

**PENAMBAHAN BAHAN PEMBENAH TANAH UNTUK
MEMPERCEPAT KOLONISASI EKTOMIKORIZA DAN
PERTUMBUHAN DAMAR MATA KUCING (*Shorea javanica*)**

(Skripsi)

Oleh

ANDREAS KUSUMA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

THE ADDITIONAL OF SOIL CONDITIONER SUBSTANCES TO ACCELERATE ECTOMYCORRHIZA COLONIZATION AND GROWTH OF *Shorea javanica*

By

Andreas Kusuma

Shorea javanica is family of Dipterocarpaceae that could associate with ectomycorrhiza. Ectomycorrhiza colonization were influenced by many factors, such as the soil condition. The purpose of this research were to know the proper concentration of soil conditioner substances to increase growth and accelerate ectomycorrhiza colonization process. This research was done in May to August 2016 by using Randomized Complete Design. Ectomycorrhiza used was suspension spore of *Scleroderma columnare* 20 ml/polybag. With different treatment of the concentration of Bio-Nature 50 (BN50) addition and given as much as 20 ml / polybag which were a) no added ectomycorrhiza and BN50, b) added ectomycorrhiza inoculum, c) added ectomycorrhiza inoculum and 0,1 % BN50, d) added ectomycorrhiza inoculum and 0,2 % BN50, and e) added ectomycorrhiza inoculum with 0,3 % BN50. Data were analyzed using analysis of variance followed by Least Significant Difference test. The experimental results showed that additional 0,1 % concentration of BN50 could increase growth

Andreas Kusuma

of *S. javanica*. The additional of BN50 0,1 %, 0,2 % and 0,3 % in the media that have been inoculated give equally good results in accelerated ectomycorrhiza colonization on root system of *S. javanica*.

Key words : Bio-Nature 50, ectomycorrhiza, *Scleroderma columnare*, *Shorea javanica*, soil conditioner

ABSTRAK

PENAMBAHAN BAHAN PEMBENAH TANAH UNTUK MEMPERCEPAT KOLONISASI EKTOMIKORIZA DAN PERTUMBUHAN DAMAR MATA KUCING (*Shorea javanica*)

Oleh

Andreas Kusuma

Damar mata kucing (*Shorea javanica*) merupakan jenis pohon yang dapat berasosiasi dengan ektomikoriza. Perkembangan ektomikoriza dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi pembenah tanah yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan dan mempercepat proses kolonisasi ektomikoriza. Penelitian ini dilakukan pada Mei sampai dengan Agustus 2016 dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Ektomikoriza yang digunakan adalah *Scleroderma columnare* yang berbentuk suspensi spora sebanyak 20 ml/polybag, dengan perlakuan perbedaan konsentrasi *Bio-Nature 50* (BN50) dan diberikan sebanyak 20 ml/polybag yaitu: a) tanpa pemberian ektomikoriza dan BN50, b) pemberian ektomikoriza, c) pemberian ektomikoriza dan BN50 0,1 %, d) pemberian ektomikoriza dan BN50 0,2 %, serta e) pemberian ektomikoriza dan BN50 0,3 %. Data dianalisis menggunakan analisis ragam yang kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian BN50

dengan konsentrasi 0,1 % dapat meningkatkan pertumbuhan damar mata kucing. Pemberian *Bio-Nature 50* dengan konsentrasi 0,1 %, 0,2 % dan 0,3 % pada media yang telah diinokulasikan ektomikoriza memberikan hasil yang sama baiknya dalam mempercepat kolonisasi ektomikoriza yang terbentuk pada sistem perakaran damar mata kucing.

Kata kunci : *Bio-Nature 50*, ektomikoriza, pembenah tanah, *Scleroderma columnare*, *Shorea javanica*

**PENAMBAHAN BAHAN PEMBENAH TANAH UNTUK
MEMPERCEPAT KOLONISASI EKTOMIKORIZA DAN
PERTUMBUHAN DAMAR MATA KUCING (*Shorea javanica*)**

Oleh

ANDREAS KUSUMA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN

Pada

Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **PENAMBAHAN BAHAN PEMBENAH TANAH
UNTUK MEMPERCEPAT KOLONISASI
EKTOMIKORIZA DAN PERTUMBUHAN
DAMAR MATA KUCING (*Shorea javanica*)**

Nama Mahasiswa : *Andreas Kusuma*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1114151004

Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian



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

Surnayanti
Surnayanti, S.Hut., M.Si.

2. Ketua Jurusan Kehutanan

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

MENGESAHKAN

1. Tim Peguji

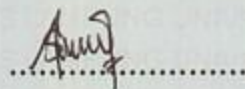
Ketua

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



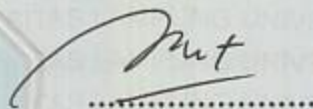
Sekretaris

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



Penguji

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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **14 Desember 2016**

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara yang dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 21 Maret 1993 dari pasangan Bapak Daryono dan Ibu Partiah. Penulis memulai pendidikannya dari Sekolah Dasar di SDN 1 Rejosari pada tahun 1999 dan selesai pada tahun 2005. Penulis lalu melanjutkan jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 7

Kotabumi dan selesai pada tahun 2008. Pendidikan Sekolah Menengah Atas penulis selesaikan di SMAN 3 Kotabumi dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun 2011, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Kehutanan Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Tertulis.

Selama masa perkuliahan, penulis pernah mengikuti Praktik Umum pada tahun 2014 di BKPH Ngliron, KPH Randublatung, Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Tengah selama 40 hari. Pada awal tahun 2015 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sendang Retno, Kecamatan Sendang Agung, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari.

Skripsi ini saya persembahkan untuk ibuku atas doa, perhatian dan dukungan yang telah diberikan selama ini. Serta ayahku yang telah mengajarkan banyak hal, terima kasih atas limpahan kasih sayang, dukungan dan pengorbanannya selama ini.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “*Penambahan Bahan Pembunuh Tanah untuk Mempercepat Kolonisasi Ektomikoriza dan Pertumbuhan Damar Mata Kucing (Shorea javanica)*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Universitas Lampung.

Kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kehutanan, Pembimbing I dan Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktunya memberikan nasehat, motivasi, dukungan serta arahan dalam perkuliahan maupun penyusunan skripsi.
2. Ibu Surnayanti, S.Hut., M.Si., selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya memberikan nasehat, motivasi, dukungan serta arahan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P. selaku Pembahas Skripsi yang telah banyak memberikan masukan serta kritik yang membangun.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

5. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staf Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian.
6. Ayah dan Ibu atas segala doa, kasih sayang dan semangat yang telah kalian berikan selama ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, akan tetapi semoga berguna bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 3 Januari 2017

Penulis

Andreas Kusuma

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Kerangka pemikiran	3
1.5. Hipotesis Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Damar Mata Kucing (<i>Shorea javanica</i>)	6
2.2. Ektomikoriza	7
2.3. Bahan Pembena Tanah	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Jenis Data	11
3.4. Rancangan Penelitian	12
3.5. Prosedur Penelitian	13
3.5.1. Persiapan Penelitian	13
3.5.2. Pelaksanaan Penelitian	13
3.6. Parameter Penelitian	15
3.7. Analisis Data	19
3.7.1 Analisis Ragam	19
3.7.2 Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Hasil	22
4.2. Pembahasan	27
V. SIMPULAN	32
DAFTAR PUSTAKA	33

	Halaman
LAMPIRAN	37
Tabel 6-32	37-45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis Ragam	20
2. Rekapitulasi analisis ragam untuk seluruh variabel penelitian pemberian bahan pembenah tanah untuk mempercepat kolonisasi ektomikoriza damar mata kucing	22
3. Rekapitulasi uji BNT pengaruh konsentrasi bahan pembenah tanah pada parameter penambahan tinggi dan penambahan jumlah daun ...	23
4. Rekapitulasi uji BNT pengaruh konsentrasi bahan pembenah tanah pada parameter berat kering tajuk dan berat kering akar	24
5. Rekapitulasi uji BNT pengaruh konsentrasi bahan pembenah tanah pada parameter berat kering total dan persen kolonisasi	25
6. Uji Bartlett untuk parameter penambahan tinggi damar mata kucing	37
7. Analisis ragam untuk parameter penambahan tinggi damar mata kucing	37
8. Hasil uji BNT untuk parameter penambahan tinggi damar mata kucing	37
9. Uji Bartlett untuk parameter penambahan diameter damar mata kucing	38
10. Analisis ragam untuk parameter penambahan diameter damar mata kucing	38
11. Hasil uji BNT untuk parameter penambahan diameter damar mata kucing	38
12. Uji Bartlett untuk parameter jumlah daun damar mata kucing	39
13. Analisis ragam untuk parameter jumlah daun damar mata kucing	39

Tabel	Halaman
14. Hasil uji BNT untuk parameter pertambahan jumlah daun damar mata kucing	39
15. Uji Bartlett untuk parameter luas daun damar mata kucing	40
16. Analisis ragam untuk parameter luas daun damar mata kucing	40
17. Hasil uji BNT untuk parameter luas daun damar mata kucing	40
18. Uji Bartlett untuk parameter berat kering tajuk damar mata kucing ...	41
19. Analisis ragam untuk parameter berat kering tajuk damar mata kucing	41
20. Hasil uji BNT untuk parameter berat kering tajuk damar mata kucing	41
21. Uji Bartlett untuk parameter berat kering akar damar mata kucing	42
22. Analisis ragam untuk parameter berat kering akar damar mata kucing	42
23. Hasil uji BNT untuk parameter berat kering akar damar mata kucing	42
24. Uji Bartlett untuk parameter berat kering total damar mata kucing ...	43
25. Analisis ragam untuk parameter berat kering total damar mata kucing	43
26. Hasil uji BNT untuk parameter berat kering total damar mata kucing	43
27. Uji Bartlett untuk parameter panjang akar damar mata kucing	44
28. Analisis ragam untuk parameter panjang akar damar mata kucing	44
29. Hasil uji BNT untuk parameter panjang akar damar mata kucing	44
30. Uji Bartlett untuk parameter persen kolonisasi ektomikoriza damar mata kucing	45
31. Analisis ragam untuk parameter persen kolonisasi ektomikoriza damar mata kucing	45
32. Hasil uji BNT untuk parameter persen kolonisasi ektomikoriza damar mata kucing	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Desain percobaan dalam Rancangan Acak Lengkap	12
2. Pembuatan larutan spora ektomikoriza menggunakan alat <i>magnetic stirer</i> dan pemberian larutan spora ektomikoriza pada damar mata kucing	14
3. Pemberian bahan pembenah tanah pada damar mata kucing	15
4. Pengukuran luas daun menggunakan alat <i>leaf area meter</i>	16
5. Proses penimbangan hasil pengovenan bagian akar dan tajuk damar mata kucing	17
6. Pengukuran akar damar mata kucing yang terkolonisasi ektomikoriza	18
7. Perbedaan tinggi tanaman damar mata kucing berumur 3 bulan setelah dinokulasi dengan <i>S. columnare</i> dan ditambahkan bahan pembenah tanah (A : tanpa ektomikoriza dan BN50, B : ektomikoriza, C : ektomikoriza dan BN50 0,1 %, D : ektomikoriza dan BN50 0,2 % dan E : ektomikoriza dan BN50 0,3 %)	24
8. Kolonisasi pada perakaran damar mata kucing berumur 3 bulan setelah dinokulasi dengan <i>S. columnare</i> dan ditambahkan bahan pembenah tanah (A : tanpa ektomikoriza dan BN50, B : ektomikoriza, C : ektomikoriza dan BN50 0,1 %, D : ektomikoriza dan BN50 0,2 % dan E : ektomikoriza dan BN50 0,3 %)	26
9. Kriteria akar damar mata kucing yang terkolonisasi ektomikoriza (A : tanpa ektomikoriza dan BN50, B : ektomikoriza, C : ektomikoriza dan BN50 0,1 %, D : ektomikoriza dan BN50 0,2 % dan E : ektomikoriza dan BN50 0,3 %)	27

