

## Aplikasi Ektomikoriza pada Media Tanam Bekas Tambang Kapur untuk Membantu Pertumbuhan Mangium (*Acacia mangium*)

### *The Application of Ectomycoriza In Ex-Limestone Mining Growth Media to Assist the Growth of Mangium (Acacia mangium)*

Oleh:

**Devi Aprillia<sup>1</sup>, Melya Riniarti<sup>1\*</sup>, Afif Bintoro<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jl. Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

\*Email: melya.riniarti@fp.unila.ac.id

#### ABSTRAK

Lahan bekas tambang batu kapur memiliki kesuburan tanah yang buruk, baik biologi, kimia dan fisik karena proses pertambangan yang merusak lahan. Keadaan lahan yang marginal seperti lahan bekas tambang kapur membutuhkan semai berdaya hidup tinggi. Aplikasi fungi ektomikoriza merupakan alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan restorasi. Mangium (*Acacia mangium*) merupakan salah satu tumbuhan yang diketahui dapat berkolonisasi dengan banyak jenis mikoriza, termasuk dengan ektomikoriza. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan semai mangium di media tumbuh bekas tambang kapur dan pengaruh aplikasi ektomikoriza terhadap pertumbuhan mangium yang ditanam pada media bekas tambang batu kapur. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan terdiri dari 100% tanah dengan mikoriza, 100% tanah tanpa mikoriza, 50% tanah+50% tailing kapur + mikoriza, 50% tanah + 50% tailing kapur tanpa mikoriza, 100% tailing + mikoriza dan 100% tailing tanpa mikoriza. Semai yang digunakan pada penelitian berasal dari benih yang diperoleh dari Lampung Timur. Benih tersebut dikecambahakan dengan media pasir, dan setelah berumur satu bulan digunakan sebagai bahan penelitian. Parameter pertumbuhan semai yang diukur adalah tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat kering total, berat kering tajuk dan berat kering akar. Kolonisasi ektomikoriza diukur dengan cara menghitung persentase kolonisasi. Untuk melihat simbiosis dengan rhizobium dilakukan penghitungan jumlah bintil akar. Data yang diperoleh, diuji dengan analisis ragam lalu dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf kepercayaan 0,01 dan 0,05. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase hidup mangium pada media tanaman bekas tambang kapur tergolong sangat tinggi dan mencapai 100%. Seluruh parameter pertumbuhan tanaman yang berkolonisasi dengan ektomikoriza memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman tanpa ektomikoriza.

**Kata kunci:** ektomikoriza, fitoremediasi, mangium, tambang batu kapur

#### ABSTRACT

*Ex-limestone mining quarry has poor soil fertility, both biological, chemical, and physical condition due to the mining process. Marginal land conditions such as ex-limestone mining quarry require high survival seedlings. Application of ectomycorrhizal fungi is an alternative that can be done to improve the success of restoration. Acacia mangium is one of the plants that could be colonized by many types of mycorrhizal such as ectomycorrhiza. This research aimed to determine the growth of A. mangium seedlings in ex-limestone mining growth media*

*and the effect of ectomycorrhiza application on the growth of A. mangium. The research used a completely randomized design with six treatments and five replications. Treatment consisted of 100% soil with mycorrhiza, 100% soil without mycorrhiza, 50% soil + 50% limestone tailings + mycorrhiza, 50% soil + 50% limestones tailings without mycorrhiza, 100% tailing with mycorrhiza and 100% tailing without mycorrhiza. The seedlings used in the study germinated from seeds taken from Lampung Timur Regency. The seeds germinated in sand for one month, then used as the research material. The measurement taken were height, diameter, number of leaves, leaf area, measured were root length, canopy dry weight, and total dry weight. The colonization of ectomycorrhiza is measured by counting the percentage of colonization. The symbiosis with rhizobium measured by number of root nodules. Data were tested for variance analysis, followed by Least Significance Different Test at significant level of 1% and 5%. The results showed that the percentage of A. mangium life was high, reaching 100%. All growth parameters showed that plant colonized by mycorrhiza has remarkably better values compared to non-mycorrhiza plants.*

**Keywords:** limestone, ectomycoriza, mangium, phytoremediation

## PENDAHULUAN

Lahan kritis di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 24,3 juta hektar. Berdasarkan kondisi tersebut penambahan lahan kritis lebih cepat dibandingkan dengan realisasi rehabilitasinya (Kusuma 2017). Salah satu penyebab lahan kritis adalah aktivitas pertambangan bahan baku semen (Mirdat et al. 2013). Pertambangan menghasilkan dampak kerusakan di daerah sekitar tambang yang sangat parah sehingga mengakibatkan pengurangan luasan lahan (Pratomo et al. 2018).

