

## UJI KEEFEKTIFAN INOKULUM ARBUSCULAR MYCORRHIZA (AM) FUNGI PADA PERTUMBUHAN TIGA JENIS TANAMAN DI TAILING ModADA TIMIKA

*(Test the Effectiveness of Arbuscular Mycorrhiza (AM) Fungi Inoculant on the Growth of Three Plants in Tailing of ModADA Timika)*

IRNANDA AIKO FIFI DJUUNA<sup>1✉</sup>, RIMA H. SIBURIAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Soil Science and Land Resources Department, Faculty of Agriculture, The University of Papua Jl. Gunung Salju Amban Manokwari, 98314 Papua Barat Telp. 085244459264

<sup>2</sup>Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Papua Manokwari, Provinsi Papua Barat, 98314

✉Penulis Korespondensi: Email: [i.djuuna@unipa.ac.id](mailto:i.djuuna@unipa.ac.id)

Diterima: 19 Mei 2023 | Disetujui: 19 Juni 2023

**Abstrak.** Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) berasosiasi dengan sebagian besar tanaman dan mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas inokulum FMA terhadap pertumbuhan 2 jenis tanaman kehutanan (*Samanea saman* dan *Calliandra surinamensis*) dan 1 jenis tanaman pertanian (*Zea mays*) di tanah tailing. Percobaan pot dengan Rancangan Acak Lengkap dilakukan di screen house Mile Point 21 PT Freeport Indonesia di Timika. Tailing digunakan sebagai media pertumbuhan dengan lima perlakuan inokulum yaitu Inokulum 1 (dari ModADA bawah), Inokulum 2 (dari ModADA tengah), Inokulum 3 (dari ModADA atas), Inokulum 4 (dari MP 21), dan Inokulum 5 (Mycofer) dengan 3 ulangan. Tinggi tanaman dan diameter batang, dan jumlah daun diamati pada 28, 56 dan 84 hari setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian inokulum FMA memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang *Samanea saman* dan *Calliandra surinamensis* dibandingkan dengan tanpa pemberian inokulum, namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada tanaman jagung. Kemampuan inokulum FMA pada tanah tailing menunjukkan bahwa sumber inokulum ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif sumber pupuk biologi dalam program reklamasi lahan tailing.

**Kata kunci:** Tailing, arbuscular mycorrhiza fungi, inokulum

**Abstract.** Arbuscular Mycorrhizal Fungi (FMA) are associated with most plants and have a very important role in increasing plant growth and productivity. This study aims to test the effectiveness of AMF inoculants on the growth of 2 types of forest plants (*Samanea saman* and *Calliandra surinamensis*) and an agricultural plant (*Zea mays*) in tailings soil. The pot experiment with a completely randomized design was carried out at PT Freeport Indonesia's Mile Point 21 screen house in Timika. Tailings were used as a growth medium with five inoculant treatments namely Inoculant 1 (from lower ModADA), Inoculant 2 (from middle ModADA), Inoculant 3 (from upper ModADA), Inoculant 4 (from MP 21), and Inoculant 5 (Mycofer) with 3 replicates. Plant height, stem diameter, and number of leaves were observed at 28, 56 and 84 days after planting. The results showed that the

*application of AMF inoculant had a significant effect on plant height and stem diameter of Samanea saman and Calliandra surinamensis compared to the treatment without inoculant, no significant effect on the number of leaves on corn plants. The ability of AMF inoculant on tailings soil indicates that this inoculant source can be used as an alternative source of biological fertilizers in the tailings land reclamation program.*

**Keywords:** *Tailing, Arbuscular Mycorrhiza Fungi, Inoculants*

## PENDAHULUAN

Tailing merupakan residu yang berasal dari sisa pengolahan bijih setelah target mineral utama dipisahkan yang disebut juga dengan pasir sisa tambang (SIRSAT). Tailing memiliki kandungan mineral paling banyak dengan karakteristik fisiknya yang berbentuk kasar, sedang, halus, dan sangat halus yang berpengaruh dalam proses pembentukan tanah (PTFI, 2007). Tanah tailing ini tidak memiliki unsur organik dan hanya mengandung sedikit unsur hara dan umumnya tidak berada dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman, sehingga umumnya tingkat kesuburan tanahnya sangat rendah. Sifat tanah tailing ini akan mempengaruhi proses revegetasi yang dilakukan baik pada daerah dataran rendah maupun dataran tinggi di areal kerja PTFI. Untuk menunjang proses revegetasi di areal tailing, perlu dilakukan usaha-usaha dengan menggunakan input teknologi yang ada. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengaplikasikan peran Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) sebagai inoculum dan sumber pupuk biologi.

