

Keberhasilan Hidup Tanaman Kayu Kuku Bermikoriza Umur Tiga Tahun pada Lahan Pascatambang Nikel PT Vale Indonesia

Husna,* Alan Saputra, Faisal Danu Tuheteru, Asrianti Arif

Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan UHO, Jl. Mayjen S. Parman, Kendari

* surel: husna@uho.ac.id

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas fungi mikoriza arbuskula (FMA) lokal dalam meningkatkan keberhasilan hidup tanaman *P. mooniana* umur 3 tahun pada lahan pascatambang nikel PT Vale Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan pada lahan pascatambang nikel PT Vale Indonesia, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka dan Unit Laboratorium Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan (FHIL) Universitas Halu Oleo (UHO) selama tigabulan (Oktober–Desember 2018). Tahapan penelitian yang telah dilakukan adalah evaluasi keberhasilan hidup tanaman dan pengukuran pertumbuhan tanaman *P. mooniana*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FMA lokal Cagar Alam Lamidae dan PT Vale Indonesia meningkatkan pertumbuhan tinggi, penambahan diameter, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun serta meningkatkan berat kering dan berat basah daun tanaman *P. mooniana* dengan peningkatan pertumbuhan masing-masing sebesar 297,91 dan 247%, 297,91 dan 247%, 125,25 dan 122,89%, 195,53 dan 98,95%, 98,40 dan 99,29% dan 71,12 dan 67,78%, serta 378 dan 356%, dan 283% dibanding kontrol. FMA lokal efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman *P. mooniana* umur 3 tahun pada lahan pascatambang nikel.

Kata kunci: fungi mikoriza arbuscula, efektif, *P. mooniana*, lahan pascatambang.

Pendahuluan

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan salah satu fungi pembentuk mikoriza yang bersimbiosis dengan perakaran tanaman (Brundrett dkk. 1996;

.....
F. D. Tuheteru, Husna, A. Arif, & Albasri (Editor). (2021). *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza: Mikoriza untuk Pembangunan Pertanian dan Kehutanan Berkelanjutan, Kendari 10 Agustus 2018*. UHO EduPress.

Husna, 2015; Sari dkk. 2017). FMA bersimbiosis dengan 90% spesies famili tumbuhan darat (Smith & Read, 2008) serta efektif dalam program konservasi dan budidaya jenis terancam punah (Zubek dkk. 2009; Husna, 2015). FMA dapat memberikan keuntungan bagi tanaman inang dengan cara membantu tanaman dalam menyerap unsur hara terutama unsur P dan air (H₂O) (Smith & Read, 2008).

Selama ini, studi-studi efektivitas FMA masih terbatas pada skala persemaian dan rumah kaca. Beberapa penelitian yang telah dilakukan di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Husna dkk. (2015), menunjukkan bahwa aplikasi FMA meningkatkan pertumbuhan dan perbaikan status hara tanaman kayu kuku [*Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw.]. Husna dkk. (2016) menjelaskan bahwa FMA efektif meningkatkan pertumbuhan dan biomasa tanaman kayu kuku pada media pascatambang nikel. FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, berat kering akar, nodulasi, panjang akar dan daun tanaman kayu kuku (Husna dkk. 2017a).

Kayu kuku merupakan tanaman lokal Sulawesi Tenggara yang keberadaannya saat ini sudah masuk dalam daftar terancam punah (Rimbawanto dkk. 2005). Penelitian efektivitas FMA pada tanaman kayu kuku di lapangan sudah pernah dilakukan oleh Husna (2015) dan Husna dkk. (2017b). Hasil penelitian tersebut melaporkan bahwa FMA efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman kayu kuku pada umur 3 bulan dan 2 tahun, serta meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara tanaman kayu kuku di lahan pascatambang nikel PT Vale Indonesia.

