

**PENGARUH EKTOMIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI  
MANGIUM (*Acacia mangium*) PADA MEDIA BEKAS TAMBANG KAPUR**

(Skripsi)

Oleh

**DEVI APRILLIA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH EKTOMIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI MANGIUM (*Acacia mangium*) PADA MEDIA BEKAS TAMBANG KAPUR**

**Oleh**

**DEVI APRILLIA**

Salah satu penyebab lahan kritis adalah aktivitas pertambangan kapur. Dengan demikian lahan bekas tambang kapur mempunyai karakteristik kesuburan tanah yang rendah baik fisik, kimia dan biologi. Aplikasi fungi ektomikoriza merupakan alternatif yang harus dilakukan untuk menghasilkan bibit berkualitas. Mangium merupakan salah satu tanaman yang tahan terhadap tanah marginal seperti lahan bekas tambang kapur dan mangium dapat berasosiasi dengan banyak mikoriza seperti ektomikoriza jenis *Scleroderma* Sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh pertumbuhan semai mangium di media tumbuh bekas tambang kapur dan menganalisis pengaruh aplikasi ektomikoriza terhadap pertumbuhan mangium di media bekas tambang kapur. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan masing-masing 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu terdiri dari 100% tanah dengan mikoriza, 100% tanah tanpa mikoriza, 50% tanah+50% tailing kapur + mikoriza, 50% tanah+50% tailing

Devi Aprillia

kapur tanpa mikoriza, 100% tailing + mikoriza dan 100% tailing tanpa mikoriza.

Total keseluruhan percobaan yang dilakukan adalah 90 satuan percobaan. Metode yang digunakan yaitu analisis sidik ragam (ANARA) dan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah mangium memiliki daya hidup yang tinggi sehingga mampu tumbuh dilahan bekas tambang kapur. Pertumbuhan terbaik dimiliki oleh perlakuan pada media tanah yang diberi mikoriza. Kolonisasi ektomikoriza yang terjadi masih sangat rendah, namun tetap menjadi indikator bahwa terbentuk asosiasi pada akar mangium yang ditanam pada media 100% bekas tambang kapur.

**Kata kunci:** Ektomikoriza, fitoremediasi, *Sclerodema* sp., mangium, tambang batu kapur.

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF ECTOMYCORHIZA ON THE GROWTH OF MANGIUM (*Acacia mangium*) IN THE EX-LIMESTONE MINING**

**By**

**DEVI APRILLIA**

One of the causes of critical land was limestone mining activities. Thus ex-limestone mining has low physical, chemical and biological soil fertility characteristics.

Mangium is one of the plants that was resistant to marginal soils such as ex-limestone mining and mangium could associate with many mycorrhizae such as ectomycorrhiza type *Scleroderma* Sp. Added ectomycorrhiza was an alternative way to enhance the seed quality on marginal area such as ex-limestone mining. This research aimed to identify the effect ex-limestone mining as growing media on mangium growth and to analyze the effect of application of ectomycorrhiza on mangium growth on ex-limestone mining media. The research used a completely randomized design (CRD) with six treatments and five replications. Treatment consisted of 100% soil with mycorrhiza, 100% soil without mycorrhizal, 50% soil + 50% limestone tailings + mycorrhiza, 50% soil + 50% limestones tailings without mycorrhiza, 100% tailing

with mycorrhiza and 100% tailing without mycorrhiza. The total number of experiments performed was 90 units of the experiment. The method used analysis of variance (ANOVA) and further tests using the Least Significant Difference (LSD). The results showed that mangium had an ability to grow in ex-limestone mining. Application of ectomycorrhiza could enhance the growth of mangium. Colonization percentage of ectomycorrhiza still lack, but it gave a promising that mangium could form association with *Scleroderma* sp.

**Keywords:** ectomycorrhiza, limestone, *Scleroderma*, mangium, phytoremediation.

**PENGARUH EKTOMIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI  
MANGIUM (*Acacia mangium*) PADA MEDIA BEKAS TAMBANG KAPUR**

Oleh

**DEVI APRILLIA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA KEHUTANAN**

pada

**Jurusan Kehutanan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

Judul Skripsi : **PENGARUH EKTOMIKORIZA TERHADAP  
PERTUMBUHAN SEMAI MANGIUM (*Acacia  
mangium*) PADA MEDIA BEKAS  
TAMBANG KAPUR**

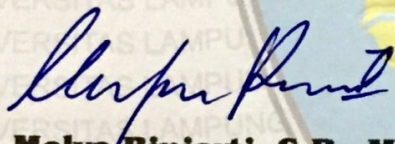
Nama Mahasiswa : **Devi Aprillia**

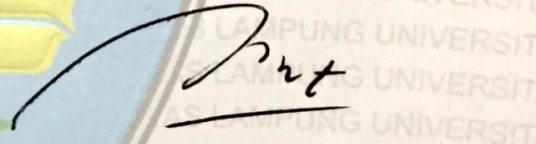
Nomor Pokok Mahasiswa : 1514151010

Program Studi : Kehutanan

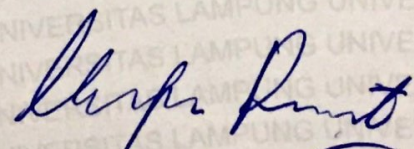
Fakultas : Pertanian



  
**Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.**  
NIP. 197705032002122002

  
**Drs. Afif Bintoro, M.P.**  
NIP. 196006171987031007

2. Ketua Jurusan Kehutanan

  
**Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.**  
NIP. 197705032002122002

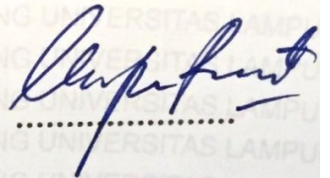


**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

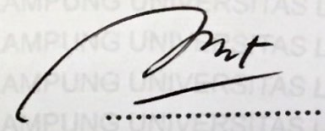
**Ketua**

**: Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.**



**Sekretaris**

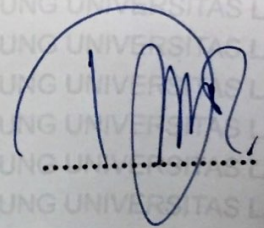
**: Drs. Afif Bintoro, M.P.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing**

