Glo2S2	1,34 bc	1,82 b
	Glo2S4	1,64 d	2,6 d
	Kontrol II	1,0 a	1,56 ab
Jumlah daun (helai) Number of leaves	Glo1S2	10,33 bc	11 ab
	Glo1S4	11 bc	11 ab
	Kontrol I	8,66 ab	10 ab
	Glo2S2	12,66 c	13 b
	Glo2S4	10,33 bc	10,33 ab
	Kontrol II	7 a	9 a

Keterangan: Glo1S2: *Glomus* spesies 2, 2 spora; Glo1S4: *Glomus* spesies 2, 4 spora; Glo2S2: *Glomus* spesies 3, 2 spora; Glo2S4: *Glomus* spesies 3, 4 spora; Kontrol I, II: tidak diberikan mikoriza, 0 spora, huruf yang mengikuti angka yang sama tidak berbeda nyata dari hasil Uji Tukey pada taraf nyata 5%

Jumlah daun sengon 60 hari setelah inokulasi menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi dengan FMA menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan kontrol II. Akan tetapi setelah 150 hari pasca inokulasi tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan dengan kontrol kecuali perlakuan penambahan *Glomus* sp.3 dengan jumlah spora 2 dibandingkan dengan kontrol II.

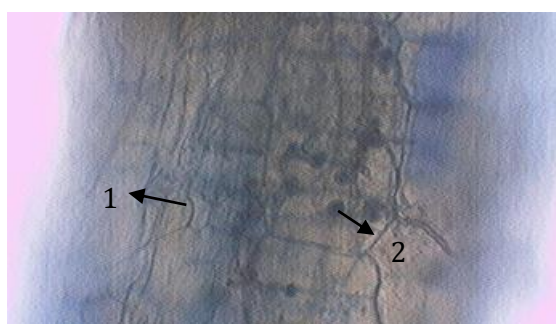
Kolonisasi FMA, Panjang akar dan berat kering

Kolonisasi FMA pada akar, panjang akar dan berat kering total dari semai sengon yang diinokulasi FMA dibandingkan dengan kontrol umur 5 bulan di persemaian (Tabel 2.). Perlakuan inokulasi FMA menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan kontrol (I & II). Persen infeksi bahkan ada yang mencapai 100% untuk perlakuan inokulasi dengan *Glomus* sp.3. Untuk parameter rerata panjang akar, perlakuan inokulasi mikoriza arbuskula (Gambar 1.) menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan kontrol (I & II). Perlakuan pemberian *Glomus* sp.3 dengan jumlah 4 spora memberikan rerata panjang tertinggi yaitu sebesar 25,25 cm. Apabila dilihat dari parameter total biomass menunjukkan perlakuan inokulasi FMA tidak berpengaruh nyata dibandingkan dengan kontrol (I & II) kecuali perlakuan pemberian Glo2S4 (*Glomus* sp.3, 4 spora) sebesar 1,18 gram.

Tabel 2. Kolonisasi FMA, panjang akar dan berat kering total semai Sengon umur 5 bulan di persemaian dengan perlakuan inokulasi FMA dibandingkan dengan kontrol.

Perlakuan	Kolonisasi (%)	Rerata Panjang akar (cm)	Total biomass (gram)
Glo1S2	96,6 b	14,73 b	0,57 a
Glo1S4	96,6 b	20,63 c	0,64 a
Kontrol I	13,3 a	10,47 a	0,33 a
Glo2S2	100 b	16,6 b	0,45 a
Glo2S4	100 b	25,25 d	1,18 b
Kontrol II	16,7 a	9,35 a	0,26 a

Keterangan: Glo1S2: Glomus spesies 2, 2 spora; Glo1S4: Glomus spesies 2, 4 spora; Glo2S2: Glomus spesies 3, 2 spora; Glo2S4: Glomus spesies 3, 4 spora; Kontrol I, II: tidak diberikan mikoriza, 0 spora, huruf yang mengikuti angka yang sama tidak berbeda nyata dari hasil Uji Tukey pada taraf nyata 5%



Gambar 1. Struktur morfologi mikoriza arbuskula pada jaringan akar tanaman sengon: 1) hifa, 2) vesikula

Sifat kimia tanah

Sifat kimia media tanah sesudah inokulasi FMA disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat kimia tanah media sengon di persemaian 150 hari setelah inokulasi.