Pertambangan kapur merupakan cara untuk memenuhi kebutuhan semen, akan tetapi berdampak pada hilangnya vegetasi, rusaknya horizon tanah, pemadatan tanah, tekusaknya struktur dan tekstur sebagai karakter fisik tanah yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman (Ikbali et al. 2016). Selain itu, penambangan batu kapur juga mengakibatkan penurunan bahan organik tanah, unsur hara rendah, hilangnya *top soil*, pemadatan tanah, diversitas mikroba pada lahan bekas tambang rendah, suhu tinggi, dan pH tinggi (Ekawati et al. 2016). Hal ini menyebabkan lahan bekas tambang batu kapur memiliki keadaan karakteristik kesuburan tanah yang buruk baik biologi, fisik, dan kimia. Keadaan lahan bekas tambang batu kapur yang buruk menjadi masalah yang perlu dilakukan dalam upaya rehabilitasi lahan bekas tambang batu kapur untuk kegiatan revegetasi (Prayudyaningsih dan Sari 2016).

Kegiatan rehabilitasi pada umumnya membutuhkan bibit yang berkualitas. Namun, bibit mengalami kematian dengan jumlah yang besar setelah ditanam di lapangan karena ketersediaan unsur hara dan air tidak terpenuhi untuk tumbuh dan berkembang (Handayani et al. 2018). Teknologi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan revegetasi di bekas penambangan batu kapur yaitu melalui pemanfaatan fungi mikoriza seperti ektomikoriza (Suharno dan Sancayaningsih 2013). Ektomikoriza mampu membantu meningkatkan unsur hara dan efektifitas penyerapan air. Selain itu, ektomikoriza berfungsi membantu tanaman hidup dalam keadaan tanah kering dan tanah miskin unsur hara (Miska et al. 2016).

Fungi ektomikoriza adalah mikroba tanah (jamur) yang bersimbiosis mutualistik dengan akar tanaman (Muryati et al. 2016). Simbiosis mutualistik tersebut membuat tanaman mampu memperluas daerah penyerapan unsur hara, sehingga proses penyerapan unsur hara dapat menjadi lebih efektif. Adanya ektomikoriza di dalam akar tanaman mampu

meningkatkan penyerapan unsur hara yang keberadaannya lebih rendah pada tanah bekas penambangan batu kapur sehingga dapat memperbaiki tekstur dan struktur pada tanah, membantu penyerapan air, serta melindungi tanaman dari mikroorganisme perusak akar (Riniarti et al. 2017). Nurmasiyah et al. (2013) menyatakan bahwa fase semai merupakan fase yang sangat bergantung pada ektomikoriza. Inokulasi ektomikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan bibit. Fungi ektomikoriza merupakan salah satu inovasi untuk mendapatkan semai berkualitas baik. Semai berektomikoriza memiliki kemampuan hidup lebih tinggi pada keadaan lahan yang marginal seperti lahan bekas penambangan kapur.

Pemilihan tanaman akan berpengaruh pada keberhasilan revegetasi lahan bekas tambang khususnya tambang bekas batu kapur (Pujawati 2009). Mangium (*Acacia mangium*) merupakan pohon yang tahan terhadap kondisi tanah alkalin dan miskin hara sehingga dapat tumbuh di lahan bekas penambangan batu kapur. Menurut Hidayati et al. (2015) mangium merupakan salah satu jenis tanaman yang mampu tumbuh dengan cepat dan jenis kayunya dapat digunakan sebagai bahan baku kertas. Mangium memiliki fungsi ekologis. Sebagai jenis pohon yang selalu hijau, mangium dapat menjadi penayang bagi tanaman lain dan dapat hidup serta mampu meningkatkan kondisi kimia-fisik tanah. Penggunaan pohon mangium dapat mendukung keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang (Nurhayati 2012; Sutedjo dan Warsudi 2017).

Menurut Ulfa et al. (2011), tanah merupakan tempat hidup untuk tumbuhan yang bersimbiosis dengan fungi ektomikoriza untuk meningkatkan akar tanaman dalam membantu penyerapan unsur hara dan menjaga kelembaban perakaran. Hubungan seperti ini disebut mikoriza dikarenakan mikoriza adalah bentuk simbiosis antara fungi dan tanaman tingkat tinggi. Mangium merupakan salah satu tumbuhan yang dapat berkolonisasi dengan banyak jenis mikoriza seperti ektomikoriza (Pujawati 2009).

Salah satu fungi ektomikoriza adalah jenis *Scleroderma sp.* yang diketahui dapat berasosiasi dengan berbagai jenis tanaman. Inokulum spora *Scleroderma sp.* dapat membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara dan air yang diperlukan dalam fotosintesis (Alamsjah et al. 2015). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan semai mangium pada media tumbuh bekas tambang kapur serta pengaruh inokulasi ektomikoriza terhadap pertumbuhan mangium yang ditanam pada media bekas tambang batu kapur.