Fungi Mikoriza Arbuskular merupakan salah satu mikroorganisme tanah esensial yang dibutuhkan untuk membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman, khususnya pada lokasi atau lahan pasca tambang (Garedner dan Malajczuk, 1988; Jasper *et al.*, 1987). FMA dapat bersimbiosis dengan lebih dari 80% akar tanaman, berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peningkatan

penyerapan fosfor tanah (P) yang tersedia dan unsur hara lainnya, serta berperan dalam menstabilkan agregat tanah, mencegah erosi, dan mengurangi tekanan tanaman yang disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik (Smith and Read, 2008). Fungi Mikoriza Arbuskular sangat berperan dalam pertumbuhan, peningkatan produktivitas dan kualitas tanaman pertanian, perkebunan dan kehutanan terutama yang ditanam pada lahan-lahan yang kurang subur.

Di bidang kehutanan, pemanfaatan mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan semai tanaman kehutanan sehingga semakin luas diaplikasikan, terutama pada lahan marginal serta meningkatkan ekosistem daratan (Hardiatmi, 2008). FMA dapat meningkatkan kualitas bibit di persemaian dan memperbaiki kondisi tanah di lokasi penanaman, mempertinggi daya hidup semai serta memperbaiki kualitas dan laju pertumbuhan semai di lokasi penanaman (Nizar 2016). Tanaman yang bersimbiosis dengan FMA secara umum tahan terhadap beberapa keadaan lingkungan yang ekstrim seperti kekeringan, suhu dingin, dan tercemar (Juniper dan Abbott, 2006). Fungi ini juga dapat membantu proses revegetasi dengan meningkatkan daya larut mineral, meningkatkan pengambilan nutrisi, mengikat partikel tanah menjadi agregat yang stabil dan meningkatkan toleransi terhadap kekeringan dan keracunan logam (Linderman & Pflieger, 1994; Jasper 1994). Selain itu, fungi ini dapat pula meningkatkan pertumbuhan tanaman

pada lahan-lahan yang kritis dan terdegradasi (Miller dan Jastrow, 1994), sehingga fungi ini dapat merupakan salah satu alternatif yang sangat potensial untuk meningkatkan produktivitas lahan-lahan yang terdegradasi yang disebabkan oleh kegiatan penambangan.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di tempat pembibitan/Screen house Mile Point (MP) 21, PT Freeport Indonesia, Timika Papua, selama 6 (enam) bulan.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi sampel tanah tailing; benih tanaman *Samanea saman* dan *Calliandra surinamensis*; 4 jenis inokulum FMA dari 4 lokasi trapping (ModADA Atas, Tengah, Bawah dan MP 21) dan 1 inokulum Mycofer dari IPB; Pupuk urea, TSP dan KCl; Polybag, serta Zeolit. Sedangkan alat meliputi timbangan, pinset, dan ayakan tanah.

### Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan inokulum dan satu perlakuan tanpa inokulum untuk masing-masing tanaman dengan 3 ulangan, yang terdiri dari:

1. I<sub>0</sub> = tanpa Inokulum
2. I<sub>1</sub> = Inokulum 1 asal ModADA Bawah
3. I<sub>2</sub> = Inokulum 2 asal ModADA Tengah
4. I<sub>3</sub> = Inokulum 3 asal ModADA Atas
5. I<sub>4</sub> = Inokulum 4 asal MP 21
6. I<sub>5</sub> = Inokulum Mycofer, Laboratorium BIOTECH

Inokulum 1, 2, 3 dan 4 adalah hasil perbanyakan inokulum dari penelitian sebelumnya di MP 21.