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikoriza merupakan kelompok fungi yang bersimbiosis secara mutualistik dengan akar tanaman (Mansur, 2013). Adanya simbiosis antara sistem perakaran dengan fungi mikoriza akan meningkatkan penyerapan air dan unsur hara terutama fosfor ke tanaman inang, dan fungi mikoriza mendapat karbohidrat hasil fotosintesis dari tanaman inang (Omon, 2008). Adanya simbiosis ini akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman genus *Shorea*. Jenis *Shorea spp.* yang telah terinfeksi ektomikoriza memiliki pertumbuhan (tinggi dan diameter) yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak berkolonisasi dengan fungi ektomikoriza (Faridah, 2000).

Damar mata kucing (*Shorea javanica*) merupakan jenis yang mampu berasosiasi dengan ektomikoriza. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pemberian inokulum ektomikoriza akan memberikan pengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi dan jumlah cabang (Gusmiaty dkk., 2012).

Inokulasi mikoriza dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu penggunaan inokulum tanah yang berasal dari sekitar pohon yang bersimbiosis, penanaman benih di sekitar pohon induk yang telah bersimbiosis, penggunaan spora yang berasal dari tubuh buah dan penggunaan biakan hifa atau miselium (Mansur,

2013). Masing-masing tipe inokulan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan dalam hal efektivitas dan efisiensi aplikasinya.

Proses kolonisasi ektomikoriza yang terjadi pada tanaman dapat berjalan dengan cepat atau lambat. Faktor yang menyebabkan yaitu kadar air tanah, patogen, pemupukan, mikroflora dalam tanah, adanya jenis mikoriza yang lain, bahan organik dalam tanah, suhu, intensitas cahaya, fungi mikoriza yang digunakan dan media tumbuh (Hadi, 2000).

Perkembangan ektomikoriza dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi tanah. Penambahan pembenah tanah diharapkan mampu memperbaiki struktur tanah, mengubah kapasitas tanah menahan dan melewatkan air sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Masduqi dkk., 2012).

Pemberian bahan pembenah tanah dengan konsentrasi tertentu diharapkan dapat memperbaiki kondisi media tumbuh. Sehingga kemampuan akar untuk berkolonisasi ektomikoriza dapat meningkat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui konsentrasi bahan pembenah tanah yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan damar mata kucing,
2. Mengetahui konsentrasi bahan pembenah tanah yang tepat untuk mempercepat proses kolonisasi ektomikoriza pada damar mata kucing.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai informasi untuk memproduksi bibit yang berkualitas dan penelitian lainnya tentang pengaruh penambahan bahan pembenah tanah untuk mempercepat kolonisasi ektomikoriza pada damar mata kucing.

1.4 Kerangka Pemikiran

Pertumbuhan tanaman damar mata kucing sangat dipengaruhi oleh adanya simbiosis antara perakarannya dengan fungi mikoriza (Omon, 2008).

Pertumbuhan semai tanaman damar mata kucing yang telah diinokulasi dengan mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter dan biomassa.

Pertumbuhan terjadi pada semai yang ditanam pada media tidak steril dan diinokulasi inokulum ektomikoriza lebih baik dari pada tanaman yang ditanam pada media yang disterilkan. Pembentukan dan perkembangan ektomikoriza dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah kondisi tanah, bakteri dan jenis mikroorganisme tanah lainnya (Budi, 2012).

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap perkembangan mikoriza.

Lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman biasanya juga cocok untuk perkembangan spora mikoriza (Musfal, 2010). Kondisi tanah atau media tumbuh yang cocok akan mempercepat proses kolonisasi fungi ektomikoriza. Selain itu konsentrasi hara, pH, kadar air, temperatur dan pengolahan tanah juga dapat mempengaruhi proses kolonisasi ektomikoriza (Dewi, 2007).

Kondisi media yang digunakan terkadang tidak menentu, dimana di dalamnya terkadang ada faktor pendukung pertumbuhan yang hilang. Penambahan bahan pembenah tanah diharapkan mampu memperbaiki struktur tanah, mengubah kapasitas tanah menahan dan melalukan air, sehingga dapat meningkatkan daya dukung pertumbuhan tanaman (Masduqi dkk., 2012).

Pemberian bahan pembenah tanah diharapkan dapat memperbaiki kondisi media tumbuh. Tanaman damar mata kucing yang dinokulasikan dengan ektomikoriza jenis *Scleroderma columnare* yang ditanam pada media yang telah diberikan bahan pembenah tanah. Dimana diharapkan dengan adanya kondisi media tumbuh yang baik dapat mempercepat perkembangan fungsi ektomikoriza pada perakaran bibit damar mata kucing.

Data pertumbuhan semai damar mata kucing berupa data tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun, berat kering semai, panjang akar dan persen kolonisasi ektomikoriza dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil. Hasil dari analisis ini digunakan untuk menentukan perlakuan yang memberikan hasil terbaik.

1.5 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut :

1. Penambahan bahan pembenah tanah yang optimum dapat meningkatkan pertumbuhan damar mata kucing,

2. Penambahan inokulum ektomikoriza dan bahan pembenah tanah dengan konsentrasi yang optimum dapat memberikan pengaruh yang nyata untuk mempercepat proses kolonisasi ektomikoriza pada damar mata kucing.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Damar Mata Kucing (*Shorea javanica*)

Hutan hujan dataran rendah di Indonesia didominasi oleh jenis-jenis Dipterocarpaceae. Jenis-jenis Dipterokarpa, seperti Meranti, Kruing, Kapur, Mersawa, Merawan, Bangkirai dan Balau, merupakan jenis-jenis penghasil kayu yang bernilai ekonomis. Kayunya dikenal sebagai kayu pertukangan, untuk konstruksi berat dan ringan. Selain itu, beberapa jenis Dipterokarpa juga sebagai penghasil nir-kayu (*non-timber*), seperti tengkawang dan damar mata kucing (Tata dkk., 2008).