## **METODE PENELITIAN**

Bahan penelitian yang digunakan adalah semai mangium berumur satu bulan, media tanam berupa tanah bekas tambang kapur, inokulum spora *Scleroderma sp.*, larutan tween 80, dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa kamera, kaliper digital, *leaf area meter*, pipet tetes, tabung *erlenmeyer*, *shaker rotator*, mikroskop stereo, *haemocytometer*, timbangan digital dan spatula ukuran 20 ml.

Benih mangium dikecambahkan pada media pasir yang telah disterilisasi dengan cara dijemur selama  $2 \times 24$  jam. Setelah berumur 30 hari, semai dipindahkan ke dalam *polybag*. Media yang digunakan adalah tanah dan tailing bekas tambang kapur. Tanah diambil dari Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Tanah bekas tambang batu kapur di peroleh dari lahan bekas tambang kapur di Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung.

Inokulasi yang digunakan berupa spora *Scleroderma sp.* Spora diperoleh dari tubuh buah yang berasal dari bawah tegakan mangium. Inokulum spora disiapkan dengan cara mencampurkan 3 g spora dengan satu liter air secara perlahan lahan menggunakan *shaker rotator*. Tween 80 diberikan sebanyak 3 tetes ke dalam larutan untuk mempermudah pelarutan

spora. Inokulasi ektomikoriza dilakukan dengan cara membuat lubang di daerah sekitar perakaran lalu dituangkan, sebanyak 10 ml spora per tanaman sesuai perlakuan.

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan yaitu RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan enam perlakuan dan lima ulangan. Setiap ulangan mempunyai tiga tanaman sehingga total tanaman yang digunakan adalah 90. Perlakuan yang diberikan berupa 100% tanah dengan mikoriza, 100% tanah tanpa mikoriza, 50% tanah + 50% tailing kapur + mikoriza, 50% tanah + 50% tailing kapur tanpa mikoriza, 100% tailing + mikoriza, dan 100% tailing tanpa mikoriza.

Penelitian dilakukan di rumah kaca selama tiga bulan dengan pemeliharaan tanaman berupa penyiraman satu kali setiap sehari dan penyiangan gulma. Variabel pengamatan yang diamati adalah persentase kolonisasi ektomikoriza, panjang akar, diameter, tinggi, luas daun, jumlah daun, bobot kering total, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar.

Pengamatan akar yang terkolonisasi *Scleroderma sp.* dilakukan dengan cara metode *gridline*. Akar mangium dicuci bersih terlebih dahulu secara perlahan menggunakan air sebelum melakukan penghitungan terhadap akar yang terkolonisasi. Setelah akar dicuci dilakukan pemotongan akar sepanjang 1 cm, lalu akar diletakan di atas petridis secara acak yang dibawahnya telah terdapat *gridline* 1 cm × 1 cm kemudian akar diamati secara langsung di bawah mikroskop stereo pada garis vertikal dan horizontal. Akar yang berwarna putih dan mempunyai akar yang lebih tebal merupakan ciri akar yang terkolonisasi serta terdapat hifa baik di akar atau di media semai (Brundrett et al. 1996). Perhitungan persentase kolonisasi dihitung menggunakan rumus berikut (Nusantara et al. 2012):

$$\% \text{ akar terkolonisasi} = \frac{\sum \text{kolonisasi ektomikoriza}}{\sum \text{akar yang diamati}} \times 100\%$$

Hasil pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) dilanjutkan dengan Uji-F pada taraf ketelitian (selang kepercayaan) sebesar 99% dan 95%, lalu dilakukan Uji Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 0,01 dan 0,05 untuk melakukan pemisahan nilai tengah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mangium mampu tumbuh dengan baik dan mampu bertahan hidup pada lahan kritis. Hal ini ditunjukkan dengan persentase hidup yang tinggi. Persentase hidup mangium pada media bekas tambang batu kapur dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Persentase hidup semai mangium paa berbagai media tanam.

Perlakuan	Persentase Hidup Bibit Mangium
100% tanah dengan mikoriza	100%
100% tanah tanpa mikoriza	100%
50% tanah + 50% tailing kapur + mikoriza	100%
50% tanah + 50% tailing tanpa mikoriza	80%
100% tailing + mikoriza	100%
100% tailing tanpa mikoriza	100%

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada seluruh perlakuan mangium dapat tumbuh dengan baik. Penggunaan media semai bekas tambang kapur tidak mempengaruhi persentase tumbuh mangium. Pada media pencampuran 50% tanah + 50% tailing tanpa mikoriza menghasilkan persentase hidup terendah, hanya mencapai 80%.