**: Duryat, S.Hut., M.Si.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 196110201986031002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 Agustus 2019**



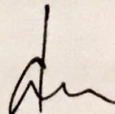
## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Devi Aprillia NPM 1514151010

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si. dan Drs. Afif Bintoro, M.P. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang saya buat sendiri dan didasari oleh rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal dan sejenisnya) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 19 Agustus 2019  
Yang membuat pernyataan,



Devi Aprillia  
1514151010

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 26 April 1997, putri tunggal anak dari pasangan Bapak Didi Rahmat dan Ibu Zuhairiah. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Perwanida 2002-2003, Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Sukaraja tahun 2003-2009, Sekolah Menengah Pertama di SMP Arjuna Bandar Lampung tahun 2009-2012, dan Sekolah Menengah Atas di SMA N 10 Bandar Lampung tahun 2012-2015.

Tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Pendidikan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan mendapatkan Beasiswa Bidikmisi selama 4 tahun. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Kehutanan (Himasylva) Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai Anggota Utama.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bakhu, Kecamatan Batu Ketulis, Kabupaten Lampung Barat selama 40 hari dari bulan Januari hingga Maret 2019. Penulis juga melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Banyumas Barat Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Tengah selama 40 hari dari bulan Juli hingga Agustus 2018. Tahun 2019, penulis dipercaya sebagai asisten dosen mata kuliah Bioteknologi Kehutanan dengan dosen penanggung jawabnya ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.

*Bismillahirrahmanirrahim*

Kupersembahkan Karya Sederhana untuk Ayahanda dan Ibunda Ku Tersayang

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Ektomikoriza terhadap Pertumbuhan Semai Mangium (*Acacia mangium*) pada Media Bekas Tambang Kapur” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kehutanan pada Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Tidak lupa shalawat beserta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya hingga ke akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak sebagai berikut :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kehutanan sekaligus dosen pembimbing utama atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, kritik, saran serta motivasi dengan penuh kesabaran dalam proses penyelesaian skripsi ini.

3. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P. selaku dosen pembimbing kedua atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, kritik, saran serta motivasi dengan penuh kesabaran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Duryat, S.Hut., M.Si. selaku dosen penguji atas kesediaannya dalam memberikan kritik, saran serta motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Hari Kaskoyo, Ph.D., S.Hut., M.P. selaku dosen pembimbing akademik atas semua kritik dan saran, nasihat serta motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
6. Bapak Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si., selaku ketua tim percepatan skripsi dan seluruh tim percepatan skripsi yang telah mencurahkan waktu, pikiran dan motivasi kepada penulis untuk mewujudkan skripsi berjalan dengan lancar dan lulus tepat waktu.
7. Segenap dosen Jurusan Kehutanan yang telah memberikan ilmu pengetahuan wawasan serta nasihat selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Kedua orangtua tercinta Ayah Didi Rahmat dan Ibu Juhairiah yang tidak pernah berhenti memberikan kasih sayang, do'a, dukungan, arahan dengan penuh kesabaran yang tiada henti hingga penulis bisa melangkah sejauh ini
9. Teman seperjuangan Kehutanan 2015 "TW15TER", Budaya *squad*, KPH Banyumas Barat khususnya Suci Rahmadhani, S.Hut., Lela Apriani, S.Hut., Rizki Noviasari, S.Hut., Endah Susilowati, S.Hut., Ulfa Lutfiana, S.Hut., Kartika Puspa Dewi., atas segala bantuan, dukungan dan kebersamaan yang telah kalian berikan.



10. Sahabat penulis Mia Anis Saputri, Desita Priandini, Nadia Andina Putri, Syarifah, dan kekasih penulis M Arief Kurniawan atas segala dukungan, saran, dan kebersamaan yang telah kalian berikan;
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu penulis dalam proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas setiap amal kebaikan kalian. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, 14 Agustus 2019  
Penulis,

**Devi Aprillia**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	3
C. Manfaat Penelitian .....	4
D. Kerangka Pemikiran .....	4
E. Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
A. Lahan Kritis .....	7
B. Mangium .....	7
C. Mikoriza .....	8
D. Ektomikoriza .....	9
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	10
B. Bahan dan Alat Penelitian .....	10
C. Metode Penelitian .....	10
D. Pengumpulan Data .....	11
E. Prosedur Penelitian .....	11
F. Pengamatan Penelitian .....	13
G. Analisis Data .....	15
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
A. Hasil Penelitian .....	17
1. Persen kolonisasi Akar (%) .....	18
2. Tinggi Tanaman .....	19
3. Diameter Batang Tanaman .....	20