No.	Kode (code)	pH H2O	pH KCL	KTK (cmol(+)/kg)	P Bray 1 (ppm P)
1	Kontrol	5,73	4,44	7,02	6,07
2	Glo1S2	5,85	4,61	6,28	5,89
3	Glo2S2	4,9	4,63	6,61	6,35
4	Kontrol	5,47	4,52	6,37	5,45
5	Glo1S4	5,64	4,51	4,9	7,59
6	Glo2S4	5,73	4,5	5,7	6,41

Keterangan: Glo1S2: Glomus spesies 2, 2 spora; Glo1S4: Glomus spesies 2, 4 spora; Glo2S2: Glomus spesies 3, 2 spora; Glo2S4: Glomus spesies 3, 4 spora; Kontrol I, II: tidak diberikan mikoriza, 0 spora, huruf yang mengikuti angka yang sama tidak berbeda nyata dari hasil Uji Tukey pada taraf nyata 5%

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa untuk pH H₂O berkisar antara 4,9 sampai dengan 5,85. Sedangkan untuk pH KCl berkisar antara 4,44 sampai 4,63. Untuk KTK berkisar antara 4,9 sampai 7,02 sedangkan walaupun tidak adanya perbedaan yang signifikan antara ketersediaan P pada tanaman dengan perlakuan inokulasi FMA dan kontrol, tetapi ketersediaan P paling tinggi adalah pada perlakuan inokulasi FMA dengan jumlah 4 spora.

Pembahasan

Kolonisasi mikoriza arbuskula pada akar tanaman sengon ditandai dengan ditemukannya *hifa* dan *vesikula* yang terdapat di dalam jaringan akar tanaman. Menurut Nusantara (2002) asosiasi mikoriza arbuskula pada sengon baru terbentuk 6 minggu (42 hari) setelah tanam bila ditumbuhkan pada media buatan dengan hara yang cukup, 16 minggu (112 hari) setelah tanam jika ditumbuhkan pada tanah ultisol dan 36 minggu (252) hari setelah tanam jika ditanam pada tanah masam bekas tambang emas. Lebih lanjut, Turjaman, Santoso & Sumarna (2006) menyatakan bahwa eksternal hifa mulai mengkolonisasi akar dalam 90 hari awal dan bahwa ketahanan hidup suatu tanaman akan meningkat 180 hari setelah inokulasi mikoriza. Hal ini mendukung hasil penelitian yang menemukan bahwa pada 150 hari setelah inokulasi, tinggi tanaman Sengon untuk semua perlakuan inokulasi FMA berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Selain karena pengaruh dari mikoriza ini, Setyaningsih (2011) juga menyatakan bahwa peningkatan pertumbuhan tinggi yang besar dengan inokulasi MA dikarenakan karakter fisiologi tanaman hutan yang cenderung melakukan pertumbuhan primer (tinggi) pada awal pertumbuhannya. Hifa eksternal dari mikoriza arbuskula membantu penyerapan unsur hara terutama posfor (P) yang ada di dalam media tanah ke dalam jaringan tanaman sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi maupun diameter tanaman (Plassard & Dell, 2010; Smith & Smith, 2012). Mikoriza mampu meningkatkan kemampuan akar dalam mengeksplorasi tanah secara lebih luas, melalui dibentuknya miselia eksternal yang dapat meningkatkan serapan hara dan air (Sasli & Ruliansyah, 2012). Adanya simbiosis ini yang membentuk hifa dan dapat membantu akar tanaman dalam penyerapan hara. Hifa mikoriza mampu menjangkau matriks tanah yang tidak terjangkau oleh tanaman dan melalui hifa ini unsur hara dapat ditransfer (Hermawan, Muin & Reine, 2015).

Isolat spora mikoriza arbuskula yang diinokulasikan pada *P. falcatharia* mampu menginfeksi tanaman dengan presentase kolonisasi sebesar 96,6-100%. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Wulandari *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa kolonisasi mikoriza pada akar tanaman sengon di persemaian mencapai 3-82%. Kolonisasi mikoriza arbuskula pada akar tanaman lebih dari 30% ini dapat dikategorikan sebagai kolonisasi

tinggi (Yuwati & Hakim, 2018). Kolonisasi mikoriza arbuskula pada akar tanaman kontrol adalah berkisar antara 13,3%-16,7%. Walaupun media telah disterilisasi dalam autoklaf, akan tetapi kontaminasi oleh mikoriza lain kemungkinan terjadi saat tanaman berada di rumah kaca maupun di area terbuka.