Berdasarkan hasil tersebut maka perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui konsistensi efektivitas FMA lokal terhadap keberhasilan hidup tanaman kayu kuku pada umur 3 tahun. Penelitian ini penting dilakukan karena belum pernah ada penelitian berkelanjutan untuk mengetahui pengaruh aplikasi FMA skala lapangan di Indonesia dan dapat menjadi metode revegetasi lahan pascatambang nikel dengan jenis terancam punah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas FMA lokal dalam meningkatkan keberhasilan hidup tanaman kayu kuku umur 3 tahun pada lahan pascatambang nikel PT Vale Indonesia.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di PT Vale Indonesia, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara dan Unit Laboratorium Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan (FHIL) Universitas Halu Oleo (UHO) Kendari, selama 3 bulan (Oktober-Desember 2018).

Prosedur Penelitian

Evaluasi Keberhasilan Hidup Tanaman

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui daya hidup tanaman kayu kuku bermikoriza umur 3 tahun dengan cara menghitung berapa jumlah tanaman yang hidup dan mati dari total 27 tanaman yang ditanam.

Pengukuran Pertumbuhan Tanaman

Tahapan ini dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman, diameter batang, banyak cabang, penghitungan jumlah daun (helaia) dan jumlah anak daun.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini didesain menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas perlakuan (A) kontrol (tanpa FMA), (B) FMA campuran dari Cagar Alam Lamedai dan (C) FMA campuran dari PT Vale Indonesia. Setiap perlakuan dikelompokkan ke dalam 3 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri atas 3 tanaman sehingga terdapat total 27 tanaman.

Peubah Penelitian

Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

Daya Hidup Tanaman Kayu Kuku

Daya hidup tanaman kayu kuku dilihat dari proporsi tanaman hidup di lapangan dengan total tanaman yang ditanam dikali 100% yang dianalisis diakhir penelitian. Daya hidup tanaman dapat dihitung menggunakan rumus.

Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

1. **Pengukuran tinggi** (cm), dilakukan dengan penggaris jika tanaman belum terlalu tinggi dan menggunakan meteran jika tinggi, mulai dari pangkal

batang yang ditandai dengan spidol permanen berwarna putih sampai dengan titik tumbuh tertinggi pada jalur batang.

2. **Diameter tanaman** (mm), pengukuran dilakukan pada batang setinggi 1 cm di atas tanah dengan menggunakan caliper.
3. **Jumlah cabang, panjang dan lebar anak daun** (cm), penghitungan pertambahan jumlah cabang dan mengukur panjang serta lebar anak daun.
4. **Berat Kering Daun Tanaman**, tahapan ini dilakukan dengan cara melihat daun yang terbaik pada tiap tanaman dengan cara mengambil 5 anak daun pada setiap tanaman, kemudian dimasukkan ke dalam amplop dan di bawah ke laboratorium. Selanjutnya amplop dimasukkan dan dioven dengan suhu 70 °C selama 2 kali 24 jam (Husna, 2015), kemudian didiamkan dalam desikator beberapa saat agar beratnya konstan barulah dilakukan penimbangan (Irianto, 2015).

Peningkatan pertumbuhan tanaman kayu kuku dapat di hitung menggunakan rumus.

Analisis Data

Hasil pengamatan pada setiap satuan amatan dianalisis terlebih dahulu dengan analisis sidik ragam (uji F). Apabila hasil uji menunjukkan pengaruh nyata maka dilakukan uji beda perlakuan menurut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%. Data dianalisis menggunakan *software SAS Portabele 9.1.3*. Data hubungan antara peubah pengamatan dianalisis menggunakan analisis korelasi Pearson s pada *Microsoft Exel 2010*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Hasil analisis sidik ragam perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman kayu kuku [*Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw.] umur 3 tahun disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) lokal memberikan pengaruh sangat nyata terhadap semua peubah pertumbuhan tanaman.

