

**INOKULASI EKTOMIKORIZA *Scleroderma* sp. DAN *Scleroderma*
dyciosporum PADA SEMAI MERBAU (*Intsia bijuga*)**

(Skripsi)

KURNIA INDY PRATAMA S.



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

INOKULASI EKTOMIKORIZA *Scleroderma* sp. DAN *Scleroderma dyctiosporum* PADA SEMAI MERBAU (*Intsia bijuga*)

Oleh

Kurnia Indy Pratama S.

Ektomikoriza merupakan fungi yang dapat membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara dan air. Merbau (*Intsia bijuga*) merupakan salah satu tanaman yang memiliki ketergantungan dengan mikroriza. Salah satu jenis ektomikoriza yang dapat berasosiasi dengan merbau adalah *Scleroderma* spp. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan persen kolonisasi terbaik pada perakaran merbau, mengetahui pengaruh inokulasi secara tunggal terhadap pertumbuhan merbau, mengetahui pengaruh inokulasi secara gabungan terhadap merbau. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan 3 kali ulangan dan 4 sampel di setiap ulangan. Data dianalisis menggunakan sidik ragam (anova) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil dari penelitian ini menunjukkan inokulasi secara gabungan mampu membentuk persen kolonisasi yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tunggal dan kontrol, pemberian inokulasi secara tunggal dan gabungan mampu meningkatkan pertumbuhan merbau pada parameter

Kurnia Indy Pratama S.

panjang akar, persen kolonisasi, jumlah daun, luas daun dan tinggi tanaman.

Perlakuan inokulum gabungan memberikan hasil yang lebih baik pada persen kolonisasi dibandingkan dengan perlakuan inokulum tunggal dan kontrol.

Kata Kunci : Ektomikoriza, Inokulasi, Merbau (*Intsia bijuga*).

ABSTRACT

THE INOCULATION OF ECTOMYCORRHIZA (*Scleroderma* sp. and *Scleroderma dyciosporum*) TO MERBAU SEEDS (*Intsia bijuga*)

by

Kurnia Indy Pratama S.

Ectomycorrhiza helped plants to absorb nutrients and water. Merbau (*Intsia bijuga*) was known as the plant that could had the association with ectomycorrhiza. *Scleroderma* spp. was known as the ectomycorrhiza that could had association with merbau. The purpose of this research are to know which kind of *Scleroderma* spp. that will have a good association with the merbau's root and to know the impact of single inoculation and combination inoculation. This research used randomized complete design with 4 treatments, 3 replicates and 4 sample in each replicates. Data obtained were analyzed by analysis of variance (anova) and continued with Least Significant Different (LSD). The result of this research showed that combination inoculation was better to form a colonization than single inoculation, single inoculation could affect the high growth of the plant, amount of leaf, percent colonization, leaf area and the root length, combination inoculation showed a better result on percent colonization.

Keywords : Ectomycorrhiza, Inoculation, Merbau (*Intsia bijuga*).

**INOKULASI EKTOMIKORIZA *Scleroderma* sp. DAN *Scleroderma*
dyciosporum PADA SEMAI MERBAU (*Intsia bijuga*)**

Oleh

KURNIA INDY PRATAMA S.

Skripsi

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

pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **INOKULASI EKTOMIKORIZA *Scleroderma* sp.
DAN *Scleroderma dyctiosporum* PADA SEMAI
MERBAU (*Intsia bijuga*)**

Nama Mahasiswa : **Kurnia Indy Pratama S.**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1414151049

Program Studi : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


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

I. Tim Penguji

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



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Indriyanto, M.P.**



Dekan Fakultas Pertanian

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **05 September 2018.**

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 01 Juni 1996, sebagai anak pertama dari 4 bersaudara dari pasangan Bapak Belli Simbolon, S.E. dan Ibu Kusuma Wijayanti, S.E. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Fransiskus 1 Tanjung Karang diselesaikan pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 10 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2011 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA YP Unila Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2014.