### Metode

Percobaan pot dilakukan pada screen house di Mile 21. Setiap polybag diisi dengan 5 kg

media tanah tailing yang telah dibersihkan dan diayak. Biji tanaman yang ditanam, sebelumnya telah di pregerminasi pada zeolit yang steril, kemudian dipindahkan ke dalam pot/polybag yang telah disediakan. Pupuk dasar N (urea), P (TSP) dan K (KCl) diberikan pada saat tanam. Inokulum FMA yang telah dibuat sebelumnya digunakan dalam percobaan ini dengan menggunakan metode layering Teknik masing-masing perlakuan sebanyak 10 gram inokulum per pot. Selain pupuk dasar N, P dan K yang diberikan pada saat tanam, semua pot percobaan diberikan pupuk Hyponex-red 20 ml/pot (1 gram Hyponex dilarutkan dalam 1 liter air) diberikan dua kali dalam seminggu dan 10 ml pupuk Papua Nutrient diberikan untuk semua pot percobaan (5 ml Papua nutrient dilarutkan dalam 1 liter air) diberikan seminggu sekali.

### Variabel

Variabel yang diamati dalam percobaan pot ini adalah pertumbuhan tanaman yang meliputi tinggi tanaman dan diameter batang pada 28, 56 dan 84 HST, tinggi dan jumlah daun tanaman jagung pada umur 4 dan 8 MST.

### Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNJ pada perlakuan yang berbeda nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

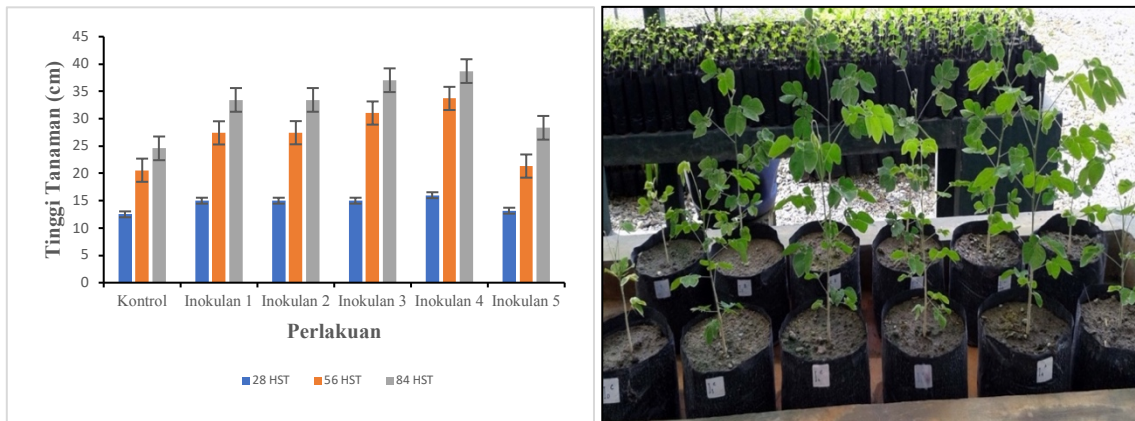
### Tinggi Tanaman Trembesi (*Samanea saman*) dan Kaliandra (*Calliandra surinamensis*)

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian inokulum FMA memberikan pengaruh yang nyata pada tinggi bibit Trembesi (*Samanea saman*) dan Kaliandra (*Calliandra surinamensis*) (Gambar 1 dan 2). Pemberian inokulum FMA cenderung memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertambahan tinggi tanaman dibandingkan dengan tanpa