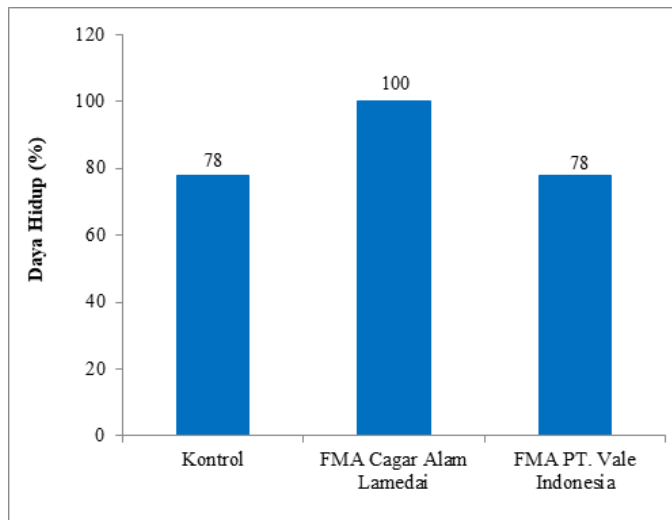
Tabel 1. Rekapitulasi Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan FMA Lokal Terhadap Peubah Pertumbuhan Tanaman Kayu Kuku Umur 3 Tahun di Lahan Pascatambang

No.	Parameter Pengamatan	Pengaruh Perlakuan FMA Lokal
1	Diameter (mm)	**
2	Tinggi (cm)	**
3	Jumlah daun (helai)	**
4	Panjang daun (cm)	**
5	Lebar daun (cm)	**
6	Berat basah daun (g)	**
7	Berat kering daun (g)	**

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$)

Daya Hidup Tanaman

Daya hidup tanaman kayu kuku umur 3 tahun tertinggi pada perlakuan FMA Cagar Alam Lamedai (100%), disusul oleh tanpa FMA dan FMA dari PT Vale Indonesia masing-masing 78% (Gambar 1).



Gambar 1. Daya Hidup Tanaman Kayu Kuku Umur 3 Tahun di Lahan Pascatambang

Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian pertumbuhan tanaman kayu kuku umur 3 tahun disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan FMA lokal berbeda nyata

dengan kontrol pada semua peubah pertumbuhan. Inokulasi FMA Cagar Alam Lamedai dan FMA PT Vale Indonesia meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun masing-masing sebesar 297,91 dan 247%, 125,25 dan 122,89%, 195,53 dan 98,95%, 98,40 dan 99,29% serta 71,12 dan 67,78% dibanding kontrol.

Tabel 2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kayu Kuku Umur 3 Tahun

Perlakuan	Tinggi (cm)	Diameter (mm)	Daun		
			Jumlah (helai)	Panjang (cm)	Lebar (cm)
A	33,03 b	10,57 b	7,22 c	5,62 b	3,29 b
B	131,43 a	23,81 a	21,33 b	11,15 a	5,63 a
C	114,90 a	23,56 a	14,22 a	11,20 a	5,52 a
Pr>F	0.0007	0.0013	0.0042	0.0064	0.0035

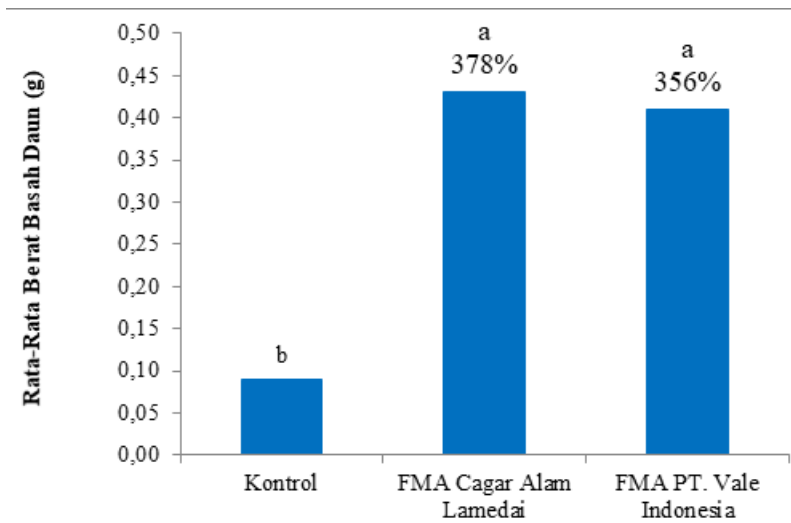
Keterangan: Huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) ($\alpha = 0.5\%$), A (kontrol/tanpa perlakuan), B (FMA dari Cagar Alam Lamedai), C (FMA dari PT Vale Indonesia).