	Halaman
4. Jumlah Daun .....	21
5. Luas Daun .....	21
6. Panjang Akar. ....	23
7. Bobot Kering Tajuk (BKT). ....	24
8. Bobot Kering Akar (BKA). ....	25
9. Bobot Kering Total (BKT). ....	26
10. Bintil Akar. ....	26
B. Pembahasan. ....	27
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>32</b>
A. Simpulan .....	32
B. Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>33</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel	
1. Rekapitulasi analisis ragam untuk seluruh variabel penelitian .....	17
2. Variabel persentase hidup bibit mangium.....	18
3. Rekapitulasi hasil uji Bartlett untuk homogenitas ragam antar perlakuan	39
4. Hasil anara persentase kolonisasi akar tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	39
5. Hasil anara pertambahan panjang akar tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	39
6. Hasil anara pertambahan tinggi tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> )....	40
7. Hasil anara pertambahan diameter tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).	40
8. Hasil anara pertambahan jumlah daun tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	40
9. Hasil anara pertambahan luas daun tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	40
10. Hasil anara pertambahan panjang akar tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	41
11. Hasil anara bobot kering tajuk tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	41
12. Hasil anara bobot kering akar tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	41
13. Hasil anara bobot kering total tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	41
14. Hasil anara bintil akar tanaman mangium ( <i>Acacia mangium</i> ).....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Persentase kolonisasi pada akar mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur tailing dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	18
2. Akar mangium yang terkolonisasi ektomikoriza pada media tanam tanah bekas tambang batu kapur .....	19
3. Pertambahan tinggi mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	19
4. Perbedaan tinggi pada mangium antar perlakuan berumur 3 bulan.....	20
5. Pertambahan diameter batang mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	20
6. Pertambahan jumlah daun mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	21
7. Pertambahan luas daun mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	22
8. Penghitungan luas daun mangium dengan menggunakan alat <i>leaf area meter</i> .. ....	22
9. Pertambahan panjang akar mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	23
10. Perbedaan panjang akar antar perlakuan mangium berumur 3 bulan. ....	23
11. Bobot kering tajuk mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp.....	24
12. Bobot kering tajuk yang telah dioven selama 3 hari dan di timbang.....	24



	Halaman
13. Bobot kering akar mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	25
14. Bobot kering akar yang telah di oven selama 3 hari dan di timbang. ....	25
15. Bobot kering total mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	26
16. Bintil akar mangium pada perlakuan media bekas tambang kapur dan pemberian <i>Scleroderma</i> sp. ....	26
17. Proses penghitungan bintil akar yang terdapat di akar tanaman mangium.	27

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Lahan kritis di Indonesia tahun 2016 dewasa ini luasnya telah mencapai 24,3 juta hektar (Kusuma, 2017). Berdasarkan kondisi tersebut ada kecenderungan pertambahan lahan kritis lebih cepat dibandingkan dengan realisasi rehabilitasinya. Apabila kondisi tersebut berlangsung terus maka akan menimbulkan pengaruh buruk yang luas meliputi aspek lingkungan (ekologis) maupun aspek ekonomi karena lahan merupakan penyangga kehidupan. Salah satu penyebab lahan kritis adalah aktivitas pertambangan bahan baku semen (Pudjiharta dkk, 2007).

Pertambangan kapur merupakan sumber untuk memenuhi kebutuhan semen, akan tetapi mengakibatkan hilangnya vegetasi, horizon tanah rusak, rusaknya struktur, tekstur, porositas dan kepadatan sebagai karakter fisik tanah yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu penambangan kapur menyebabkan lapisan top soil hilang, kandungan bahan organik rendah, kandungan unsur hara yang tersedia rendah, pemadatan tanah, pH tinggi, suhu tanah tinggi dan diversitas mikroba pada lahan yang sudah ditinggalkan (bekas tambang) rendah. Dengan demikian lahan bekas tambang kapur mempunyai karakteristik kesuburan tanah yang rendah baik fisik, kimia dan biologi. Hal tersebut tentu saja merupakan masalah yang harus dihadapi dalam upaya rehabilitasi lahan bekas tambang kapur terutama untuk kegiatan revegetasi (Prayudyaningsih, 2016 ; Prayudyaningsih 2008).

Teknologi yang tepat diperlukan untuk mendukung keberhasilan rehabilitasi lahan bekas tambang kapur. Pemanfaatan mikroba tanah potensial seperti fungi mikoriza merupakan salah satu alternatif yang harus dilakukan (Suharno, 2013). Asosiasi (simbiosis) antara mikoriza dengan akar tanaman mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang marginal seperti lahan bekas tambang kapur (Prayudyaningsih dan Dania, 2012 ; Prayudyaningsih, 2013 dan Prayudyaningsih, 2014).

Fungi mikoriza adalah mikroba tanah yang merupakan suatu bentuk simbiosis mutualistik antara jamur dan akar tanaman (Brundrett dkk, 1996). Simbiosis tersebut tanaman akan mempunyai daerah penyerapan akar yang lebih luas sehingga proses penyerapan unsur hara menjadi lebih efisien. Selain itu keberadaan mikoriza juga dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara terutama fosfat (P) yang ketersediaannya sangat rendah pada tanah kapur, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan serapan air serta melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik (Hasanuddin, 2003 ; Zuhry, 2008). Nurmasiyita (2013) menyatakan bahwa fase bibit merupakan fase yang sangat tergantung pada mikoriza. Inokulasi mikoriza pada bibit tanaman terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan bibit. Aplikasi fungi mikoriza merupakan alternatif untuk menghasilkan bibit berkualitas. Bibit bermikoriza mempunyai daya hidup lebih tinggi, terutama pada kondisi lahan yang sangat ekstrim seperti lahan bekas tambang kapur.