Dipterocarpaceae umumnya berupa pohon menjulang yang pertumbuhannya lambat dan kayunya digunakan sebagai bahan bangunan, apabila jenis-jenis ini dieksploitasi secara terus menerus maka lama-kelamaan akan mengalami pengurangan jumlah populasi yang sangat drastis dan untuk memulihkannya menjadi hutan primer akan memakan waktu yang sangat lama (Purwaningsih 2004).

Shorea spp. merupakan jenis kayu yang dilindungi di Indonesia dari kepunahan berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999. Jenis-jenis yang dilindungi di antaranya adalah *Shorea stenoptera* (Tengkawang Tungkul), *Shorea pinanga* (Tengkawang Rambai), *Shorea mecystopteryx* (Tengkawang Layar),

Shorea semiris (Tengkawang Terendak), *Shorea beccariana* (Tengkawang Tengkal), *Shorea micrantha* (Tengkabang Bungkus), *Shorea singkawang* (Sengkawang Pinang) dan jenis lain-lainnya (Heri, 2013).

Damar mata kucing (*Shorea javanica*) adalah salah satu jenis *Shorea* dari keluarga Dipterocarpaceae. Tersebar secara alami di Pulau Sumatera hingga beberapa tempat di Pulau Jawa. Penanaman terbesar terdapat di Sumatera bagian selatan (Lampung Barat, Bengkulu dan Kab. Ogan Komering Ulu) (Buharman dkk., 2011). Pohon ini memiliki ciri batang yang lurus dan silindris, tinggi pohon antara 12-55 m, diameter dapat mencapai 210 cm dan tinggi banir hingga 3,5 m (Martawijaya dkk., 2005).

Damar mata kucing merupakan salah satu produk unggulan kehutanan, dimana kayunya dapat dimanfaatkan untuk *venir* dan kayu lapis. Selain itu dipakai juga untuk papan partikel, lantai, dan bahan bangunan (Martawijaya dkk., 2005).

Selain kayunya damar mata kucing juga menghasilkan getah damar.

Shorea spp. merupakan jenis pohon yang dapat bersimbiosis dengan ektomikoriza. Dengan adanya simbiosis tersebut menunjukkan adanya peningkatan dan perbaikan pertumbuhan tanaman setelah diberikan inokulasi fungi ektomikoriza bila dibandingkan dengan tumbuhan yang tidak memiliki simbiosis dengan ektomikoriza (Riniarti, 2002).

2.2 Ektomikoriza

Fungi mikoriza merupakan kelompok fungi yang bersimbiosis secara mutualistik (saling menguntungkan) dengan akar tanaman dan membentuk mikoriza (Mansur,

2013). Simbiosis ini terjadi saling menguntungkan, fungi memperoleh karbohidrat dan unsur pertumbuhan lain dari tanaman inang, sebaliknya fungi memberi keuntungan kepada tanaman inang, dengan cara membantu tanaman dalam menyerap unsur hara terutama unsur P (Husna dkk., 2007).

Berdasarkan struktur dan cara jamur menginfeksi akar, mikoriza dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu ektomikoriza dan endomikoriza.

Namun ada juga yang membedakan menjadi 3 kelompok dengan menambah jenis ketiga yaitu peralihan dari 2 bentuk tersebut yang disebut ektendomikoriza (Dewi, 2007).

Fungi ektomikoriza bersimbiosis dengan pohon-pohon hutan tertentu saja, seperti pohon-pohon yang termasuk dalam keluarga meranti, pinus, dan eukaliptus.

(Mansur, 2013). Ektomikoriza dapat dikenali dengan mudah dari akar pohon inang yang terinokulasi jamur, yaitu terbentuknya mantel jamur yang menyelubungi akar, berwarna putih, kuning, coklat atau hitam (Tata dkk., 2009).

Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan dalam proses inokulasi mikoriza, yaitu penggunaan inokulasi tanah yang berasal dari sekitar pohon yang bersimbiosis, penanaman benih di sekitar pohon induk yang telah bersimbiosis, dan penggunaan spora yang berasal dari tubuh buah serta dapat juga menggunakan biakan hifa atau miselium (Mansur, 2013).

Penambahan mikoriza pada tanaman memberikan banyak manfaat. Penggunaan mikoriza mampu meningkatkan produksi tanaman pada lingkungan cekaman (Wicaksono dkk., 2014). Mikoriza mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan tanaman, baik secara ekologis maupun agronomis. Peran tersebut di

antaranya adalah meningkatkan serapan fosfor (P) dari batuan fosfat dan juga hifa mikoriza dapat mengkonservasi unsur hara yang ada didalam tanah agar tidak mudah hilang dari ekosistem akibat pencucian (Mansur, 2013). Pemanfaatan mikoriza juga dapat meningkatkan penyerapan air karena dapat menjangkau pori-pori mikro tanah yang tidak bisa dijangkau oleh rambut-rambut akar, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, patogen akar, pencemaran logam berat dan tingkat salinitas, selain itu fungi ini juga menghasilkan zat pengatur tumbuh (hormon) yang dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman (Husna, dkk., 2007).

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap perkembangan mikoriza.

Lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman biasanya juga cocok untuk perkembangan spora mikoriza (Musfal, 2010).