Setelah diuji dengan Uji Bartlett, data dapat dinyatakan homogen dan dapat dilanjutkan dengan uji analisis ragam. Hasil uji analisis ragam disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil analisis ragam

Perlakuan	$\Delta T$	$\Delta Di$	$\Sigma Da$	LD	PA	BKT	BKA	BKT	%K
Inokulasi ektomikoriza	**	**	**	*	**	**	**	**	**
$F_{hitung}$	4,40	6,39	4,23	3,01	4,00	6,04	4,71	4,77	8,84
$F_{tabel}$	3,11	3,11	3,11	2,26	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11

Keterangan:  $\Delta T$  = tinggi tanaman, PA = panjang akar,  $\Delta Di$  = diameter batang, BKTa = bobot kering tajuk tanaman,  $\Sigma Da$  = jumlah daun mangium, BKA = bobot kering akar tanaman, LD = luas daun mangium, BKT = bobot kering total tanaman, tn = tidak nyata pada  $\alpha = 1\%$ , %K = persen kolonisasi, \*\* = berbeda sangat nyata pada  $\alpha = 1\%$ , \* = berbeda nyata pada  $\alpha = 5\%$ .

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian ektomikoriza pada bibit mangium berpengaruh sangat nyata pada semua variabel. Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf 0,01 yang disajikan pada Tabel 3. Jumlah bintil akar disajikan pada Tabel 4 dan contoh akar yang kolonisasi disajikan pada Gambar 1.

**Tabel 3.** Hasil uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Parameter Penelitian								
	$\Delta T$	$\Delta Di$	$\Sigma Da$	LD	PA	BKT	BKA	BKT	%K
100% tanah dengan mikoriza	7,05 <sup>a</sup>	1,34 <sup>a</sup>	5,83 <sup>a</sup>	131,11 <sup>a</sup>	6,50 <sup>c</sup>	1,08 <sup>a</sup>	0,04 <sup>c</sup>	1,19 <sup>a</sup>	10,48 <sup>b</sup>
100% tanah tanpa mikoriza	5,25 <sup>b</sup>	0,35 <sup>c</sup>	4,67 <sup>b</sup>	31,47 <sup>c</sup>	4,42 <sup>c</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,05 <sup>c</sup>	0,26 <sup>c</sup>	0
50% tanah + 50% tailing kapur + mikoriza	4,15 <sup>b</sup>	0,52 <sup>b</sup>	5,67 <sup>a</sup>	129,16 <sup>a</sup>	8,13 <sup>b</sup>	0,05 <sup>c</sup>	0,17 <sup>b</sup>	0,22 <sup>c</sup>	11,67 <sup>b</sup>
50% tanah + 50% tailing tanpa mikoriza	2,08 <sup>c</sup>	0,43 <sup>c</sup>	3,00 <sup>c</sup>	46,79 <sup>b</sup>	3,42 <sup>d</sup>	0,05 <sup>c</sup>	0,03 <sup>d</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0
100% tailing + mikoriza	6,15 <sup>a</sup>	1,08 <sup>a</sup>	5,33 <sup>a</sup>	102,58 <sup>a</sup>	9,27 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,40 <sup>b</sup>	17,95 <sup>a</sup>
100% tailing tanpa mikoriza	2,48 <sup>c</sup>	0,27 <sup>c</sup>	2,00 <sup>c</sup>	27,82 <sup>c</sup>	2,73 <sup>d</sup>	0,05 <sup>c</sup>	0,03 <sup>d</sup>	0,06 <sup>d</sup>	0
BNT	0,44	0,08	0,35	12,96	0,61	0,03	0,02	0,09	4,16

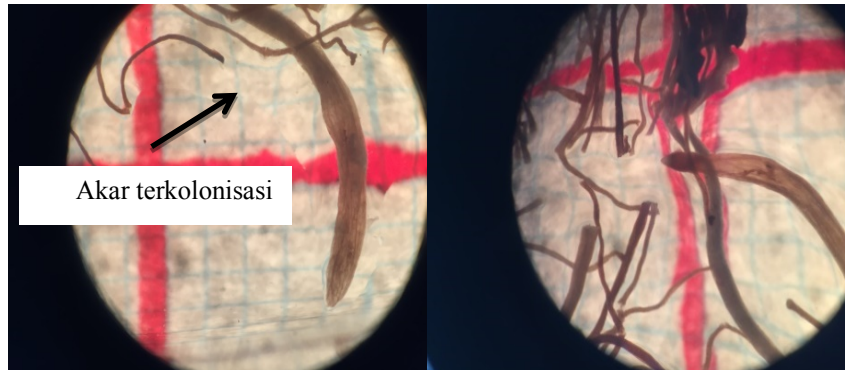
Keterangan:  $\Delta T$  = tinggi tanaman, PA = panjang akar,  $\Delta Di$  = diameter batang, BKTa = bobot kering tajuk tanaman,  $\Sigma Da$  = jumlah daun mangium, BKA = bobot kering akar tanaman, LD = luas daun mangium, BKT = bobot kering total tanaman, tn = tidak nyata pada  $\alpha = 1\%$ , %K = persen kolonisasi,