Pemilihan jenis tanaman akan memengaruhi keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang khususnya tambang kapur (Mahfudz dkk,2004). Mangium merupakan jenis tanaman yang toleran terhadap tanah miskin hara dan alkalin seperti tanah di

lahan bekas tambang kapur. Menurut Hidayati dkk.(2015) mangium merupakan jenis yang cepat tumbuh dan kayunya dapat digunakan sebagai kayu bakar. Jenis tanaman mangium mempunyai fungsi ekologis pada habitatnya dan sebagai jenis pioner yang selalu hijau, tanaman tersebut menyediakan naungan bagi jenis tanaman lain untuk dapat hidup dan juga mampu meningkatkan fisik-kimia tanah. Selain itu, penggunaan jenis tanaman mangium yang tepat dapat mendukung keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang (Nurhayati, 2012). Mangium merupakan salah satu tumbuhan yang dapat berkolonisasi dengan banyak jenis mikoriza seperti ektomikoriza (Pujawati, 2009).

Salah satu fungi ektomikoriza yaitu *Scleroderma columnare* berasosiasi dengan akar tanaman tingkat tinggi. Ektomikoriza membantu akar tanaman untuk menyerap unsur hara dan air yang diperlukan dalam fotosintesis. Menurut Prameswari (2004) persen kolonisasi ektomikoriza pada akar tanaman tampaknya dipengaruhi oleh keadaan dan jenis media tanam yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan suatu informasi ilmiah tentang jenis media tanam yang cocok untuk meningkatkan kolonisasi ektomikoriza sehingga dapat meningkatkan kualitas bibit yang nantinya akan digunakan dalam pembangunan hutan tanaman. Penelitian ini penting dilakukan untuk mendapatkan informasi ilmiah tentang media tanam yang cocok di lahan bekas tambang kapur.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah.

1. Mengidentifikasi pengaruh pertumbuhan semai mangium di media tumbuh bekas tambang kapur.

2. Mengidentifikasi pengaruh aplikasi ektomikoriza terhadap pertumbuhan mangium di media bekas tambang kapur.

### **C. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah.

1. Menyediakan informasi mengenai pertumbuhan mangium pada media tumbuh bekas tambang kapur.
2. Menyediakan data tentang manfaat ekomikoriza terhadap pertumbuhan mangium pada lahan bekas tambang kapur.

### **D. Kerangka Pemikiran**

Bahan dasar batu kapur adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Batu kapur dibutuhkan untuk berbagai penggunaan setelah diubah menjadi kapur mentah ( $\text{CaO}$ ) atau kapur mati ( $\text{CaOH}$ ) seperti misalnya dalam industri-industri farmasi, makanan, dan kertas. Sebanyak 80% dari bahan baku pembuatan semen terdiri atas batu kapur (Soewandita, 2010).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pada lahan bekas tambang kapur adalah dengan memperbaiki kualitas tanah diantaranya inokulasi fungi mikoriza yang memiliki infektivitas dan efektivitas tinggi. Fungi mikoriza merupakan mikroba tanah yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Melalui simbiosis tersebut tanaman akan mempunyai daerah penyerapan akar yang lebih luas sehingga proses penyerapan unsur hara menjadi lebih efisien Nurhayati, (2012). Menurut Dighton (2003) dikutip oleh Syamsiyah (2008), adanya hifa fungi memberikan keuntungan dalam pengambilan unsur hara, yaitu da-



pat menembus tanah dengan mudah, memberikan ruang jelajah yang lebih luas karena memiliki diameter yang lebih kecil.

Mangium merupakan salah satu tanaman yang potensial untuk merehabilitasi lahan-lahan kritis. Lahan kritis didefinisikan sebagai lahan yang mengalami proses kerusakan fisik, kimia dan biologi karena tidak sesuai penggunaan dan kemampuannya, yang akhirnya membahayakan fungsi hidrologis, orologis, produksi pertanian, pemukiman dan kehidupan sosial ekonomi serta lingkungan. Kekeringan dan terbatasnya ketersediaan unsur hara bagi tanaman merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam upaya rehabilitasi lahan kritis.

Keberadaan Ektomikoriza pada akar tanaman dapat dipengaruhi oleh keadaan media tanam. Penggunaan berbagai media tanam dilakukan karena setiap jenis tanaman mempunyai kecenderungan akan tumbuh dengan baik pada media yang cocok untuk menyokong pertumbuhannya dan pertumbuhan mikroba yang berasosiasi dengan tanaman tersebut. Media tanam yang digunakan dapat berupa tanah dan tanah bekas tambang kapur. Media tanam bekas tambang kapur tersebut diinokulasi dengan suspensi spora *S.columnare* dan tidak dilakukan pencampuran antar media tanam.

Inokulum spora diharapkan dapat meningkatkan kolonisasi ektomikoriza dan pertumbuhan tanaman Mangium. Menurut Gusmiaty (2012), pemberian inokulum ektomikoriza memberikan pengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi, dan jumlah cabang semai mangium.