Berat Kering Daun Tanaman

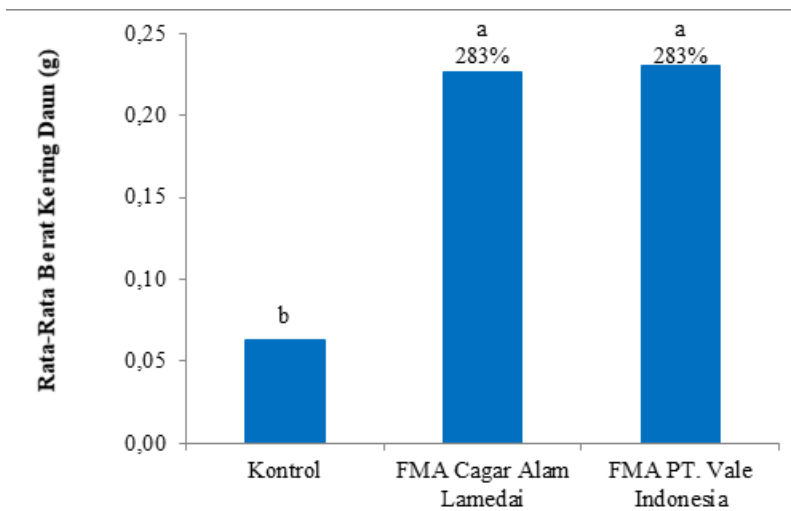
Hasil pengamatan berat basah dan berat kering daun disajikan pada Gambar 3 dan 4. Perlakuan FMA lokal berbeda nyata dengan kontrol pada peubah berat basah daun tanaman kayu kuku umur 3 tahun (Gambar 3). Gambar 3 menunjukkan bahwa tanaman kayu kuku yang diinokulasi FMA lokal memiliki berat basah daun lebih tinggi dengan peningkatan sebesar 356–378% dibanding kontrol. Perlakuan FMA lokal berbeda nyata dengan kontrol pada peubah berat kering daun tanaman kayu kuku umur 3 tahun (Gambar 4). Gambar 4 menunjukkan bahwa tanaman kayu kuku yang diinokulasi FMA lokal memiliki berat kering daun lebih tinggi dengan peningkatan 283% dibanding kontrol.

Korelasi Peubah Pertumbuhan

Hasil analisis korelasi antarpeubah pertumbuhan tanaman kayu kuku menunjukkan bahwa terjadi korelasi sangat kuat pada semua peubah



Gambar 2 Rata-Rata Berat Basah Daun Tanaman Kayu Kuku Umur 3 Tahun di Lahan Pascatambang



Gambar 3 Rata-Rata Berat Kering Daun Tanaman Kayu Kuku Umur 3 Tahun di Lahan Pascatambang

pertumbuhan, kecuali peubah panjang daun dengan jumlah daun hanya berkorelasi kuat (Tabel 3).