**Tabel 4.** Jumlah bintil akar mangium pada setiap perlakuan.

Perlakuan	Bintil Akar
100% tanah dengan mikoriza	3,00 <sup>c</sup>
100% tanah tanpa mikoriza	8,33 <sup>a</sup>
50% tanah + 50% tailing kapur + mikoriza	4,50 <sup>c</sup>
50% tanah + 50% tailing tanpa mikoriza	7,83 <sup>b</sup>
100% tailing + mikoriza	1,67 <sup>d</sup>
100% tailing tanpa mikoriza	2,17 <sup>d</sup>
BNT 1%	0,62

Tabel 3 menunjukkan perlakuan pemberian ektomikoriza memberikan pengaruh terhadap semua variabel pertumbuhan. Semua parameter pertumbuhan menunjukkan bahwa pada perlakuan campuran tanah dan bekas tambang kapur yang diberi mikoriza menghasilkan pertumbuhan yang sama baiknya dengan perlakuan kontrol (*top soil* dengan mikoriza). Tabel

4 menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan mikoriza mempengaruhi persentase jumlah bintil akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bintil akar akan tumbuh lebih baik pada perlakuan tanah yang tidak diberi mikoriza. Terlihat bahwa bekas tambang kapur yang dicampur dengan tanah tanpa pemberian mikoriza memiliki jumlah bintil akar yang sama baiknya dengan perlakuan kontrol (*top soil* dengan mikoriza).



**Gambar 1.** Akar mangium yang difoto dari mikroskop stereo dengan perbesaran  $4 \times 10$  untuk melihat akar yang terkolonisasi ektomikoriza pada media tanam tanah bekas tambang batu kapur.

### Pembahasan

Kegiatan penambangan batu kapur memiliki dampak yang ditimbulkan akibat proses penambangan yaitu rendahnya kandungan bahan organik, rendahnya kandungan hara, hilangnya top soil, pemadatan tanah, temperatur tanah tinggi dan pH tinggi. Menurut Prayudyaningsih (2014), lahan bekas penambangan batu kapur memiliki kesuburan tanah rendah baik fisik, kimia, maupun biologi. Rusaknya struktur dan tekstur tanah diakibatkan oleh kegiatan penambangan batu kapur karena aktivitas penambangan mengangkat lapisan-lapisan tanah dan berdampak terhadap penurunan kondisi tanah. Menurut (Algunadi 2013), di musim kemarau lahan-lahan bekas tambang kapur menjadi padat dan keras, sebaliknya pada saat musim hujan tanah tidak dapat menyimpan dan menyerap air. Kerusakan akibat penambangan tersebut dapat diatasi dengan melakukan revegetasi dengan pemanfaatan fungi mikoriza. Fungi ektomikoriza dikenal sebagai salah satu mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam sistem berkelanjutan tanah-tanaman (Muryati et al. 2016).

Persentase hidup mangium di media bekas tambang batu kapur sangat baik mencapai 100%. Pada media pencampuran 50% tanah + 50% tailing tanpa mikoriza menghasilkan persentase hidup terendah 80% dikarenakan pada perlakuan tersebut ada tanaman yang mati, namun masih dikategorikan cukup baik. Hal ini membuktikan bahwa tanaman ini sangat berpotensi untuk digunakan pada revegetasi lahan bekas tambang batu kapur. Hidayati et al. (2015) menyatakan bahwa mangium mampu tumbuh dan berkembang pada lahan-lahan kritis. Sifat mangium yang mampu tumbuh cepat dan memiliki kemampuan toleransi terhadap berbagai jenis tanah dan lingkungan termasuk pada lahan marginal merupakan alasan mangium dapat bertahan (Krisnawati et al. 2011).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spora *Scleroderma sp.* yang diinokulasikan mampu berasosiasi dengan baik, sehingga pertumbuhan semai mangium mengalami peningkatan. Peningkatan ini berkaitan dengan adanya kolonisasi akar dengan *Scleroderma sp.* Kolonisasi yang terjadi masih sangat rendah, namun tetap menjadi indikator bahwa asosiasi dapat terbentuk pada akar mangium yang ditanam pada media 100% bekas tambang kapur. Beberapa penelitian pada mangium menunjukkan bahwa mangium lebih banyak ditemukan berasosiasi dengan endomikoriza (Hendrati dan Nurrohmah 2016; Pijut et al. 2011). Hal ini kemudian menyebabkan timbulnya dugaan bahwa dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk mangium berasosiasi dengan ektomikoriza dibandingkan endomikoriza.