Pada 2014, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi pengurus aktif di UKM Universitas Lampung selama 2 periode di AIESEC in Lampung University atau biasa dikenal di Universitas Lampung sebagai UISA (*Unila's International Student Association*). Pada tahun 2017 penulis melaksanakan KKN di Kecamatan Bandar Putih Tua, Kecamatan Anak Ratu Aji, Lampung Tengah dan melaksanakan Praktik Umum di BKPH Pengarasan, KPH Balapulung, Tegal.

Kupersembahkan karya tulis kecil ini untuk keluarga ku tercinta..

SANWACANA

Puji syukur akan selalu terucap atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Shalawat serta salam tak lupa terucapkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul “Inokulasi Ektomikoriza *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum* pada Semai Merbau (*Intsia bijuga*)” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan (S.Hut) di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih saya ucapkan 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 pembimbing utama sekaligus Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas bimbingan dan masukan selama penulis melakukan penelitian sampai penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penulis melakukan penelitian sampai penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Ir. Indriyanto, M.P. selaku pembahas dan penguji utama yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Duryat, S.Hut., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Ibu Dr. Hj. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P. selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
7. Ayah dan Ibu penulis Asla Ventri, S.T. dan Kusuma Wijayanti, S.E. yang telah memberikan dukungan baik dalam segi material, nonmaterial, serta semangat dan dukungan yang tiada henti sampai penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.
8. Adik-adik penulis Kurnia Andre Rheyvaldi, Alifah Az-Zahra dan Kurnia Atmarazka Febrian yang selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
9. Eyang Dra. Srie Subarti, Om Dr. Kusuma Adhianto, S.Pt., M.Pt., Kusuma Adhiwibowo, S.T., dr. Warena Wisnu A.R., serta Tante Kusuma Handayani, S.Si., M.Si. yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik material maupun nonmaterial dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Sahabat penulis Mike Nurjanah, S.IP., Fika Nadia, S.H., Rizka Rifiandini, S.Ked., Dina Ramdani., BA.IR, Ayu Fadhilah Pratiwi, Amd., Vannyana Albert, S.H.
11. Teman seperjuangan Kehutanan 2014 khususnya untuk konsentrasi Budidaya Hutan yang telah memberi bantuan dan saran terhadap penulis dari awal penulisan proposal, penelitian hingga penulisan skripsi.

12. *Support system* penulis Ulfah Aprilina, S.Pd., atas pemberian semangat dan masukan kepada penulis dari awal penelitian hingga penyelesaian penulisan skripsi.
13. Teman organisasi AIESEC penulis, terkhusus untuk Priyamvada, Phoenix, Nirvana, Naratama dan AB Team atas semangat yang selalu diberikan tiada henti.
14. Teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) penulis Rama Agung Prakasa, S.Ked., Mike Nurjanah, S.IP., Winda Rosmalinda, S.E., Deta Iktaria, S.P., Dibyo Mika Prasetyo., Biaton N. Simarmata, atas pemberian dukungan dan semangat kepada penulis serta telah menjadi bagian dalam perjalanan penulis.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dan terlibat dalam penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari, bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Namun, penulis berharap skripsi ini dapat berguna untuk semua pembacanya.

Bandar Lampung, 5 September 2018

Kurnia Indy Pratama S.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Kerangka Pemikiran.....	4
F. Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Merbau Laut	7
B. Ektomikoriza	8
C. Inokulasi Mikoriza	9
D. Manfaat Mikoriza pada tanaman	9
E. Faktor yang mempengaruhi inokulasi mikoriza.....	10
III. METODE PENELITIAN	12
A. Waktu dan Tempat Penelitian	12
B. Bahan dan Alat	12
C. Rancangan Percobaan	12
D. Prosedur Penelitian.....	13
E. Variabel Pengamatan.....	17
F. Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Hasil	25
B. Pembahasan	30
V. SIMPULAN DAN SARAN	35
A. Simpulan.....	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