2.3 Bahan Pembenh Tanah

Bahan pembenahan tanah (*soil conditioner*) merupakan bahan yang dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah dan atau dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Termasuk dalam bahan pembenah tanah adalah dolomit, batu kapur, kapur fostan, gipsum dan zeolit (Setyaningsih, 2004). Bahan pembenah tanah dikenal ada dua jenis yaitu pembenah tanah organik dan pembenah tanah anorganik. Pembenah tanah organik salah satunya seperti blotong, lateks, sedangkan pembenah tanah anorganik misalnya zeolit, kapur pertanian, dan fosfat alam (Sari, 2012).

Pemberian bahan pembenah tanah dapat memperbaiki kualitas tanah dan sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, kimia maupun biologi (Dariah dkk., 2010). Manfaat lain penggunaan bahan pembenah tanah adalah sebagai berikut :

1. Memperbaiki agregat tanah,
2. Meningkatkan kapasitas tanah menahan air (*water holding capacity*),
3. Meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK) tanah dan
4. Memperbaiki ketersediaan unsur hara tertentu (Rajiman, 2014).

Penggunaan pembenah tanah juga dapat memberikan pengaruh untuk meningkatkan produksi tanaman serta meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi penggunaan pupuk (Tala'ohu dan Al-Jabri, 2008).

Penambahan bahan pembenah tanah berbahan dasar bahan organik akan meningkatkan keanekaragaman mikroorganisme di dalam tanah, sehingga dapat membantu proses pelapukan bahan organik di dalam media tersebut (Pratiwi dkk., 2012). Pembenah tanah dengan proporsi bahan organik yang tinggi memberikan efek yang lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Dariah dkk., 2010).

Penambahan pembenah tanah ke dalam tanah dengan dosis yang optimal mampu memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah serta meningkatkan pertumbuhan dan produktifitas tanaman (Sari, 2011). Pemanfaatan pembenah tanah baik sintetis maupun organik merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam memperbaiki kualitas tanah (Setiawan dan Nandini, 2013).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Kehutanan dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Mei 2016 sampai dengan Agustus 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polybag, cangkul, gembor, paranet, *magnetic stirrer*, erlenmeyer, alat suntik, penggaris, kaliper digital, *handcounter*, mikroskop stereo, petridis, *leaf area meter*, oven, timbangan, kamera dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit damar mata kucing, tanah sebagai media tumbuh, inokulan spora ektomikoriza jenis *Scleroderma columnare* dan *Bio-Nature 50* (BN50).

3.3 Jenis Data

Data yang digunakan pada penelitian ini ada dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang didapatkan dari penelitian ini meliputi data tinggi, diameter, jumlah daun, luas daun, bobot kering tanaman, panjang akar dan persen

kolonisasi. Data sekunder meliputi studi literatur yang mendukung penelitian yang dikumpulkan melalui studi pustaka maupun sumber dari media internet.

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan. Perlakuan terdiri atas : A (tanpa ektomikoriza dan BN50), B (20 ml ektomikoriza), C (20 ml ektomikoriza dan BN50 0,1 %), D (20 ml ektomikoriza dan BN50 0,2 %) dan E (20 ml ektomikoriza dan BN50 0,3 %). Setiap perlakuan terdiri atas 6 ulangan. Setiap unit percobaan terdiri dari 3 semai damar mata kucing. Sehingga semai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 90 semai. Desain percobaan dapat dilihat pada Gambar 1.

C1	E3	B4	E5	A3	D1
A1	D3	C4	A2	B2	C2
B6	D4	D2	B3	C5	B1
D5	A4	D6	E4	B5	A6
E6	E2	C6	C3	E1	A5

Gambar 1. Desain percobaan dalam Rancangan Acak Lengkap.

Keterangan :

A : tanpa pemberian ektomikoriza dan *Bio-Nature* 50

B : dengan pemberian 20 ml larutan ektomikoriza

C : dengan pemberian 20 ml larutan ektomikoriza dan *Bio-Nature* 50 0,1 %

D : dengan pemberian 20 ml larutan ektomikoriza dan *Bio-Nature* 50 0,2 %

E : dengan pemberian 20 ml larutan ektomikoriza dan *Bio-Nature* 50 0,3 %

Bentuk model matematika dari Rancangan Acak Lengkap adalah sebagai berikut :

$$\text{Model linear : } Y = \mu + \tau + \varepsilon$$

Keterangan :

Y : nilai pengamatan hasil percobaan

μ : nilai rerata (*mean*) harapan

τ : pengaruh faktor perlakuan

ε : pengaruh galat

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Penelitian

Persiapan yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini adalah penyiapan media tumbuh. Media yang akan digunakan adalah tanah. Media yang dikumpulkan kemudian digemburkan untuk mendapatkan struktur yang seragam, sehingga lebih kompak dan tidak mudah mengalami pemadatan.

3.5.2 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan yang dilakukan meliputi penyapihan semai, inokulasi mikoriza, pemberian pembenah tanah, pemeliharaan, dan pengumpulan data.

3.5.2.1 Penyapihan semai

Penyapihan semai dilakukan setelah semai siap untuk disapih. Dalam proses penyapihan ada beberapa hal yang harus di perhatikan, yaitu.

1. Penyapihan dilakukan pada saat batang pangkal sudah mulai berkayu dan semai telah memiliki 2 daun yang sempurna.
2. Ketika proses penyapihan akar semai tidak boleh terlipat, semai berdiri tegak lurus dan dalam proses penyapihan harus berhati-hati agar semai terhindar dari luka (Kementerian Kehutanan, 2012).

Setelah semai disapih dan di letakkan di dalam rumah kaca, semai diberikan naungan berupa paranet dengan kerapatan 50 % untuk mengurangi intensitas panas cahaya matahari yang diterima secara langsung.

3.5.2.2 Inokulasi Ektomikoriza

Proses inokulasi mikoriza dilakukan dengan cara melarutkan inokulum spora *S. columnare* dengan air dan *Tween 80* sebanyak 5 tetes, penggunaan *Tween 80* dimaksudkan untuk mempermudah pelarutan spora mikoriza dengan air.