Waktu kolonisasi yang umumnya dibutuhkan ektomikoriza untuk dapat berkembang secara efektif adalah 10 sampai 12 bulan (Febrianingrum 2014). Akar mangium yang terkolonisasi dengan ektomikoriza akan tampak lebih tebal karena adanya hifa yang menyelimuti akar (Mansur 2013).

Hifa ektomikoriza yang berukuran diameter sepersepuluh rambut akar dalam membantu penyerapan akar 80 kali lebih luas dibandingkan akar tidak berektomikoriza (Prayudyaningsih 2012). Sehingga, hifa ektomikoriza mampu menjangkau pori tanah terkecil dari tanah (Noor dan Abdurachman 2014). Fungi ektomikoriza juga mampu memperbaiki sifat fisik tanah dengan cara meningkatkan pori tanah sehingga penetrasi dan respirasi akar menjadi lebih baik. Tanah pada lahan bekas pertambangan batu kapur umumnya memiliki kepadatan tanah tinggi yang mengakibatkan terhambatnya penetrasi dan respirasi akar.

Ektomikoriza juga bermanfaat dalam meningkatkan penyerapan unsur hara terutama unsur P dan unsur hara lain seperti tembaga, nitrat, kalium dan seng oleh akar tanaman (Masduqi et al. 2012). Penggunaan *Scleroderma sp.* mampu meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah dan luas daun, serta panjang akar tanaman mangium. Pada perlakuan media tanah dengan mikoriza dan pada perlakuan media tanah bekas tambang kapur dengan mikoriza, pertumbuhan yang terjadi sama baiknya. Sejalan dengan penelitian ini, Setiadi (2004) mengatakan bahwa penggunaan ektomikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan dan kualitas tanaman pada lahan kritis secara signifikan.

*Scleroderma sp.* yang berkolonisasi dengan akar mangium mampu meningkatkan penyerapan unsur hara (Miska et al. 2016). Peningkatan tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman. Sejalan dengan hal tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tinggi dan diameter tanaman yang diberi perlakuan ektomikoriza lebih baik dibandingkan dengan tanaman tanpa inokulasi *Scleroderma sp.* Tinggi tanaman yang meningkat memacu tumbuhnya tunas daun yang lebih banyak sehingga jumlah daun ikut meningkat. Jumlah daun yang meningkat akan menyebabkan proses fotosintesis lebih baik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa luas daun meningkat dengan perlakuan pemberian inokulum spora *Scleroderma sp.* Jannah (2011) menyatakan pertumbuhan tanaman yang diinokulasi ektomikoriza menghasilkan tanaman yang mampu melakukan fotosintesis secara optimal. Permukaan daun yang lebih luas menyebabkan penangkapan radiasi matahari merupakan energi utama dalam melakukan proses fotosintesis lebih banyak. Sejalan dengan penelitian ini, Lizawati et al. (2014) menyatakan bahwa luas daun bibit yang diinokulasi mikoriza lebih besar dibandingkan bibit yang tidak diinokulasi mikoriza. Proses fotosintesis sangat berpengaruh dalam besarnya nilai bobot kering tanaman. Proses fotosintesis memerlukan bahan dasar yang berupa cahaya matahari, bahan organik, dan air dalam membantu tanaman untuk melakukan pemasakan makanan dalam daun (Kusuma et al. 2018).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semai mangium yang berkolonisasi dengan spora *Scleroderma sp.* menghasilkan pertumbuhan jaringan tanaman yang paling baik dengan bobot kering total 1,19 g, bobot kering tajuk 1,08 g, dan bobot kering akar 0,19 g. Hasil ini berbanding terbalik pada perlakuan tanpa pemberian inokulum spora *Scleroderma sp.* yang hanya mendapatkan hasil bobot kering total 0,26 g, bobot kering tajuk 0,33 g, dan bobot kering akar 0,05 g. Panjang akar mangium yang diinokulasi *Scleroderma sp.* lebih panjang dibandingkan dengan panjang akar tanpa inokulasi. Peningkatan panjang akar ini berkaitan dengan fungsi ektomikoriza yang dapat membuat agregat tanah menjadi lebih baik sehingga penyerapan hara lebih baik.

Pada penelitian ini jumlah bintil akar terhadap media campuran tanah dengan tanah bekas tambang kapur tanpa ektomikoriza lebih banyak dibandingkan dengan media yang diberi mikoriza. Hal ini disebabkan karena di alam *rhizobium* lebih banyak ditemukan membentuk sinergi dengan endomikoriza dibandingkan dengan ektomikoriza. Hal ini diduga

menyebabkan terjadinya persaingan tempat tumbuh antara rhizobium dan ektomikoriza. (Hajek et al. 2013; Hendrati dan Nurrohmah 2016; Pijut et al. 2011).