**E. Hipotesis**

1. Terdapat pengaruh terhadap pertumbuhan semai mangium pada media bekas tambang kapur.
2. Pemberian ektomikoriza di media bekas tambang kapur dapat meningkatkan pertumbuhan semai mangium.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Lahan Kritis**

Penyebab lahan kritis adalah aktivitas pertambangan bahan baku semen. Untuk mengendalikan dan mengembalikan produktivitas lahan kritis khususnya akibat dari pertambangan bahan baku semen perlu adanya aktivitas reklamasi, atau rehabilitasi lahan kritis bekas tambang tersebut. Aktivitas reklamasi atau rehabilitasi lahan bekas tambang bahan baku semen menjadi kewajiban bagi perusahaan tambang yang bersangkutan. Teknik perbaikan lingkungan khususnya reklamasi atau rehabilitasi lahan yang dilakukan oleh penambang belum sepenuhnya dikuasai, sehingga perlu diperbaiki dan ditingkatkan. Beberapa referensi menunjukkan bahwa kegiatan reklamasi atau rehabilitasi lahan bekas tambang dilakukan dengan teknik-teknik penanaman pohon merupakan cara umum yang dilakukan (Nurhidayati, 2003).

### **B. Mangium**

Mangium merupakan salah satu tanaman yang potensial untuk merehabilitasi lahan-lahan kritis. Lahan kritis didefinisikan sebagai lahan yang mengalami proses kerusakan fisik, kimia dan biologi karena tidak sesuai penggunaan dan kemampuannya, yang akhirnya membahayakan fungsi hidrologis, produksi pertanian, pemukiman dan kehidupan sosial ekonomi serta lingkungan. Kekeringan dan terbatasnya ketersediaan unsur hara bagi tanaman merupakan salah satu masalah yang

dihadapi dalam upaya rehabilitasi lahan kritis. Kendala pokok pembudidayaan lahan kering ini adalah keterbatasan air, baik itu curah hujan maupun air aliran permukaan (Hidayati dkk., 2015). Tijitrosoepomo (1993) menuliskan berdasarkan taksonominya, mangium digolongkan sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Class : Dicotyledoneae

Subclass: Dialypetalae

Ordo : Rosales

Familia : Mimosaceae

Genus : *Acacia*

Spesies : *Acacia mangium* Willd.

### **C. Mikoriza**

Mikoriza adalah simbiosis mutualisme antara fungi dan akar tumbuhan tinggi.

Tanpa adanya mikoriza, beberapa tumbuhan tidak dapat menyerap air dan mineral yang cukup dari dalam tanah untuk pertumbuhan yang maksimum. Fungi dan tumbuhan tinggi masing-masing mendapat keuntungan. Fungi mendapat senyawa organik, misalnya gula dan asam amino dari tumbuhan. Tumbuhan memperoleh air dan mineral (terutama fosfor) yang diserap oleh fungi dari dalam tanah. Mikoriza terbagi menjadi dua yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Ektomikoriza fungi melingkupi akar tumbuhan. Hifa fungi yang menempel pada akar memperluas permukaan akar sehingga akar dapat menyerap air dan mineral lebih banyak.

Endomikoriza hifa fungi menginfeksi ke dalam jaringan akar sehingga hifa tidak tampak dari luar (Aryulina dkk, 2006).

#### **D. Ektomikoriza**

Ektomikoriza merupakan jenis fungi yang pada umumnya terdiri dari benang-benang mikroskopis yang disebut hifa dan secara kolektif membentuk miselium serta dapat bercabang yang tebalnya antara 0,5 – 100 mikron dan panjangnya berkisar dari beberapa mikron hingga meter. Secara umum akar yang terinfeksi fungi pembentuk ektomikoriza dicirikan dengan adanya mantel, jaringan hartig dan hifa (Bintoro, 1995). Hifa ektomikoriza masuk di antara sel-sel epidermis dan kortek membentuk jaringan hartig. Tebal mantel antara 20 – 100 mikron dan terdiri dari 25 – 40% berat kering keseluruhan organ (Smith, 2008).

Ektomikoriza merupakan asosiasi dari fungi golongan *Basidiomycetes* dan lainnya yang membentuk bengkakan pada akar lateral pendek yang diselubungi oleh mantel hifa. Akar terdapat suspensi Hartig yaitu hifa yang mengitari sel epidermis atau korteks. Jenis tanaman yang diketahui mampu berasosiasi dengan ektomikoriza antara lain *Dipterocarpaceae*, *Eucalyptus*, dan Pinus (Soegiharto dkk., 2010). Salah satu jenis ektomikoriza yang bersimbiosis dengan *Dipterocarpaceae* adalah *Scleroderma columnare*. Jenis fungi *S. columnare* berpotensi meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman kehutanan (Alamsjah, 2015).



### **III.METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pengamatan dilaksanakan di rumah kaca, pengukuran luas daun dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu dan analisis akar terkolonisasi dilaksanakan di Laboratorium Hama Penyakit Tanaman. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan yaitu Februari sampai dengan Mei 2019.

#### **B. Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semai mangium berumur 1 bulan, media tanam berupa tanah bekas tambang kapur, air, aquades, larutan tween 80, dan inokulum spora *Scleroderma* sp. Sedangkan alat yang digunakan mikroskop stereo, *shaker rotator*, *haemocytometer*, *leaf area meter*, tabung *erlenmeyer*, timbangan digital, kamera, kaliper digital, petridis, oven, spatula ukuran 20 ml, pipet tetes, gunting.

#### **C. Metode Penelitian**

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 6 perlakuan, 5 ulangan, serta 3 tanaman tiap ulangan sehingga keseluruhan tanaman berjumlah 90 satuan percobaan. Perlakuan pada penelitian, yaitu : tanah tanpa ektomikoriza

(P1), tanah dengan ektomikoriza (P2), tanah bekas tambang batu kapur tanpa ektomikoriza (P3), tanah bekas tambang batu kapur dengan ektomikoriza (P4), tanah 50% +tanah bekas tambang batu kapur 50% tanpa ektomikoriza(P5) dan tanah 50% +tanah bekas tambang batu kapur 50% dengan ektomikoriza (P6).