Tabel 3 Korelasi Antarpeubah Pertumbuhan Tanaman Kayu Kuku Umur 3 Tahun

	Tinggi (cm)	Diameter (mm)	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Berat Basah (g)	Berat kering (g)	Jumlah Daun (Helai)
Tinggi (cm)	-	0,98	0,92	0,96	0,96	0,97	0,90
Diameter (mm)	-	-	0,93	0,97	0,95	0,99	0,83
Panjang daun (cm)	-	-	-	0,95	0,92	0,94	0,78
Lebar daun (cm)	-	-	-	-	0,99	0,97	0,84
Berat basah (g)	-	-	-	-	-	0,96	0,86
Berat kering (g)	-	-	-	-	-	-	0,82
Jumlah daun (helai)	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: Jika nilai korelasi 0,00–0,10 = sangat rendah, 0,20–0,40 Rendah, 0,41–0,60 = cukup, 0,61–0,80 = kuat dan 0,81–1,00 = sangat kuat (Riduwan, 2003).

Pembahasan

Lahan pascatambang nikel umumnya dicirikan dengan unsur hara sangat rendah (C 0.16%, N total 0.03%, P tersedia 8.75 ppm), Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang rendah 2.86, serta mengandung logam berat tinggi seperti Pb 1.68%, Ni 1.01%, Cr 4.04% dan Cd 0.06% (Husna 2010). Oleh karena itu, lahan seperti ini tergolong tidak subur sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi FMA lokal pada tanaman kayu kuku umur 3 tahun memberikan pengaruh sangat nyata terhadap semua peubah pertumbuhan dan berperan penting dalam peningkatan pertumbuhan tanaman kayu kuku. Peningkatan tersebut diduga karena FMA lokal dapat membantu tanaman dalam menyerap unsur hara terutama unsur hara P dan air (H₂O) (Smith & Read, 2008) serta dapat melindungi tanaman dari keracunan logam berat (Mansur, 2010).

Unsur fosfor (P) merupakan komponen penting penyusun senyawa untuk transfer energi (ATP dan nukleoprotein lain), untuk sistem informasi genetik (DNA dan RNA), untuk membran sel (fosfolipid), dan fosfoprotein (Gardner *at al.* 1991; Lambers dkk. 2008). Selain sebagai komponen penyusun senyawa unsur P juga berfungsi dalam transfer energi, metabolisme karbohidrat dan protein serta transpor karbohidrat di dalam sel daun (Liferdi, 2010). Tanaman menyerap P dalam bentuk ortofosfat primer (H₂PO₄) dan sebagian

kecil dalam bentuk ortofosfat sekunder (HPO_4) (Barker and Pilbeam, 2007), namun pada lahan-lahan pascatambang seperti tambang nikel unsur P diikat oleh besi (Fe), aluminium (Al), dan mangan (Mn) sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Mansur, 2010).

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dapat mengeluarkan enzim fosfatase dan asam-asam organik, khususnya asam oksalat yang dapat membebaskan P yang tidak tersedia bagi tanaman menjadi tersedia (Brundrett dkk. 1996; Mansur, 2010). Hal ini sejalan dengan penelitian Husna (2015) dimana tanaman yang diinokulasi FMA dapat meningkatkan kadar dan serapan P sehingga ketersediaannya cukup bagi tanaman. Beberapa studi juga melaporkan bahwa FMA dapat memenuhi 90% kebutuhan P tanaman (Muleta, 2010). Selain membantu penyerapan unsur P, FMA juga membantu tanaman dalam menyerap Air (H_2O) yang merupakan senyawa penting bagi pertumbuhan tanaman. Air berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta memiliki berbagai fungsi.