## SIMPULAN

Pertumbuhan mangium di lahan bekas tambang kapur sangat baik dilihat dari persentase hidup tanaman. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata persen hidup mencapai 100% yang membuktikan bahwa semai mangium memiliki potensi untuk dapat hidup serta tumbuh dan berkembang pada lahan kritis. Seluruh parameter pertumbuhan tanaman yang berkolonisasi dengan ektomikoriza memiliki pertumbuhan yang baik dibandingkan dengan tanaman tanpa inokulum ektomikoriza.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsjah, F., Husin, E. F., Santoso, E., Putra, D. P., and Syamsuardi. 2015. Effects of Indigenous Fagaceae-Inhabiting Ectomycorrhizal Fungi *Scleroderma* spp. on Growth of *Lithocarpus Urceolaris* Seedling in Greenhouse Studies. *Journal of Biological Sciences* 18(3): 135–140.
- Algunadi, I. G. 2013. Analisis Dampak Penambangan Batu Kapur terhadap Lingkungan di Kecamatan Nusa Penida. Undiksha Singaraja.
- Brundrett, M., Beeger, Dell, B., Groove, T., and Malajzuk, N. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*.
- Ekawati, Mansur, I., and Dewi, P. 2016. Pemanfaatan Kompos dan Mikoriza Arbuskula pada Longkida (*Nauclea orientalis*) di Tanah Pasca Tambang Nikel PT. Antam Pomalaa. *Silvikultur Tropika* 7(1): 1–7.
- Febrianingrum, H. W. 2014. Pruning Akar untuk Meningkatkan Keberhasilan Infeksi Fungi Ektomikoriza pada Bibit Melinjo (*Gnetum gnemon*) Umur 7 Bulan. IPB.
- Hajek, P., Hertel, D., and Leuschner, C. 2013. Intraspecific Variation in Root and Leaf Traits and Leaf-Root Trait Linkages in Eight Aspen Demes (*Populus tremula* and *P. tremuloides*). *Frontiers in plant science* 4(415): 1–11.
- Handayani, I., Riniarti, M., and Bintoro, A. 2018. Pengaruh Dosis Inokulum Spora *Scleroderma Columnare* terhadap Kolonisasi Ektomikoriza dan Pertumbuhan Semai Damar Mata Kucing. *Jurnal Sylva Lestari* 6(1): 9–15. DOI: 10.23960/jsl169-16
- Hendrati, R. L., and Nurrohmah, S. H. 2016. Penggunaan Rhizobium dan Mikoriza untuk Pertumbuhan *Calliandra calothyrsus* Unggul. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 10(2): 71–81. DOI: 10.20886/jpth.2016.10.2.71-81
- Hidayati, N., Faridah, E., and Sumardi. 2015. Peran Mikoriza pada Semai beberapa Sumber Benih Mangium (*Acacia mangium* Willd) yang Tumbuh pada Tanah Kering. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 9(1): 13–15. DOI: 10.20886/jpth.2015.9.1.13-15
- Ikkal, Iskandar, and Wilarso, S. 2016. Peningkatan Kualitas Bekas Tambang Nikel untuk Media Pertumbuhan Tanaman Revegetasi Melalui Pemanfaatan Bahan Humat dan Kompos. *Jurnal Silvikultur Tropika* 7(3): 153–158.
- Jannah, H. 2011. Respon Tanaman Kedelai terhadap Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskular di Lahan Kering. *Jurnal Ganec Swara* 5(2): 28–31.
- Krisnawati, H., Kallio, M. H., and Kanninen, M. 2011. *Acacia mangium* Willd.: ekologi, silvikultur dan produktivitas. Center for International Forestry Research (CIFOR). DOI: 10.17528/cifor/003479
- Kusuma, A., Riniarti, M., and Surnayanti. 2018. Penambahan Bahan Pembenh Tanah untuk