Faktor lingkungan abiotik seperti intensitas cahaya, temperatur, kadar air tanah, pH tanah, bahan organik residu akar, ketersediaan hara, logam berat dan fungisida diketahui dapat berpengaruh terhadap pembentukan mikoriza dan derajat infeksi dari sel korteks tanaman inang (Pangaribuan, 2014). Umumnya FMA lebih tahan terhadap perubahan pH tanah, namun adaptasi tiap FMA berbeda-beda dikarenakan pH tanah dapat mempengaruhi perkembangan, perkecambahan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman (Ristiyanti, Yusran & Rahmayanti, 2014).

Dilihat dari parameter jumlah daun, tidak terjadi peningkatan jumlah daun yang spesifik, artinya bahwa alokasi karbon hasil fotosintesis tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Paul & Clark (1989) menyatakan bahwa karbon total sebesar 4-14% hasil fotosintesis akan ditranslokasikan ke mikoriza yang bersimbiosis dengan tanaman. Terbatasnya jumlah daun ini menyebabkan karbon hasil fotosintesis tidak sepenuhnya dialokasikan karena fotosintat lebih diutamakan untuk menjamin agar semai sregon mampu bertahan hidup. Akan tetapi, seiring dengan bertambahnya waktu, jumlah daun akan meningkat sehingga fotosintat dapat ditranslokasikan ke bagian tajuk dan akar tanaman untuk pergerakan simbiosis mikoriza (Nusantara, 2002). Adanya perbedaan yang nyata untuk panjang akar dengan dan tanpa inokulasi mikoriza disebabkan karena tanaman bermikoriza memanfaatkan unsur hara P dalam pertumbuhan akar (Wicaksono, Muji & Samanhudi, 2014). Lebih lanjut, menurut Smith & Read (1997), hifa mikoriza mampu menyebar lebih dari 25 cm dari akar tanaman sehingga meningkatkan kemampuan untuk eksplorasi unsur hara.

Tingginya serapan air dan unsur hara dapat memberikan pengaruh yang baik pada proses metabolisme dan fotosintesis, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman serta menjamin proses metabolisme tanaman seperti proses transportasi dan alokasi fotosintat yang lebih baik (Prasasti & Purwani, 2013). Tanaman dengan fosfat yang cukup akan mempunyai akar yang luas dan dapat membantu tanaman menjangkau sumber unsur hara yang lebih jauh sehingga peningkatan pertumbuhan dan berat tanaman meningkat. Keuntungan dari asosiasi FMA hubungannya dengan penyerapan hara serta keuntungan lainnya seperti meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan dan hama penyakit akan meningkatkan pertumbuhan

tanaman dan juga keberlanjutan dari fungi dengan adanya keberlanjutan suplai carbon (Smith & Smith, 2012).

Akar yang diinokulasikan mikoriza menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman tanpa inokulasi mikoriza, akar yang bermikoriza mampu menyerap air dan unsur hara dari larutan tanah pada konsentrasi dimana akar tanpa mikoriza tidak mampu menjangkaunya (Wicaksono *et al.*, 2014). Inokulasi mikoriza mampu mempercepat pembentukan akar yang dapat mempengaruhi bobot akar yang dihasilkan. Bobot akar yang lebih berat ini berkontribusi terhadap tingginya total biomassa tanaman yang bermikoriza dibandingkan dengan kontrol. Sesuai dengan penelitian Wulandari *et al.*, (2016) yang membuktikan bahwa inokulasi mikoriza pada sengon mampu meningkatkan biomassa tanaman sengon. Lebih lanjut penelitian Wulandari *et al.*, (2016) juga menekankan keberhasilan inokulasi mikoriza arbuskula yang mampu meningkatkan diameter, kandungan N jaringan, kandungan P jaringan, berat kering pucuk dan daya hidup Sengon di lapangan 7 bulan setelah ditanam.

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa pH media tanam dapat dikategorikan sebagai masam (kurang lebih 4). Fungi mikoriza arbuskula bersifat *acidophylic* (suka pada kondisi masam), sehingga pH tersebut sesuai dengan persyaratan perkembangan mikoriza (Ristiyanti *et al.*, 2014). Walaupun tidak ada perbedaan yang nyata antara kandungan P tersedia untuk perlakuan inokulasi dibandingkan dengan kontrol, akan tetapi P tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan dengan inokulasi 4 spora FMA.