Fungsi air bagi tanaman yaitu (1) pelarut dan medium untuk reaksi kimia, (2) medium untuk transpor, (3) medium untuk memberikan turgor pada sel tanaman, (4) hidrasi dan netralisasi muatan pada molekul-molekul koloid, (5) bahan baku untuk fotosintesis, dan (6) transpirasi untuk mendinginkan permukaan tanaman (Gardner dkk. 1991). Proses penyerapan air oleh tanaman bermikoriza dilakukan melalui hifa eksternal (Smith & Read 2008). Keberadaan struktur FMA tersebut dapat membantu dan memperbaiki status air dan hara sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan FMA dari Cagar Alam Lamedai meningkatkan daya hidup tanaman kayu kuku umur 3 tahun di lahan pascatambang nikel sebesar 100% disusul oleh tanpa FMA dan FMA PT Vale Indonesia masing-masing sebesar 78% (Gambar 1). Setelah umur 3 tahun tanaman kayu kuku yang diinokulasi FMA dari Cagar Alam Lamedai memiliki daya hidup yang tinggi. Adapun tanaman yang diinokulasi FMA dari PT Vale Indonesia memiliki daya hidup yang sama dengan tanpa FMA. Hal ini diduga ada beberapa tanaman dari perlakuan FMA PT Vale Indonesia dan tanpa FMA yang mati akibat tertindas pohon yang tumbang ada juga yang mati akibat ternaungi penuh. Asthon dkk. (1998) melaporkan bahwa kayu kuku mengalami kematian tinggi pada kondisi ternaungi penuh di bawah tegakan *Pinus caribaea* dan pada lokasi terbuka.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa FMA lokal meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman kayu kuku umur 3 tahun sebesar 297,91 dan 247% dibanding kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian-penelitian sebelumnya bahwa FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman kayu kuku pada skala rumah kaca dan lapangan (Husna, 2015), *Albizia saponaria* pada skala rumah kaca (Tuheteru & Husna, 2011). Peningkatan tinggi tersebut berkorelasi dengan pertumbuhan diameter, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun (Tabel 3) dengan peningkatan pertumbuhan masing-masing sebesar 297,91 dan 247%, 125,25 dan 122,89%, 195,53 dan 98,95%, 98,40 dan 99,29% serta 71,12 dan 67,78% dibanding kontrol (Tabel 2). Peningkatan ini disebabkan oleh adanya peran FMA yang baik di perakaran tanaman yang menyebabkan aktivitas fotosintesis meningkat sehingga fotosintat yang dihasilkan lebih banyak. Fotosintat ini diubah menjadi ATP dan NAD(P)H melalui serangkaian proses respirasi, yang kemudian digunakan dalam proses pembelahan, pembesaran, dan pemanjangan sel-sel dan sebagian sebagai kerangka karbon dalam biomasa tanaman (Lambers dkk. 2008).

Kayu kuku yang diinokulasi FMA lokal dari kedua tempat juga memiliki berat basah daun lebih tinggi dibanding kontrol dengan peningkatan 378% dan 356% (Gambar 2). Selain meningkatkan berat basah daun tanaman kayu kuku FMA juga meningkatkan berat kering daun tanaman dengan peningkatan 283% dibanding kontrol (Gambar 3). Pengaruh FMA terhadap peningkatan berat daun tanaman juga telah dilaporkan oleh para peneliti sebelumnya. Aplikasi FMA meningkatkan berat kering pucuk jenis terancam punah *Curculigo orchioides* Gaertn (Sharma dkk. 2008), *Plantago antrata* dan *Senecio umbrosus* (Zubek dkk. 2009).

Hasil penelitian menunjukkan FMA dapat membantu pertumbuhan tanaman secara terus menerus pada lahan pascatambang nikel. Hal ini karena FMA berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu membuat tanah menjadi gembur. Menurut Wright dan Uphadhyaya (1998) dalam Musfal (2010), FMA melalui akar eksternalnya menghasilkan senyawa glikoprotein glomalin dan asam-asam organik yang akan mengikat butir-butir tanah menjadi agregat mikro. Selanjutnya melalui proses mekanis oleh hifa eksternal, agregat mikro akan membentuk agregat makro. Selain itu, FMA juga memiliki peran dalam melindungi tanaman yang hidup pada tanah yang

kurang konduktif seperti tanah yang tercemar minyak bumi, logam berat, pH rendah, cekaman air dan lain-lain.