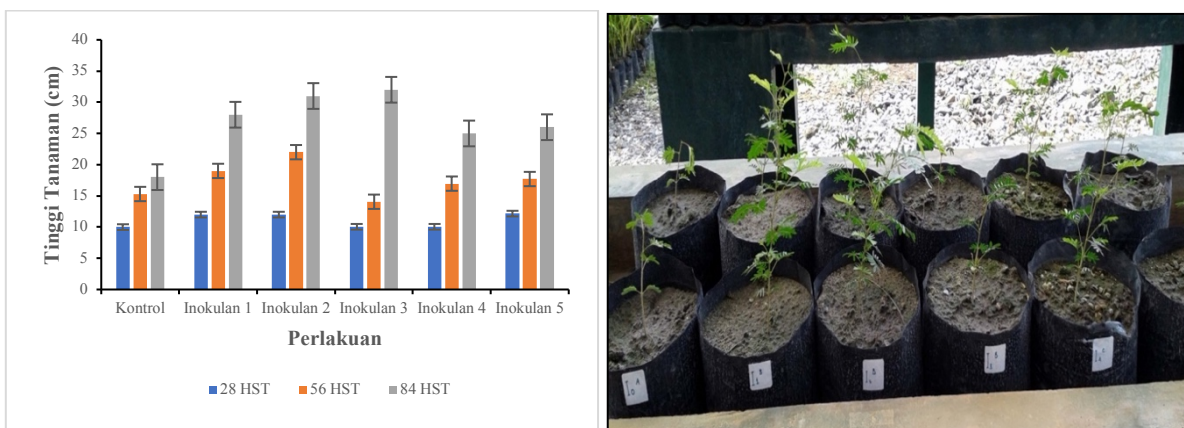
diberikan inokulum FMA. Jika dibandingkan antar inokulum, terlihat bahwa inokulum 1, 2, 3 dan 4 cenderung lebih baik dibandingkan dengan inokulum 5. Hal ini menunjukkan bahwa keefektifan dari setiap isolat FMA yang digunakan adalah berbeda antara satu dengan lainnya. Sebagian besar isolat FMA yang diisolasi dari areal ModADA memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman, kecuali isolat FMA yang berasal dari lokasi ADA Atas. Pemanfaatan FMA potensial lokal lebih diprioritaskan karena mampu hidup alami secara ekologi dan beradaptasi dengan

kondisi lingkungan tambang tersebut (Asmarahman et al. 2018).

Umumnya jumlah dan tingkat infeksi spora yang diinokulasi merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mikoriza serta mempengaruhi hubungannya dengan tanaman. Perbedaan respon tanaman terhadap pemberian inokulum FMA erat hubungannya dengan tingkat infeksi. Tuheteru et al., (2011) melaporkan bahwa penggunaan FMA lokal sangat signifikan dalam memicu pertumbuhan awal tanaman *Albizia saponaria* pada lahan pascatambang nikel.



Gambar 1. Perlakuan inokulum FMA terhadap tinggi tanaman tanaman Trembesi (*Samanea saman*)

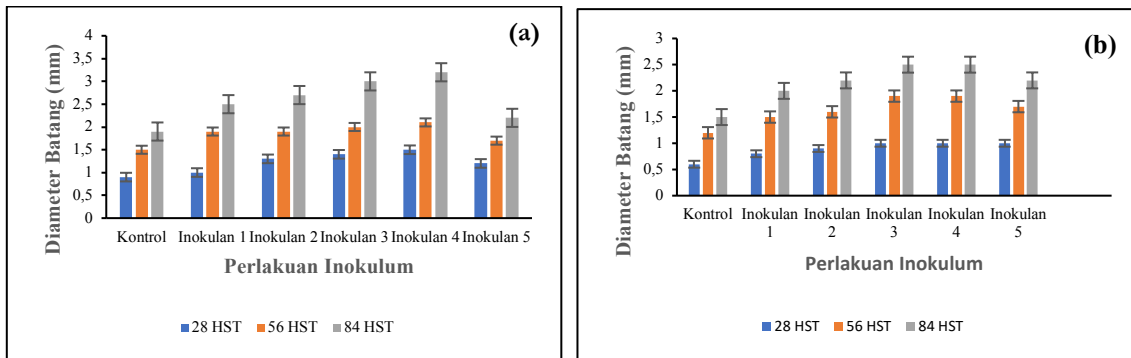


Gambar 2. Perlakuan inokulum FMA terhadap pertumbuhan tanaman Kaliandra (*Calliandra* sp.)

**Diameter Batang Trembesi (*Samanea saman*) dan Kaliandra (*Calliandra surinamensis*)**

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian inokulum FMA memberikan pengaruh yang nyata pada diameter batang Trembesi (*Samanea saman*) dibandingkan dengan tanpa inokulum FMA pada semua waktu

pengamatan, namun tidak berbeda nyata pada diameter batang Kaliandra (*Calliandra surinamensis*) (Gambar 3). Terlihat bahwa inokulum 1, 2, 3 dan 4 pada diameter batang cenderung lebih baik dibandingkan dengan inokulum 5.