Model matematika dari Rancangan Acak Lengkap inokulum ektomikoriza terhadap kolonisasi dan pertumbuhan semai magium adalah sebagai berikut.

$$\hat{Y} = \mu + \tau + \varepsilon$$

Keterangan:  $\hat{Y}$  = Hasil pengamatan

$\mu$  = Nilai tengah umum

$\tau$  = Pengaruh pemberian dosis inokulum

$\varepsilon$  = Pengaruh galat percobaan (Hanafiah, 2011).

#### **D. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah berupa data primer.

Data primer didapatkan dari pengamatan langsung yang meliputi tinggi bibit, diameter bibit, jumlah daun, panjang akar, kolonisasi ektomikoriza, luas daun, berat kering akar, dan berat kering total.

#### **E. Prosedur Penelitian**

Tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

##### 1. Persiapan persemaian

Benih yang digunakan adalah mangium yang sudah diskarifikasi terlebih dahulu dengan cara merendam benih dengan air mendidih suhu awal 100<sup>0</sup> selama 24 jam dan disemai pada media pasir, bibit yang dipakai yang berumur 1 bulan.

## 2. Persiapan media tumbuh

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah *top soil* yang di ambil dari laboratorium lapang terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung lalu tanah tersebut disterilkan dengan cara dikukus selama 2-3jam. Media bekas tambang batu kapur diambil langsung dari tambang batu kapur yang berada didaerah kedamaian Bandar Lampung. Media tersebut dimasukkan kedalam *polybag* ukuran 10 cm x 15 cm.

## 3. Persiapan inokulum spora *Scleroderma* sp

Inokulum yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk spora yang berasal dari tubuh buah *Scleroderma* sp. yang didapat dari lampung timur. Sumber inokulum spora diperoleh dari tubuh buah yang sudah tua. Tubuh buah dipilih kemudian dibersihkan dan dikeringanginkan, lalu tubuh buah dibelah dan dikerok bagian dalamnya untuk mendapatkan spora. Spora yang diperoleh selanjutnya dikeringanginkan untuk mengurangi kelembaban pada spora tersebut.

## 4. Penyiapan Inokulum Ektomikoriza

Inokulum yang digunakan yaitu inokulum berbentuk suspensi spora yang berasal dari tubuh buah *Scleroderma* sp. Suspensi spora dibuat dengan cara mencampurkan 5 gram spora ke dalam 1 liter aquades dan diberi delapan tetes tween 80, lalu diaduk perlahan menggunakan *magnetic stirrer* hingga tercampur merata.

5. Aplikasi *Scleroderma* sp pada akar mangium

Spora *Scleroderma* sp. disuntikan dengan menggunakan spuit ukuran 20 ml pada perakaran mangium. Dosis ektomikoriza yang diaplikasikan pada bibit mangium 10 ml/polybag.

#### **F. Pengamatan Penelitian**

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah.

1. Pertambahan tinggi (cm)

Pengukuran tinggi dimulai dari kolet sampai dengan buku-buku batang (nodus) teratas dengan menggunakan mistar. Kolet adalah daerah perbatasan antara hipokotil dan akar semai. Pada umumnya kolet merupakan tempat letaknya kotiledon. Pengukuran dilakukan pada awal penelitian dan akhir penelitian.

2. Pertambahan diameter (mm)

Diameter batang diukur dari kolet dengan menggunakan kaliper digital. Pengukuran dilakukan pada awal penelitian dan akhir penelitian.

3. Jumlah daun

Jumlah daun dihitung pada akhir penelitian. Daun yang dihitung adalah daun yang telah terbuka. Karena daun yang membuka sempurna memperoleh fotosintesis lebih optimal. Sedangkan daun muda masih menggulung.

4. Panjang akar (cm)

Panjang akar diukur dari akar teratas sampai dengan akar terpanjang dengan menggunakan benang mengikuti bentuk akar dan kemudian benang diukur dengan mistar 30 cm. Pengukuran dilakukan pada akhir penelitian.

5. Kolonisasi ektomikoriza (%)

Pengamatan kolonisasi dilakukan secara langsung terhadap akar yang terkolonisasi *Scleroderma sp* dengan metode *Gridline Intersection Method* (Brundett dkk., 1996). Sebelum dilakukan penghitungan akar dicuci bersih dengan air mengalir secara perlahan, setelah itu akar dipotong-potong sepanjang 1 cm yang kemudian disebar di atas petridis yang telah dibuat *gridline* 1 cm x 1 cm secara acak tanpa menghitung jumlah akar yang disebar. Jumlah akar yang terkolonisasi dihitung secara langsung di bawah mikroskop stereo pada garis vertikal dan horizontal *gridline* petridis. Akar terkolonisasi memiliki ciri yaitu akar berwarna putih susu dan akar lebih tebal dibandingkan dengan yang tidak terkolonisasi serta terdapat hifa baik di akar atau di media semai. Pengamatan kolonisasi ektomikoriza dilakukan pada akhir penelitian.

Perhitungan persen kolonisasi menggunakan rumus:

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

6. Luas daun (cm<sup>2</sup>)

Pengukuran luas daun dilaksanakan di Lab Lapang Terpadu Universitas Lampung dengan menggunakan *Leaf area meter* tipe LI-3100C. Pengukuran dilakukan setelah akhir penelitian. Daun di potong terlebih dahulu dari

tangkainya kemudian dimasukkan ke alat *Leaf area meter* satu persatu dengan satu tanaman satu kali pengukuran.