Analisis korelasi peubah pertumbuhan menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat antara satu peubah dengan peubah yang lain (Tabel 3). Dimana penambahan tinggi tanaman berbanding lurus dengan penambahan diameter batang, jumlah daun (helai), panjang dan lebar daun, serta berat basah dan berat kering daun tanaman dengan kisaran nilai korelasi mulai dari $r = 0,82-0,99$. Adapun pada peubah panjang daun dan jumlah daun hanya berkorelasi kuat dengan nilai korelasi sebesar $r = 0,78$. Hubungan korelasi yang sangat kuat diduga terjadi karena peran FMA yang sangat baik dalam menyediakan unsur hara terutama P dan air (H_2O) yang merupakan nutrisi yang sangat penting bagi tanaman. Sudah disebutkan sebelumnya bahwa pada lahan-lahan marjinal seperti pascatambang nikel unsur P tersedia namun diikat oleh unsur besi (Fe), aluminium (Al), dan mangan (Mn) sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Mansur, 2010). Namun, dengan adanya struktur FMA (hifa eksternal) pada perakaran tanaman maka unsur P dapat dilepaskan dan tersedia bagi tanaman.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa tanaman kayu kuku yang diinokulasi FMA lokal pada lahan pascatambang nikel mengalami peningkatan pertumbuhan dari tahun ke tahun. Dimana kayu kuku yang diinokulasi FMA Cagar Alam Lamedai dan FMA PT Vale Indonesia meningkatkan penambahan tinggi dan diameter tanaman secara signifikan dibanding kontrol dengan peningkatan masing-masing sebesar 66 dan 55% serta 99 dan 141% pada umur 3 bulan (Husna, 2015), 285 dan 288% serta 71 dan 84% pada umur 2 tahun (Husna, 2017b; Husna dkk. 2018) kemudian sebesar 297,91 dan 247%, serta 125,25 dan 122,89%, pada umur 3 tahun. Hal ini disebabkan peran FMA pada tanaman yang terjadi secara terus menerus selama tanaman yang diinokulasi FMA masih hidup (Mansur, 2010).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut FMA lokal dari Cagar Alam Lamedai memiliki daya hidup tertinggi (100%). FMA lokal efektif meningkatkan pertumbuhan dan biomasa

berat basah dan berat kering daun tanaman kayu kuku setelah umur 3 tahun pada lahan pascatambang nikel PT Vale Indonesia.

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui keberhasilan pertumbuhan tanaman kayu kuku pada umur 4 tahun. Guna agar informasi yang diperoleh tidak terputus dan dapat menjadi tolak ukur yang penting dalam rehabilitasi lahan pascatambang dengan pembekalan pupuk hayati mikoriza pada tanaman.

Daftar Pustaka

- Asthan, P. M. S., S. Gamage., I. A. U. N Gunatilleke., C. V. S Gunatilleke. 1998. *Using caribbean pine to establish a mixed plantation: testing effects of pine canopy removal on plantings of rain forest tree species*. For. Ecol. Manage. 106: 211–222. Barker A. V and D. J Pilbeam. 2007. *Hand Book of Plant Nutrition*. CRC Press. New York.
- Brundrett, M., N. Bougher., B. Dell., T Grove dan Majalaczuk. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Canberra (AU): Australian Centre for International Agriculture Research.
- Gardner F. P., R. B Pearce dan R. L Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerjemah: H. Susilo*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal. 112–113.
- Husna. 2010. Pertumbuhan Bibit Kayu Kuku [*Pericopsis mooniana* (Thw.)Thw.] melalui Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Ampas Sagu pada Media Tanah Bekas Tambang Nikel [tesis]. Pascasarjana Unhalu. Kendari.
- Husna. 2015. Budidaya dan konservasi kayu kuku. IPB Press. Bogor.
- Husna. 2015. Potensi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Lokal dalam Konservasi Ex-Situ Jenis Terancam Punah Kayu Kuku [*Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw.] [disertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Husna., S. W Budi., I Mansur dan C Kusmana. 2015. Respon pertumbuhan bibit kayu kuku (*Pericopsis mooniana* (Thw.) Thw) Terhadap inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula lokal. Jurnal pemuliaan tanaman hutan. Vol. 9 No. 3. Hal.131-148. Bogor.
- Husna., S. W Budi., I Mansur dan C Kusmana. 2016. Growth and nutrient status of kayu kuku (*Pericopsis mooniana* Thw.) with micorrhiza in soil media of nickel post mining. Pakistan Journal of Biological Science 19: 158–170.