Inokulum yang telah dilarutkan kemudian diberikan sebanyak 20 ml ke setiap polybag yang berisi media tumbuh semai.



Gambar 2. Pembuatan larutan spora ektomikoriza menggunakan alat *magnetic stirrer* dan pemberian larutan spora ektomikoriza pada damar mata kucing.

3.5.2.3 Pemberian Bahan Pembenh Tanah

Bahan pembenh tanah *Bio-Nature 50* diberikan ke dalam media tumbuh semai terlebih dahulu diencerkan dengan perbandingan 10 ml *Bio-Nature 50* dengan 10 liter air (konsentrasi 0,1 %), 20 ml *Bio-Nature 50* dengan 10 liter air (konsentrasi 0,2 %) dan 30 ml *Bio-Nature 50* dengan 10 liter air (konsentrasi 0,3 %).

Pembenh tanah akan diberikan sebanyak 20 ml sesuai dengan perlakuan.



Gambar 3. Pemberian bahan pembenah tanah pada damar mata kucing.

3.5.2.4 Pemeliharaan semai

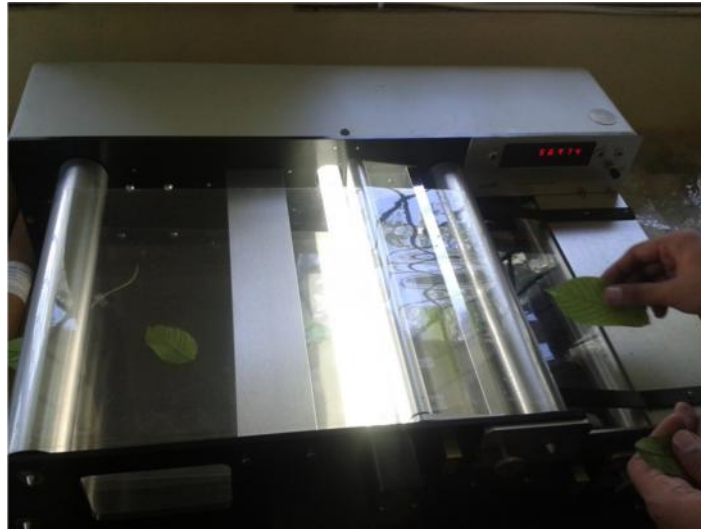
Pemeliharaan semai meliputi penyiraman yang dilakukan dua kali sehari setelah penyapihan yaitu pada waktu pagi dan sore hari. Penyiangan gulma dilakukan seintensif mungkin agar bibit tidak tersaingi dalam memanfaatkan unsur hara yang ada di lingkungan tempat tumbuhnya.

3.6 Parameter Penelitian

Parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu :

1. Diameter batang diukur pada batang dengan ketinggian 1 cm dari permukaan media menggunakan kaliper digital. Pada bagian pengukuran akan diberikan tanda. Pengukuran dilakukan pada awal dan akhir pengamatan
2. Tinggi tanaman diukur dari permukaan media hingga nodus tertinggi. Tinggi semai diukur menggunakan penggaris. Pengukuran dilakukan pada awal dan akhir pengamatan

3. Jumlah daun dihitung berdasarkan banyaknya daun yang tumbuh.
4. Luas daun dihitung menggunakan alat *leaf area meter*. Pengukuran dilakukan pada akhir penelitian.



Gambar 4. Pengukuran luas daun menggunakan alat *leaf area meter*.

5. Berat kering tanaman diperoleh setelah tanaman dipanen. Bagian tajuk dan akar dipisahkan dengan cara memotong tanaman, setelah itu tanaman dibersihkan dan ditimbang berat basahanya. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C hingga diperoleh berat kering yang konstan (Riniarti, 2010). Pengukuran berat kering tanaman akan dilakukan pada akhir penelitian.



Gambar 5. Penimbangan hasil pengovenan bagian akar dan tajuk damar mata kucing.

6. Panjang akar diukur menggunakan tali, dengan cara mengikuti bentuk alur akar. Kemudian panjang tali diukur menggunakan penggaris. Pengukuran dilakukan pada akhir penelitian.
7. Persentase akar damar mata kucing yang terkolonisasi akan diketahui melalui pengamatan sampel akar menggunakan mikroskop stereo dengan metode *gridline intersection* (Brundret dkk.,1996).



Gambar 6. Pengukuran akar damar mata kucing yang terkolonisasi ektomikoriza.

Persentase akar yang terkolonisasi ektomikoriza dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase akar terinfeksi} = \frac{\Sigma \text{ akar terinfeksi mikoriza}}{\Sigma \text{ akar yang diamati}} \times 100 \%$$

(Riniarti, 2010).

Kriteria tingkat kolonisasi mikoriza dibagi menjadi beberapa kelas, yaitu :

1. Tingkat kolonisasi 0 % - 5 % termasuk dalam kriteria sangat rendah,
2. Tingkat kolonisasi 6 % - 25 % termasuk dalam kriteria rendah,
3. Tingkat kolonisasi 26 % - 50 % termasuk dalam kriteria sedang,
4. Tingkat kolonisasi 51 % - 75 % termasuk dalam kriteria tinggi,
5. Tingkat kolonisasi 76% - 100% termasuk dalam kriteria sangat tinggi (Setiadi dkk., 1992 dikutip oleh Masfufah dkk., 2016).