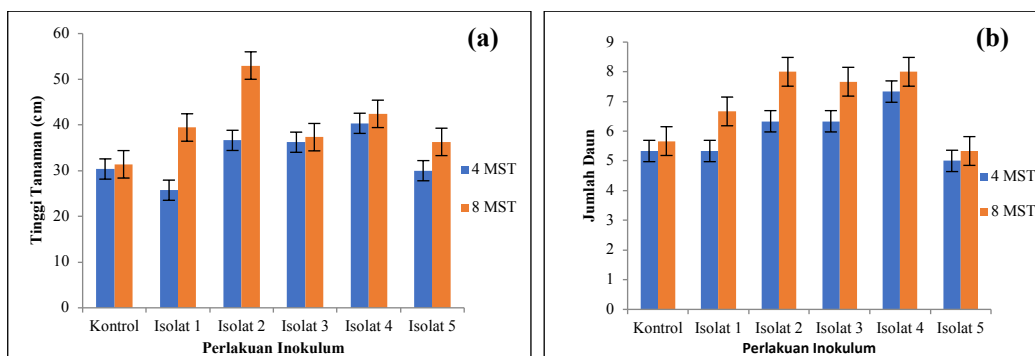


Gambar 3. Perlakuan inokulum FMA terhadap diameter batang tanaman Trembesi (*Samanea saman*) (a) dan Kaliandra (*Calliandra sp.*) (b).

**Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Tanaman Jagung (*Zea mays L.*)**

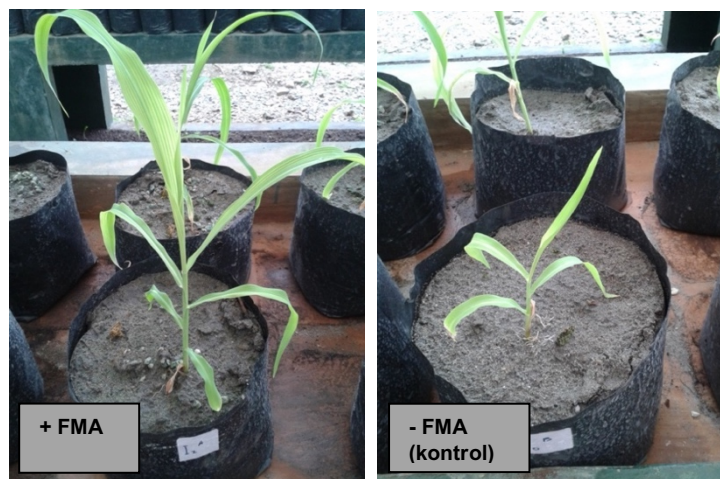
Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian inokulum FMA memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman jagung baik pada 4 MST maupun 8 MST, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun tanaman

jagung (Gambar 4 dan 5). Pemberian Inokulum FMA 1, 2 dan 4 pada media pertumbuhan tanaman jagung terlihat lebih baik dibandingkan dengan perlakuan isolat lainnya, namun secara umum pemberian isolat FMA pada pertumbuhan tanaman jagung terlihat lebih baik dibandingkan dengan tanpa pemberian isolat.



Gambar 4. Pengaruh pemberian isolat FMA terhadap (a) tinggi tanaman dan (b) jumlah daun tanaman jagung (*Z. mays*)





Gambar 5. Perlakuan lima jenis inoculant FMA dan tanpa inoculant FMA terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Z. mays*)

Secara umum, FMA dapat membantu pertumbuhan tanaman melalui serapan unsur hara khususnya unsur P. Tanaman yang terinfeksi FMA mampu menyerap unsur P yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak terinfeksi. Kemampuan setiap jenis tanaman untuk tumbuh dan berkembang dengan baik di lahan yang memiliki keterbatasan atau miskin unsur hara dan rendahnya bahan organik seperti pada tanah-tanah tailing atau pada areal pasir sisa tambang, diduga salah satunya karena adanya peran dari FMA dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tersebut. Umumnya, tanaman akan tumbuh lebih cepat, sehat dan berproduksi dengan baik jika pada awal pertumbuhannya diberikan FMA karena mikoriza merupakan asosiasi simbiotik bersifat mutualistik antara fungi dengan perakaran tanaman yang membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara dan melindungi tanaman dari serangan patogen akar. Tanaman yang bermikoriza akan tumbuh dengan lebih baik dan cepat dibandingkan dengan tanpa mikoriza baik ketika masih di persemaian maupun setelah ditanam di lapangan. Penggunaan FMA secara efektif dapat