Bertham (2007), mengungkapkan bahwa simbiosis MA dengan suatu tanaman inang tidak selalu bersifat mutualistik, sehingga tidak semua tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Diperlukan kesesuaian antara fungi mikoriza dengan tanaman inang, serta pengaruh dari kondisi lingkungan juga dapat mempengaruhi asosiasi fungi mikoriza dengan tanaman inang. Oleh karena itu, diperlukan kesesuaian antara isolat dengan tanaman inang yang digunakan agar tujuan dari pemanfaatan mikroorganisme seperti mikoriza arbuskula dapat optimal dan pengembangan penanaman sengon di lahan gambut dapat dilakukan dengan baik. Dari hasil semua pengujian yang dilakukan, perlakuan inokulasi jenis *Glomus* sp.3 (cokelat tua) dengan jumlah 4 spora merupakan isolat yang terbaik dalam peningkatan pertumbuhan tanaman, yaitu pada tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar dan berat basah dan biomassa total. Lebih lanjut, Maulana *et al.* (2017) yang melakukan inokulasi FMA pada empat jenis legum spesies termasuk *P. falcatharia* menunjukkan perbedaan respon pertumbuhan untuk setiap jenis pohon dengan jenis isolat FMA. Kumar *et al.* (2017) juga melakukan penelitian inokulasi FMA pada tiga jenis pohon legum dan menyimpulkan

bahwa paska inokulasi di persemaian, semua parameter kualitas pertumbuhan bibit legum lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Lebih lanjut, Maulana *et al.* (2017) menyimpulkan bahwa inokulasi dengan FMA pada jenis legum sangat berguna untuk kegiatan reforestasi di Indonesia.

Kedua isolat mikoriza arbuskula yang digunakan adalah genus *Glomus* yang diisolasi dari lahan rawa gambut tropis. Genus *Glomus* merupakan jenis yang paling banyak ditemukan, hal ini menunjukkan bahwa tingkat adaptasi *Glomus* terhadap lingkungan yang ekstrim dan tingkat penyebarannya tinggi dibandingkan genus mikoriza lainnya (Hermawan *et al.*, 2015; Husna, Mansur, & Kramadibrata, 2014; Yuwati *et al.*, 2020). *Glomus* memiliki masa dormansi yang singkat, daya kecambah cukup baik dan diantara genus mikoriza lainnya, *Glomus* memiliki waktu kecambah paling cepat yaitu kurang lebih 6 minggu (Wulandari, Suwirnen & Noli, 2014).

Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa isolat *Glomus* sp.3 dengan jumlah 4 buah spora per bibit tanaman dapat dijadikan referensi untuk meningkatkan pertumbuhan sengon di persemaian. Perlakuan penambahan isolat *Glomus* sp.3 dengan jumlah 4 buah spora (Glo2S4) mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, kolonisasi FMA pada akar, panjang akar dan biomassa total dari tanaman *P. falcatharia* dibandingkan dengan tanpa penambahan isolat. Konsistensi respon inokulasi FMA terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada kesesuaian antara FMA dengan tanaman inang (Genre & Bonfante, 2005; Smith & Smith, 2012; Willis, Rodrigues & Harris, 2013) dan dengan sifat dan jenis tanah yang akan ditanami (Herrera-Peraza *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Inokulasi FMA pada bibit sengon mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, kolonisasi akar, panjang akar dan biomassa total tanaman. Inokulasi dengan isolat *Glomus* sp.3 dengan jumlah 4 spora per tanaman adalah perlakuan yang terbaik. *Glomus* sp. merupakan jenis spora yang kompatibel dengan bibit sengon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Budi Hermawan dan Ahmad Ali Musthofa yang telah membantu dalam penelitian ini.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Tri Wira Yuwati, Atinah dan Witiyasti Imaningsih adalah kontributor utama dalam tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirta, R., Yuliansyah, Angi, E. M., Ananto, B. R., Setiyono, B., Haqiqi, M. T., Septiana, H. Al., Lodong, M., & Oktavianto, R. N. (2016). Plant diversity and energy potency of community forest in East Kalimantan, Indonesia: Searching for fast growing wood species for energy production. *Nusantara Bioscience*, 8(1), 22–31. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080106>.
- Aurum, P., Budi, S. W., & Pamoengkas, P. (2020). Mycorrhizal Dependency of Three Forest Trees Species Grown in Post Sand Silica Mining Media. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(2), 307–315. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.2.309>.
- Bertham, R. Y. H. (2007). Inokulasi fungi mikoriza arbuskula dan rhizobium lokal meningkatkan pertumbuhan dan hasil tiga varietas kedelai di ultisol, Bengkulu, Indonesia. In S. Wilarso, B. Maman, T. Noor, F. Mardatin, A. Dipo, N. Octivia, T. Irnayuli, R. Sitepu, A. Sekar, W. Melya, & R. Luluk (Eds.), *Seminar Nasional Mikoriza II* (pp. 11–19). SEAMEO BIOTROP Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology.
- Bonfante, P., & Genre, A. (2010). Mechanisms underlying beneficial plant Fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*, 1(4), 1–11. <https://doi.org/10.1038/ncomms1046>.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dells, B., Grove, T., & Malajczuk, N. (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*. Bernie Dell, Murdoch University, WA.
- Genre, A., & Bonfante, P. (2005). Building a mycorrhizal cell: How to reach compatibility between plants and arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Plant Interactions*, 1(1), 3–13. <https://doi.org/10.1080/17429140500318986>.
- Graham, L. L. B. B., Turjaman, M., & Page, S. E. (2013). Shorea balangeran and Dyera polyphylla (syn. Dyera lowii) as tropical peat swamp forest restoration transplant species: Effects of mycorrhizae and level of disturbance. *Wetlands Ecology and Management*, 21(5), 307–321. <https://doi.org/10.1007/s11273-013-9302-x>.
- Harley, J. ., & Smith, S. . (1983). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.
- Hermawan, H., Muin, A., & Wulandari, R. S. (2015). Kelimpahan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Tegakan Ekaliptus (*Eucalyptus pellita*) Berdasarkan Tingkat Kedalaman Di Lahan Gambut. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 3(1), 124–132.
- Herrera-Peraza, R. A., Hamel, C., Fernández, F., Ferrer, R. L., & Furrázola, E. (2011). Soil-strain compatibility: The key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants? *Mycorrhiza*, 21(3), 183–193. <https://doi.org/10.1007/s00572-010-0322-6>.

- Husna, R, S. W. B., Mansur, I., & Kramadibrata, K. (2014). Fungi Mikoriza Arbaskula pada Rizosfer *Pericopsis mooniana* (Thw .) Thw . di Sulawesi Tenggara[. *Berita Biologi*, 13(3), 263–273.
- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M., & Kanninen, M. (2011). *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen: Ekologi, silvikultur dan produktivitas. In *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen: *Ekologi, silvikultur dan produktivitas*. <https://doi.org/10.17528/cifor/003482>.
- Kumar, N., Kumar, A., Shukla, A., Kumar, S., Uthappa, A. R., & Chaturvedi, O. P. (2017). Effect of Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) on Early Seedling Growth of Some Multipurpose Tree Species. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7), 3885–3892. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.400>.
- Listiani, S., & Yuniati, R. (2021). The effect of mycorrhizae on the growth of *Paraserianthes falcataria* L. (Nielsen) in an artificial growth medium containing copper and cadmium . *Journal of Physics: Conference Series*, 1725, 012052. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1725/1/012052>.
- Maulana, A., Turjaman, M., Sato, T., Hashimoto, Y., Cheng, W., & Tawaraya, K. (2017). Growth Response of Four Leguminous Trees to Native Arbuscular Mycorrhizal Fungi from Tropical Forest in Indonesia. *International Journal of Plant & Soil Science*, 20(3), 1–13. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2017/37433>.
- Miransari, M. (2017). Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Soil Salinity. In *Mycorrhizal Mediation of Soil: Fertility, Structure, and Carbon Storage*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804312-7.00015-2>.
- Nugroho, T. A., & Salamah, Z. (2015). Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam Sulfat (H₂SO₄) terhadap Perkecambahan Biji Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) sebagai Materi Pembelajaran Biologi SMA Kelas XII untuk Mencapai K . D 3 . 1 Kurikulum 2013. *Jupemasi-Pbio*, 2(1), 230–236.
- Nusantara, A. D. (2002). Tanggap Semai Sengon terhadap Inokulasi Ganda Cendawan Mikoriza Arbuskular dan *Rhizobium* sp . *Ilmu Ilmu Pertanian Indonesia*, 4(2), 62–70.
- Pangaribuan, N. (2014). Penjaringan Cendawan Mikoriza Arbaskula Indigenous Dari Lahan Penanaman Jagung Dan Kacang Kedelai Pada Gambut Kalimantan Barat Trapping of Indigenous Arbuscular Mycoriza Fungi Fromphysic Corn and Nuts At Peatland West Kalimantan. *Jurnal Agro*, 1(1), 50–60.
- Paul, E. A., & Clark., F. E. (1989). *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc.
- Plassard, C., & Dell, B. (2010). *Phosphorus nutrition of mycorrhizal trees*. *Tree Physiology*, 30(9), 1129–1139. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq063>.
- Prasasti, O. H., & Purwani, K. I. (2013). Pengaruh mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman Kacang Tanah yang terinfeksi patogen *Sclerotium rolfsii*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(2). http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/3624.