7. Berat kering akar (BKA) dan berat kering tajuk (BKT) (gram)

Berat kering akar dan berat kering tajuk didapatkan pada akhir penelitian.

Bagian tajuk dan akar dipisahkan dengan cara memotong tanaman pada bagian kolet tanaman. Kemudian kedua bagian tersebut dioven dengan suhu 80°C sampai beratnya konstan. Setelah beratnya konstan ditimbang dengan menggunakan kaliper digital. Bobot kering tajuk mencerminkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman mangium.

8. Berat kering total (BKT) (gram)

Berat kering tanaman diperoleh setelah tanaman dipanen. Berat kering total diketahui dengan cara menjumlahkan berat kering akar dan berat kering tajuk. Berat kering total dihitung untuk mengetahui unsur hara yang terserap oleh tanaman mangium.

Bobot kering total = bobot kering tajuk + bobot kering akar.

## **G. Analisis Data**

Analisis data yang dilakukan setelah data didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Analisis Ragam (Anara)

Analisis ragam dilakukan untuk menguji hipotesis tentang faktor perlakuan terhadap keragaman data hasil percobaan atau untuk menyelidiki ada tidaknya pengaruh perlakuan.

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka terdapat pengaruh nyata dari perlakuan yang diberikan, dilanjutkan dengan pemisahan nilai tengah menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %. Namun jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka tidak ada pengaruh nyata dari perlakuan yang diberikan, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut.

## 2. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Untuk mengetahui dosis yang paling baik terhadap pertumbuhan damar mata kucing dilakukan uji perbandingan nilai tengah dengan Uji Nyata Terkecil (BNT). Semua perhitungan dilakukan pada taraf nyata 5% (Hanafiah, 2011).

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$BNT : t_{\alpha}(v) \cdot Sd$$

$$Sd : \frac{\sqrt{2KNT}}{R}$$

Keterangan :  $t_{\alpha}(v)$  : nilai baku student pada taraf  $\alpha$  dan drajat bebas galat  $v$ .

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Simpulan**

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. 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%.
2. Pengaruh ektomikoriza terhadap pertumbuhan bibit mangium di media bekas tambang kapur sangat berpengaruh nyata dapat hidup dan berkembang pada lahan bekas tambang kapur.

### **B. Saran**

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian dengan waktu yang lebih lama lagi, sehingga mangium dapat berasosiasi dengan ektomikoriza lebih baik lagi, untuk mendapatkan kolonisasi yang optimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsjah, F. 2015. Effects of indigenous fagaceae-inhabiting ectss omycorrhizal fungi scleroderma spp., on growth of lithocarpus urceolaris seedling in greenhouse studies. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 18 (3) : 135 - 140.
- Algunadi, IG. 2013. Analisis dampak penambangan batu kapur terhadap lingkungan di Kecamatan Nusa Penida [skripsi]. Bali (ID): Jurusan Pendidikan Geografi Undiksha Singaraja.
- Amina, S., Yusran dan Irmasari. 2014. Pengaruh dua spesies fungi mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan dan ketahanan semai kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.) pada cekaman kekeringan. *Warta Rimba*. 2 (1) : 96-104.
- Aryulina, D., Muslim, C., Manaf., dan Winarni, E.W. 2006. *Biologi 1*. Buku. Erlangga. Jakarta. 341p.
- Bintoro, A. 1995. *Pengaruh Cara Penyapihan dan Inokulasi Tanah Bermikoriza pada Beberapa Medium Campuran Tanah Latosol terhadap Pertumbuhan Semai Merawan (Hopea dryobalanoides Miq)*. Tesis. Universitas Gajah Mada. 7—24p.
- Bowen, GD. 1980. Mycorrhizal Roles in Tropical Plants and Ecosystem. Di dalam : Mikola P (ed). *Tropical Mycorrhiza Research*. New York: Clarendon Press. hlm 166 – 185.
- Brundrett, M., Beeger, Dell, B., Groove, T., and Malajzuk, N. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. *ACIAR Monograph*. 32-374.
- Brundrett, M., Boughter, N., Dell, B., Grove T., dan Malajcjuk, N. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Buku. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. Australia. 374p.
- Duponnois, P., A. Colombet., V. Hien dan J. Thioulouse. 2005. The fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosecea*. *Journal of Soil Biology and Biochemistry*. 37:1460-1468.