meningkatkan pertumbuhan tanaman trembesi pada lahan tailing emas (Setyaningsih et al. 2020), demikian pula pada tanaman sengon dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada tingkat bibit (Iskandar et al. 2011 dan Purwaningsih (2015). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Widiastuti et al. (2003) bahwa inokulasi FMA pada bibit tanaman kelapa sawit memberikan pertumbuhan tanaman lebih baik dibandingkan dengan bibit yang tidak diinokulasi. Hasil penelitian Lizawati et al. (2014) menjelaskan bahwa pemberian kombinasi isolat FMA memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif bibit jarak pagar pada umur 4 bulan setelah tanam yang ditanam pada tanah bekas tambang batubara. Ada beberapa jenis FMA yang diketahui dapat menyesuaikan dengan habitat lahan tailing dan mampu berperan dalam proses rehabilitasi lahan (Setiadi dan Setiawan, 2011), sehingga FMA dapat digunakan untuk membantu program rehabilitasi lahan-lahan kritis. Kemampuannya dalam memperbaiki status nutrisi pada tanaman maka FMA dapat dijadikan sebagai salah satu pilihan teknologi yang strategis dalam mensubstitusikan sebagian kebutuhan pupuk

yang diperlukan oleh tanaman yang ditanam pada tanah-tanah bermasalah (Setiadi,1992). Setiap isolat FMA mempunyai tingkat keefektifan yang berbeda berdasarkan jenis tanaman inangnya. Perbedaan keefektifan yang terjadi dari masing-masing jenis isolat tersebut disebabkan adanya perbedaan kemampuan dari masing-masing isolat dalam bersimbiosis dengan tanaman Trembesi, Kaliandra dan Jagung. Hal ini juga kemungkinan disebabkan bahwa setiap isolat juga memiliki preferensi yang berbeda terhadap eksudat yang dikeluarkan tanaman tersebut. Pemberian inokulum FMA yang diisolasi dari areal ModADA mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung, calliandra dan trembesi dengan nyata, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan inokulum FMA yang diisolasi dari areal ModADA ini dapat digunakan sebagai sumber FMA untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik yang ditanam dalam persemaian maupun di lapang, sehingga inokulum ini dapat secara langsung membantu proses revegetasi dan program reklamasi lahan pada areal tailing ModADA. Kombinasi antar isolat yang ditemukan di areal ModADA ini dapat dijadikan sumber inokulum yang baik untuk digunakan pada tanaman-tanaman yang ditanam di areal ini karena sebagian besar berada dan telah beradaptasi dengan lingkungan tersebut.

### KESIMPULAN

Pemberian inokulum FMA memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi dan diameter tanaman Trembesi dan Kalliandra pada umur 28, 56 dan 84 HST. Namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun tanaman jagung. Inokulum FMA yang berasal dari inokulum 1, 2, 3 dan inokulum 4 cenderung memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertambahan tinggi tanaman

dibandingkan dengan perlakuan pada isolat 5 dan tanpa perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa keefektifan dari setiap inokulum FMA yang digunakan cenderung berbeda antara satu dengan lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Asmarahman, C., Budi, S. W., Wahyudi, I., & Santoso, E. 2018. Identifikasi mikroba potensial fungi mikoriza arbuskula (fma) pada lahan pascatambang PT. Holcim Indonesia Tbk. Cibinong, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(3), 279-285.
- Djuuna I.A.F, L.K Abbott, M.Z Solaiman. 2009. *Use of Mycorrhiza Bioassays in Ecological Studies. Soil Biology.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Gardner H and Malajczuk N. 1988. Recolonization of rehabilitated bauxite mine sites in Western Australia by mucorhizal fungi. *Forest ecology and management* 24, 27-42.
- Hardiatmi,S. 2008. Pemanfaatan jasad renik mikoriza untuk memacu pertumbuhan tanaman hutan. *Inovasi Pertanian* 7(1):1-10
- Iskandar ML, Purwoko S, Hariyadi, Wilarso S, Melati M. 2011. Efektivitas fungi mikoriza arbuskula (FMA) dengan propenan jarak pagar pada cekaman kekeringan. *Jurnal Agrotropika* 16(1):29-37.
- Jasper DA, Robson AD, Abbott LK. 1987. The effect of surface mining on the infectivity of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *Australian Journal of Botany*. 35:642-652.
- Juniper S, Abbott L.K. 2006. Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal

- fungi. In *Mycorrhiza*, vol. 16, no. 5, p. 371–379.
- Linderman RG, Pflieger FL. 1994. General summery. In: Pflieger, F. L., Linderman, R. G., (eds.): *Mycorrhizae and Plant Health*. APS Press, St. Paul Minnesota, pp. 337–344.
- Lizawati, E. Kartika, Y. Alia, R. Handayani. Pengaruh Pemberian Kombinasi Isolat Fungi Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) yang Ditanam pada Tanah Bekas Tambang Batu Bara. *Biospecies* Vol. 7 No.1, Januari 2014, hal. 14-21.
- Miller R.M, Jastrow J.D. 1994. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and biogeochemical cycling. In: *Mycorrhiza and Plant Health*. Pflieger F.L, Linderman R.G (eds). APS Press, St. Paul, Min., 189-212.
- Nizar YW. 2016. Asosiasi mikoriza pada pembibitan rajamus (*Duabanga moluccana* Blume) dengan sumber inokulum rhizosfer dari berbagai jenis tanaman budidaya dan gulma. *Jurnal Sangkara Mataram* 2(2):8-22.
- Purwaningsih S. 2015. Aplikasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan kompos untuk meningkatkan pertumbuhan sengon (*Falcataria moluccana*) pada media tanah bekas tambang kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 5(1):37-46.
- PTFI. 2007. Laporan Pelaksanaan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan. Triwulan 1 Tahun 2007. PT Freeport Indonesia. Jakarta.
- Setiadi Y. 1992. Mikoriza dan Pertumbuhan Tanaman. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas IPB. Bogor
- Setiadi Y. 1993. Mycorrhiza for reforestation. Makalah presentasi di Biodiversity-Biotechnology Inovation Symposium. British Council. Jakarta, 3 Mei 1993.
- Setiadi Y., dan A. Setiawan, 2011. Studi Status Fungi Mikoriza Arbuskular di Areal Rehabilitasi Pasca Penambangan Nikel (Studi Kasus PT INCO Tbk. Sorowako, Sulawesi Selatan) *Jurnal Silvikultur Tropika* Vol. 03 No. 01 Agustus 2011, pp 88 – 95
- Setyaningsih L, Dikdayatama FA, Wulandari AS. 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium enhance the growth of *Samanea saman* (trembesi) planted on gold-mine tailings in Pongkor, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*. 21(2): 611-616.
- Smith SE, Read DJ. 2008. Mycorrhizal symbiosis, 3rd edn. Academic, London
- Suryanto dan Susetyo W. 1997. Perlakuan bahan organik dan tanah mineral pada bahan tailing terhadap ketersediaan unsur hara makro dan unsur logam mikro. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 28:36-41.
- Taberima S, Mulyanto B, Gilkes R, Husin Y. 2010. Fertility status of soils developed on an inactive mine tailings deposition area in Papua [P- 1094]. 19th World Congress of Soil Science; Soil Solution for A Changing world. Brisbane Australia, 1-6 August 2010
- Tuheteru, F. D., Husna, H., & Arif, A. (2011). Respon pertumbuhan dan ketergantungan *Albizia saponaria* (lour.) Miq terhadap inokulasi fungi mikoriza arbuskula lokal Sulawesi Tenggara pada media tanah pasca tambang nikel. *Berita Biologi*, 10(5), 605-611.
- Widiastuti, H, N. Sukarno, L. K. Darusman, D. H. Goenadi, S. Smith, dan E. Guhardja. 2005. Penggunaan spora cendawan mikoriza arbuskular sebagai Inokulum untuk meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara bibit kelapa sawit. *Menara Perkebunan* 73(1):26-34.