- Ristiyanti, Yusran, & Rahmawati. (2014). Spesies Fungi Mikoriza Arbuskular Pada Media Tanah Dengan pH Berbeda Terhadap Pertumbuhan Semai Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd.). *Warta Rimba*, 2(2), 117–124.
- Rollon, R. J. C., Batac, R. A., Batac, R. A., & Maglines, S. M. (2018). Effects of carbonized rice hull and arbuscular mycorrhizal fungi application on potting media chemical properties, growth and nutrient uptake of Falcata (*Paraserianthes falcataria* L.). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*, 13(August), 93–101.
- Sasli, I., & Ruliansyah, A. (2012). Pemanfaatan Mikoriza Arbaskula Spesifik Lokasi untuk Efisiensi Pemupukan pada Tanaman Jagung di Lahan Gambut Tropis. *Agrovigor*, 5(2), 65–74.
- Setyaningsih, L. (2011). Efektivitas Inokulum Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Semai Tanaman Hutan. *Jurnal Sains Natural*, 1(2), 119–125. <https://doi.org/10.31938/jsn.v1i2.20>.
- Smith, S. E., & Smith, F. A. (2012). Fresh Perspectives On The Roles Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi In Plant Nutrition And Growth. *Mycologia*, 104(1), 1–13. <https://doi.org/10.3852/11-229>.
- Tawaraya, K., & Turjaman, M. (2014). Use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Reforestation of Degraded Tropical Forests. *Journal of Tropical Peatlands*, 357–373. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45370-4_22.
- Turjaman, M., Santoso, E., & Sumarna, Y. (2006). Arbuscular Mycorrhizal Fungi Increased Early Growth of Gaharu Wood Of *Aquilaria malaccensis* and *A. crasna* Under Greenhouse Conditions. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 3(2), 139–148. <https://doi.org/10.20886/ijfr.2006.3.2.139-148>.
- Wicaksono, M. I., Rahayu, M., & Samanhudi, S. (2014). Pengaruh Pemberian Mikoriza Dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Bawang Putih. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 29(1), 35. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v29i1.13310>
- Willis, A., Rodrigues, B. F., & Harris, P. J. C. (2013). The Ecology of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/07352689.2012.683375>.
- Wulandari, D., Saridi, Cheng, W., & Tawaraya, K. (2016). Arbuscular mycorrhizal fungal inoculation improves *Albizia saman* and *Paraserianthes falcataria* growth in post-opencast coal mine field in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 376(June), 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.008>.
- Wulandari, G., Suwirnen, & Noli, Z. A. (2014). Kompatibilitas Spora Glomus Hasil Isolasi dari Rizosfer *Macaranga triloba* dengan Tiga Jenis Tanaman Inang Compatibility of Glomus Spores Isolated From The Rhizosphere of *Macaranga triloba* with Three Types of Host Plants. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J.Bio.UA)*, 3(April), 116–122.

Yuwati, T. W., & Hakim, S. S. (2018). Status Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Akar Tanaman Sengon (*Falcataria moluccana*) Di Lahan Gambut Dangkal Liang Anggang. *Galam*, 4(2), 35–42.

Yuwati, T. W., Putri, W. S., & Badruzsafari. (2020). Comparison of Arbuscular Mycorrhizal Spores Abundance Under Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & Grimes) Planted on Deep Peat and Mineral Soils. *Journal of Tropical Peatland*, 10(2), 1–8.