- Mempercepat Kolonisasi Ektomikoriza dan Pertumbuhan Damar Mata Kucing. *Jurnal Sylva Lestari* 6(1): 16–23. DOI: 10.23960/jsl1617-24
- Kusuma, D. W. 2017. Tinjauan Agroforestri dan Pendekatan Karakter Budaya Lokal dalam Pemulihan Lahan Kritis di Kabupaten Limapuluh Kota. *Jurnal Solum* 14(1): 28–37. DOI: 10.25077/js.14.1.28-37.2017
- Lizawati, Kartika, E., Alia, Y., and Handayani, R. 2014. Biospecies : jurnal ilmiah biologi. *Biospecies* 7(1): 14–21.
- Mansur, I. 2013. *Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. SEAMEO BIOTROP, Bogor.
- Masduqi, A. F., Izzati, M., and Saptiningsih, E. 2012. Pengaruh Penambahan Pembenh Tanah dari *Pistia stratiotes* L. dan *Ceratophyllum demersum* L. pada Tanah Pasir dan Liat terhadap Kapasitas Lapang dan Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 20(1): 56–67.
- Mirdat, Patadungan, Y. S., and Isrun. 2013. Status Logam Berat Merkuri (hg) dalam Tanah pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas di Kelurahan Poboya, Kota Palu. *Jurnal Agrotekbis* 1(2): 127–134.
- Miska, M. E. E., Junaedi, A., Wachjar, A., and Mansur, I. 2016. Karakterisasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Rhizosfer Aren dari Jawa Barat dan Banten. *Silvikultur Tropika* 7(1): 18–23.
- Muryati, S., Mansur, I., and Budi, S. W. 2016. Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Rhizosfer *Desmodium* spp. Asal PT. Cabang Sumberdaya Banten. *Silvikultur Tropika* 7(3): 188–197.
- Noor, M., and Abdurachman. 2014. Pengaruh Pemberian Inokulum Spora *Scleroderma Verrucosum* Terhadap Pertumbuhan Bibit *Shorea* spp. di Rumah Kaca. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* 8(2): 89–96.
- Nurhayati. 2012. Pengaruh Berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum Terhadap Infektivitas dan Efektivitas Mikoriza. *Jurnal Agrista* 16(2): 80–86.
- Nurmasyitah, Syafruddin, and Sayuthi, M. 2013. Pengaruh Jenis Tanah dan Dosis Fungi Mikoriza Arbuskular pada Tanaman Kedelai terhadap Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Agrista* 17(3): 104–110.
- Nusantara, A. Da, Bertham, Y. H., and Mansur, I. 2012. *Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskular*. IPB Press, Bogor.
- Pijut, P. M., Woeste, K. E., and dan Michler, C. H. 2011. *Horticultural Reviews: Promotion of Adventitious Root Formation of Difficult-to-Root Hardwood Tree Species*. Willey-Blackwell.
- Pratomo, J. A., Banuwa, I. S., and Yuwono, S. B. 2018. Evaluasi Keberhasilan Tanaman Reboisasi pada Lahan Kompensasi Pertambangan Emas PT. Natarang Mining. *Jurnal Sylva Lestari* 6(2): 41–50. DOI: 10.23960/jsl2641-50
- Prayudyaningsih, R. 2012. Mikoriza dalam Pengelolaan Hama-Penyakit Terpadu di Persemaian. *Info Teknis Eboni* 9(1): 55–75.
- Prayudyaningsih, R. 2014. Pertumbuhan Semai *Alstonia scholaris*, *Acacia auriculiformis* dan *Muntingia calabura* yang Diinokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Media Tanah Bekas Tambang Kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 3(1): 13–23.
- Prayudyaningsih, R., and Sari, R. 2016. Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Kompos untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Jati (*Tectona grandis* Linn.F.) pada Media Tanah Bekas Tambang Kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 5(1): 37–46.
- Pujawati, E. De. 2009. Jenis-Jenis Fungsi Tanah pada Areal Revegetasi *Acacia mangium* Willd. Di Kecamatan Cempaka Banjarbaru. *Jurnal Hutan Tropis Borneo* 10(28): 305–209.

- Riniarti, M., Wahyuni, A. E., and Surnayanti. 2017. Dampak Perlakuan Pemanasan Inokulum Tanah terhadap Kemampuan Ektomikoriza untuk Mengkolonisasi Akar *Shorea javanica*. *Jurnal Enviroscenteeae* 13(1): 54–61.
- Setiadi, Y. 2004. Arbuscular Mycorrhizal Inoculum Production. in: *Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan Asosiasi Mikoriza Indonesia-Jawa Barat*.
- Suharno, and Sancayaningsih, R. P. 2013. Fungsi Mikoriza Arbuskula: Potensi Teknologi Mikorizoremediasi Logam Berat dalam Rehabilitasi Lahan Tambang. *Jurnal Bioteknologi* 10(1): 31–42.
- Sutedjo, and Warsudi. 2017. Menakar Sifat Invasif Spesies Akasia Mangium (*Acacia mangium* Willd.) di Hutan Penelitian dan Pendidikan Bukit Soeharto. *Jurnal Hutan Tropis* 1(1): 82–89.
- Ulfa, M., Kurniawan, A., Sumardi, S., and Sitepu, I. 2011. Populasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Lokal pada Lahan Pasca Tambang Batubara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 8(3): 301–309. DOI: 10.20886/jphka.2011.8.3.301-309