3.7 Analisis Data

3.7.1 Analisis Ragam

Untuk menguji analisis ragam data akan terlebih dahulu melalui uji homogenitas ragam. Menurut Gaspersz (1994), homogenitas ragam diuji menggunakan uji Bartlett dan disajikan dengan prosedur sebagai berikut:

a) Varians gabungan dari seluruh sampel (S^2)

$$S_i^2 P_1 = \frac{JKP_1}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{\sum\{(ni-1)s_i^2\}}{\sum(ni-1)}$$

b) Harga Satuan (B)

$$B = (\log s_i^2) \sum(ni-1)$$

$$^2 = (\ln 10) \{B - (\sum(ni-1) \log S_i^2)\}$$

c) Faktor Koreksi (K)

$$K = 1 + \frac{1}{3(t-1)} \left\{ \sum \frac{1}{ni-1} - \left[\frac{1}{\sum(ni-1)} \right] \right\}$$

$$^2 \text{ hitung terkoreksi} = \frac{\chi^2 \text{ hitung}}{k}$$

$$^2 \text{ tabel} = ^2 (1 - \alpha)(k - 1)$$

Keterangan:

- S^2 : ragam gabungan
- S_i^2 : ragam masing-masing perlakuan
- 2 : khi kuadrat (lihat tabel)
- $\ln 10$: 2,3026
- t : banyaknya perlakuan
- n : banyaknya ulangan

Kriteria pengujian adalah jika $X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$, maka data yang diperoleh tidak

homogen, sehingga perlu dilakukan transformasi data. Jika $X^2_{\text{hitung}} \leq X^2_{\text{tabel}}$.

Setelah didapatkan data dengan keragaman yang homogen, maka analisis data dapat dilanjutkan dengan analisis ragam.

Analisis ragam dilakukan untuk menguji hipotesis tentang faktor perlakuan terhadap keragaman data hasil percobaan. Menurut Hanafiah, (2011) analisis sidik ragam dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis ragam

SK	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	$t-1 = V_1$	JKP	JKP / V_1	KTP/KTG	F(V ₁ ,V ₂)	
Galat	$(r \times t-1)-(t-1) = V_2$	JKG	JKG / V_2			
Total	$r \times t-1$	JKT				

$$FK = \frac{\sum T_{ij}^2}{r \times t}$$

$$JKP = \frac{TA^2}{r} - FK$$

$$JKT = T(Y_{ij}^2) - FK$$

$$JKG = JKT - JKP$$

Keterangan:

SK : Sumber Keragaman

DB : Derajat Bebas

JK : Jumlah Kuadrat

JKP : Jumlah Kuadrat Perlakuan

JKG : Jumlah Kuadrat Galat

JKT : Jumlah Kuadrat Total

KT : Kuadrat Tengah

KTP : Kuadrat Tengah Perlakuan

KTG : Kuadrat Tengah Galat

t : Jumlah perlakuan yang terdapat pada penelitian

r : Jumlah ulangan yang terdapat pada penelitian

TA : Total hasil pengamatan perlakuan seluruh perlakuan

Y_{ij} : Hasil pengamatan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

3.7.2 Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Analisis untuk menunjukkan perbedaan masing-masing perlakuan atau beda nyata antar perlakuan dilakukan uji lanjutan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Perhitungan dilakukan pada taraf nyata 5%. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{BNT} = t_{/2(v)} \cdot S_d$$

Keterangan :

$t_{/2(v)}$ = nilai baku student pada taraf uji dan derajat bebas galat

$$S_d = \sqrt{2KTG/r}$$

V. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. pemberian ektomikoriza dan *Bio-Nature 50* dengan konsentrasi 0,1 % dapat meningkatkan pertumbuhan damar mata kucing.
2. pemberian *Bio-Nature 50* dengan konsentrasi 0,1 %, 0,2 % dan 0,3 % pada media yang telah diinokulasikan ektomikoriza memberikan hasil yang sama baiknya dalam mempercepat kolonisasi ektomikoriza yang terbentuk pada sistem perakaran damar mata kucing dibandingkan tanpa pemberian *Bio-Nature 50*.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan Subiksa, I.G.M. 2008. *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Buku. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor. 36 halaman.
- 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.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell., Grove, T. dan Malajczuk, N. 1996. *Working with Mycorrhiza in Forestry and Agriculture*. Buku. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. 374 halaman.
- Budi, S.W. 2012. Pengaruh sterilisasi media dan dosis inokulum terhadap pembentukan ektomikoriza dan pertumbuhan *Shorea selanica*. *Jurnal Silviktur Tropika*. 03 (02) : 76-80.
- Buharman., Djam'an D.F., Widayani, N. dan Sudradjat, S. 2011. *Atlas Benih Tanaman Hutan Indonesia Jilid II*. Buku. Departemen Kehutanan - Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Bogor. 80 halaman.
- Dariah, A., Sutono dan Nurida, N.L. 2010. Penggunaan pembenah tanah organik dan mineral untuk perbaikan kualitas tanah typic kanhapludults Tamanbogo, Lampung. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 31 : 1-9.
- Dewi, A.I.R. 2007. *Peran, Prospek dan Kendala dalam Pemanfaatan Endomikoriza*. Makalah. Universitas Padjajaran. Jatinangor. 54 hlm. http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/06/makalah_peran_endomikoriza.pdf (Diakses pada tanggal 26 Juni 2015).
- Faridah, E. 2000. Ektomikoriza pada anakan Dipterokarp : karakter dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I*. Halaman 182-191. Bogor, November, 15-16, 1999.
- 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.