- Fatimah, S. dan Handarto, B.M. 2008. Pengaruh komposisi media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sambiloto (*Andrographis paniculata*, Nees). *Embryo*. 5 (2) : 133-148.
- Gusmiaty. 2012. Pengaruh dosis inokulan alami (ektomikoriza) terhadap pertumbuhan semai tengkawang (*Shorea pinanga*). *Jurnal Perennial*. 8 (2) : 69—74.
- Hadi, S. 2000. Status ektomikoriza pada tanaman hutan di Indonesia. Halaman 25-55. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I*. Bogor, November, 15-16, 2000.
- Hasanuddin. 2003. Peningkatan ketersediaan dan serapan n dan p serta hasil tanaman jagung melalui inokulasi mikoriza, azotobakter dan bahan organik pada ultisol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 5(1): 83-89.
- Hanafiah, K.A. 2011. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Buku. PT Rajagrafindo Persada. Jakarta. 259p.
- Hendrati, R.L. dan Nurrohmah, S.H. 2016. Penggunaan rhizobium dan mikoriza untuk pertumbuhan calliandra calothyrsus unggul. *J. Pemuliaan Tanaman Hutan*. 10 (2): 71-81.
- Hidayati, N., Faridah, E., dan Sumardi. 2015. Peran mikoriza pada semai beberapa sumber benih mangium (*acacia mangium* Willd) yang tumbuh pada tanah kering. *J. Pemuliaan Tanaman Hutan*. 9(1): 13-29.
- Hajek, P., Hertel, D., dan 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 Sciences*. 4 (415). 1–11.
- Husna., Tuheteru, F.D. dan Mahfudz. 2007. Aplikasi mikoriza untuk memacu pertumbuhan jati di Muna. *Jurnal Info Teknis*. 5 (1) : 1-4.
- Jannah, H. 2011. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskular Di Lahan Kering. *Jurnal Ganec Swara*. 5 (2) : 28 - 31.
- Kusuma, W., D. 2017. Tinjauan agroforestri dan pendekatan karakter budaya lokal dalam pemulihan lahan kritis di kabupaten limapuluh kota. *J. Solum*. 14(1): 28-38.
- Mahfudz, M., A. Fauzi, Yuliah, T. Hermawan, Prastyono, dan Supriyanto. 2004. *Sekilas Jati*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, hal. 30-33.
- Mansur, I. 2013. *Teknik Silvikultur Untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Buku. Seameo Biotrop. Bogor. 126 halaman.

- Menteri Kehutanan. 2000. Arahan Menteri Kehutanan dan Perkebunan. Rakernas 2000. Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Nurhayati. 2012. Pengaruh berbagai jenis tanaman inang dan beberapa jenis sumber inokulum terhadap infektivitas mikoriza. *Jurnal Agrista*. 16 (2).
- Nurhayati. 2012. Infektivitas mikoriza pada berbagai jenis tanaman inang dan beberapa jenis sumber inokulum. *Jurnal Floratek*, 7(1), 25 – 31.
- Nurmasiyah., Syafruddin., dan Sayuthi, M. 2013. Pengaruh jenis tanah dan dosis fungi mikoriza arbuskular pada tanaman kedelai terhadap sifat kimia tanah. *Jurnal Agrista*, 17(3): 104-110.
- Nurhidayati. 2003. FORMAT. Resume Kegiatan. Dialog Terbuka, Tema Kehutanan vs Pertambangan Membangun Regulasi yang Berwawasan. pp 1-21. Jakarta.
- 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., dan 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.
- Prayudyaningsih, R. 2008. *Keragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) di Lahan Bekas Tambang Kapur, PT. Semen Tonasa dan Efektivitasnya Terhadap Pertumbuhan Semai Kersen (Muntingia calabura L.)*. (Tesis). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan).
- Pudjiharta, A., Santoso, E., dan Turjaman, M. 2007. Reklamasi lahan terdegradasi dengan revegetasi pada bekas tambang bahan baku semen. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 4(3): 223-238.
- Prayudyaningsih, R. dan A. S. R. Dania. 2012. Efek fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan kompos terhadap pertumbuhan semai pulai (*alstonia scholaris* (L.)R.br) pada media semai tanah bekas tambang kapur. *Prosiding Ekspose BPK Makassar*, hal. 246 – 259.
- Riniarti, M. 2009. Uji teknologi inokulum fungi ektomikoriza dan penambahan asam oksalat untuk meningkatkan pertumbuhan *Hopea mengarawan*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 14 (3) : 170—176.
- Riniarti, M. 2002. *Perkembangan kolonisasi ektomikoriza dan pertumbuhan semai dipterocarpaceae dengan pemberian asam oksalat dan asam humat serta inokulasi ektomikoriza*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 46p.

- Setiadi Y. 2004. Arbuscular mycorrhizal inoculum production. *Dalam Prosiding: Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan* (Simarmata T, Arief DH, Surmani Y, Hindersah R, Azirin A dan AM Kalay, Eds). Asosiasi Mikoriza Indonesia-Jawa Barat. ISBN 979-98255-0-4.
- Siran, A.S., Bismark, M., Samsedin, I., Suhaendi, H., Pratiwi, Haryono, dan Mardiah 2006. Konservasi dan Rehabilitasi Sumber Daya Alam. *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian*. Bogor. 71-80.
- Smith, S.E, dan Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Buku. Elsevier. Amsterdam. 803p.
- Suharno dan Sancayaningsih, R.P. 2013. Fungsi mikoriza arbuskula: potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. *Jurnal Bioteknologi*. 10 (1): 31-42.
- Soegiharto, S., Kholik, A., Rachman, A., dan Supriyanto, A. 2010. *Faktor kesesuaian ectomycorrhiza 01 berbagai tipe ekosistem dipterocarpaceae*. Laporan Akhir Penelitian. Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda. 35p.
- Soewandita, H. 2010. *Pengembangan nutrient block untuk mendukung rehabilitasi lahan pasca tambang*. Laporan Akhir Program Insentif Perekayasa KRT, No. 25. Pusat Teknologi Pengelolaan Sumber Daya Lahan Wilayah dan Mitigasi Bencana. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Tjitrosoepomo, G. 1993. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Buku. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 477hlm.
- Ulfa, M., Kurniawan, A., Sumardi, dan Sitepu, I. 2011. Populasi fungi mikoriza arbuscula (FAM) lokal pada lahan pasca tambang batubara (population of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi (amf) in post coal-mining land). *J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 8 (3): 301-309.
- Zuhry, E., dan Puspita, F. 2008. Pemberian cendawan mikoriza arbuskular (cma) pada tanah podzolik merah kuning (pmk) terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). *Sagu*. 7(2): 25-29.