- Husna., F. D Tuheteru dan A Arif. 2017a. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and plant growth on serpentine soil [Chapter 12]. In: Wu QS (Eds.), arbuscular mycorrhizas and stress tolerance of plants. Springer. Singapura.
- Husna., F. D Tuheteru dan E Wigati. 2017b. Growth response and dependency of endangered nedum tree spesies (*Pericopsis mooniana*) affected by indogenous Arbuscular Mycorrhizal Fungi inoculation. *Nusantara Bioscience* 9 (1): 57–61.
- Husna., F. D Tuheteru dan A. Arif. 2018. Arbuscular Mycorrhizal Fungi symbiosis and conservation of endangered tropical legume trees. Springer. International Publishing.
- Irianto, R. S. B. 2015. Pengaruh fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan pulai hitam (*Alstonia angustiloba* Miq.) di pesemaian dan lapangan. Bogor. *Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 12 No. 2.
- Lambers H, Chapin III FS, Pons TL. 2008. *Plant Physiology Ecology*. Second edition. New York (US): Springer.
- Liferdi, L. 2009. Efek pemberian fosfor terhadap pertumbuhan dan status hara pada bibit manggis. *Jurnal Hort*. Solok.
- Mansur, I. 2010. Teknik silvikultur untuk reklamasi lahan bekas tambang. SEAMEO BIOTROP. Bogor.
- Muleta D. 2010. Legume Response to Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation in Sustainable Agriculture. Khan MS, editor. New York (US): Springer.
- Musfal. 2010. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29 (4): 154–157.
- Riduwan, 2003. *Dasar-dasar Statistika*. Alfa Beta. Bandun.
- Rimbawanto, A., T Pamungkas, L Hakmi, Prastyono dan D Eko. 2005. Data base jenis-jenis prioritas untuk konservasi genetik dan pemuliaan, [buku 1]. Yogyakarta.
- Sari, S., A Kumastuti dan W Indrawati. 2017. Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) tanaman leguminosa secara mikroskopis pada lahan olah tanah konservasi musim tanam ke-29. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. Vol. 17 (1): 40–49.
- Sharma D, Rupan K, Bhatnagar AK. 2008. Arbuscular mycorrhizal (AM) technology for the conservation of *Curculigo orchioides* Gaertn.: an endangered medicinal herb. *World J Microbiol Biotechnol*. 24: 395–400.
- Smith, S. E dan D. JRead. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. Third ed. New York (US): Academic Press.

- Tuheteru, F. D dan Husna. 2011. Pertumbuhan dan Biomassa *Albizia saponaria* yang Diinokulasi Fungi Arbuskula Mikoriza Lokal Sulawesi Tenggara. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Kendari. Vol. 02 No. 03 Hal. 143–148 ISSN: 2086–8227.
- Zubek, S., K Turnau., M Tsimilli-Michael dan R. J Strasser. 2009. Response of endangered plant species to inoculation with Arbuscular Mycorrhizal Fungi and soil bacteria. *Mycorrhiza*. 19: 113–123.