- Gaspersz, V. 1994. *Metode Rancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi*. Buku. CV Armico. Bandung. 472 halaman.
- Gusmiaty., Restu, M. dan Lestari, A. 2012. Pengaruh dosis inokulan alami (ektomikoriza) terhadap pertumbuhan semai tengkawang (*Shorea pinanga*). *Jurnal Perennial*. 8 (02) : 69-74.
- Hadi, S. 1999. Status ektomikoriza pada tanaman hutan di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I*. Halaman 25-55. Bogor, November, 15-16, 1999.
- Halis., Murni, P. dan Fitria, A.B. 2008. Pengaruh jenis dan dosis cendawan mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan cabai (*Capsicum annum L.*) pada tanah ultisol. *Jurnal Biospecies*. 1 (02) : 59-62.
- Hamzah, S., Utami, S. dan Cholik, M.A. 2011. Pengaruh pupuk Agrobost dan Humagold terhadap pertumbuhan dan produksi jagung ketan (*Zea mays ceratina*). *Agrium*. 17 (1) : 59-65.
- Hanafiah, K. A. 2011. *Rancangan Percobaan*. Buku. Rajawali Pers. Jakarta. 259 halaman.
- Heri, V. 2013. Tengkawang dari Kalimantan Barat. *Suara Bekakak Edisi I*. Majalah. Yayasan Riak Bumi. Pontianak. 8 halaman.
- Husna., Tuheteru, F.D. dan Mahfudz. 2007. Aplikasi mikoriza untuk memacu pertumbuhan jati di Muna. *Jurnal Info Teknis*. 5 (1) : 1-4.
- Karyaningsih, I. 2009. *Pembenah Tanah dan Fungi Mikorhiza Arbuskula (FMA) untuk Peningkatan Kualitas Bibit Tanaman Kehutanan pada Areal Bekas Tambang Batubara*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 89 halaman.
- Kementerian Kehutanan. 2012. *Siaran RRI Ke-1 - Teknik Penyapihan Semai*. Modul. Balai Perbenihan Tanaman Hutan Sulawesi. Makassar. 5 halaman.
- Kusuma, A.H., Izzati, M. dan Saptiningsih, E. 2013. Pengaruh penambahan arang dan abu sekam dengan proporsi yang berbeda terhadap permeabilitas dan porositas tanah liat serta pertumbuhan kacang hijau (*Vigna radiata L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 21 (1) : 1-9.
- Mansur, I. 2013. *Teknik Silvikultur Untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Buku. SEAMEO BIOTROP. Bogor. 126 halaman.
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Kadir, K. dan Prawira, S.A. 2005. *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*. Buku. Departemen Kehutanan - Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. 171 halaman.

- Masduqi, A.F., Izzati, M. dan Saptiningsih, E. 2012. Pengaruh penambahan pembenah 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 (01) : 56-67.
- Masfufah, R., Proborini, M.W., Kawuri, R. 2016. Uji kemampuan spora cendawan mikoriza arbuskula (CMA) lokal bali pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Simbiosis*. 4 (1) : 26-30.
- Musfal. 2010. Potensi cendawan mikoriza arbuskula untuk meningkatkan hasil tanaman jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29(4) : 154-158.
- Omon, R.M. 2008. Pengaruh dosis tablet mikoriza terhadap pertumbuhan dua jenis meranti merah asal benih dan stek di HPH PT. ITCIKU, Balikpapan, Kalimantan Timur. *Jurnal Info Hutan*. 5 (04) : 329-335.
- Pratiwi., Santoso, E. dan Turjaman, M. 2012. Penentuan dosis bahan pembenah (*ameliorant*) untuk perbaikan tanah dari *tailing* pasir kuarsa sebagai media tumbuh tanaman hutan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 9 (2) : 163-174.
- Purwaningsih. 2004. Sebaran ekologi jenis-jenis Dipterocarpaceae di Indonesia. *Jurnal Biodiversitas*. 5 (02) : 89-95.
- Rajiman. 2014. Pengaruh bahan pembenah tanah di lahan pasir pantai terhadap kualitas tanah. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014*. Halaman 231-238. Palembang, September, 26-27, 2014.
- Riniarti, M. 2002. *Perkembangan Kolonisasi Ektomikoriza dan Pertumbuhan Semai Dipterocarpaceae dengan Pemberian Asam Oksalat dan Asam Humat Serta Iokulasi Ektomikoriza*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 46 halaman.
- Riniarti, M. 2010. *Dinamika Kolonisasi Tiga Fungi Ektomikoriza Scleroderma spp. dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Tanaman Inang*. Disertasi. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 104 halaman.
- Sari, M.P. 2011. *Pemanfaatan Kompos Jerami Padi Dan Sampah Pasar Sebagai Soil Conditioner*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 54 halaman.
- Sari, N.P. 2012. Basal alternatif baru pembenah tanah pada perkebunan kopi dan kakao. *Warta - Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia*. 24 (2) : 18-20.
- Setiawan, O. dan Nandini, R. 2013. *Pemanfaatan Hidrogel dan Pupuk Organik Sebagai Pembenah Tanah dalam Rehabilitasi Lahan Kritis Berbasis Mimba (Azadirachta indica A.Juss.) di Daerah Kering*. Buku. Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu. Mataram. 14 hlm. 35 halaman.

- Setyaningsih, I.S. 2004. *Pengaruh Zeolit Alam Jawa Timur Terhadap Pelepasan Unsur Nitrogen, Fosfor dan Kalium Pupuk Majemuk dalam Air*. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 50 halaman.
- Sudjana, N. 2002. *Metode Statistika – Edisi Keenam*. Buku. Tarsito. Bandung. 508 halaman.
- Sumadi, A.A. 1999. *Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Bio Nature pada Hasil Perbanyakan Kultur Jaringan Kentang (Solanum tuberosum L.) Saat Aklimatisasi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 35 halaman.
- Tala'ohu, S. H. dan Al-Jabri, M. 2008. Mengatasi degradasi lahan melalui aplikasi pembenah tanah (kajian persepsi petani di Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur). *Jurnal Zeolit Indonesia*. 7 (1) : 22-34.
- Tata, H.L., G. Wibawa dan L. Joshi. 2008. *Petunjuk Teknis - Penanaman Meranti di Kebun Karet*. Buku. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor. 34 halaman.
- Tata, H.L., Noordwijk, M.V., Rasnovi, S. dan Joshi, L. 2009. *Belajar dari Bungo - Mengelola Sumberdaya Alam di Era Desentralisasi : Pengayaan Jenis Wanatani Karet dengan Meranti*. Buku. Cifor. Bogor. 495 halaman.
- Wicaksono, M.I., Rahayu, M. dan Samanhudi. 2014. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk organik terhadap pertumbuhan bawang putih. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 29 (01) : 35-44.