	Halaman
LAMPIRAN	40-48
Gambar 11-14.....	40-41
Tabel 7-24	42-48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria kolonisasi akar berektomikoriza.....	20
2. Rekapitulasi hasil analisis ragam terhadap beberapa parameter yang diamati pada semai merbau umur 4 bulan setelah inokulasi.....	27
3. Hasil Uji BNT terhadap parameter pertambahan tinggi tanaman nerbau umur 4 bulan setelah inokulasi.....	26
4. Hasil Uji BNT parameter jumlah daun dan luas daun merbau umur 4 bulan setelah inokulasi	27
5. Hasil uji bnt terhadap parameter panjang akar dan persen kolonisasi akar merbau umur 4 bulan setelah diinokulasi	28
6. Data rata-rata BKT, BKP, BKA, rata-rata pertambahan diameter.....	30
7. Uji bartlett pada parameter panjang akar	42
8. Uji bartlett pada parameter diameter batang	42
9. Uji bartlett pada parameter jumlah daun.....	43
10. Uji bartlett pada parameter pertambahan tinggi.....	43
11. Uji bartlett pada parameter persen kolonisasi	44
12. Uji bartlett pada parameter luas daun	44
13. Uji bartlett pada parameter Berat Kering Akar.....	45
14. Uji bartlett pada parameter Berat Kering Pucuk.....	45
15. Uji bartlett pada parameter Berat Kering Total	46
16. Analisis ragam pada parameter Berat Kering Total.....	46
17. Analisis ragam pada parameter Berat Kering Akar	47

Tabel	Halaman
18. Analisis ragam pada parameter berat kering tajuk.....	47
19. Analisis ragam pada parameter diameter batang	47
20. Analisis ragam pada parameter tinggi.....	47
21. Analisis ragam pada parameter persen kolonisasi	48
22. Analisis ragam pada parameter panjang akar	48
23. Analisis ragam pada parameter luas daun.....	48
24. Analisis Ragam Pada Parameter Jumlah Daun	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pola penelitian dengan metode RAL.....	13
2. Tubuh buah <i>Scleroderma</i> sp. di bawah tegakan mangium.....	15
3. Bentuk spora <i>Scleroderma dyctiosporum</i> A) saat penimbangan. B) suspensi spora yang telah diaduk dengan <i>shaker rotator</i> selama kurang lebih 2 jam	16
4. Pengukuran tinggi tanaman merbau	17
5. Pengukuran diameter batang merbau	18
6. Pengukuran panjang akar merbau	19
7. Bentuk akar merbau A) terkolonisasi ektomikoriza, B) tidak terkolonisasi ektomikoriza	20
8. Pengukuran luas daun dengan <i>Leaf Area Meter</i>	21
9. Visualisasi tinggi tanaman merbau umur 4 bulan setelah inokulasi. A) Tanaman kontrol (tanpa perlakuan), B) perlakuan 3 (inokulasi inokulum gabungan), C) perlakuan 2 (inokulum <i>Scleroderma dyctiosporum</i>) dan D) perlakuan 1 (inokulasi <i>Scleroderma</i> sp.).....	27
10. Visualisasi panjang akar tanaman merbau umur 4 bulan. A) Perlakuan 2 (inokulum <i>Scleroderma dyctiosporum</i>), B) Perlakuan 3 (inokulum gabungan), C) Perlakuan 1 (inokulum <i>Scleroderma</i> sp.) dan D) kontrol (tanpa inokulasi)	29
11. Bedeng pesemaian merbau di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung	40
12. Benih merbau mulai berkecambah di hari ke – 6.....	40
13. Benih merbau yang telah berkecambah dan siap disapuh.....	41
14. Merbau setelah disapuh.....	41

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Merbau (*Intsia bijuga*) merupakan jenis kayu yang memiliki nilai ekonomis tinggi di daerah Asia Tenggara karena kayu merbau merupakan salah satu tanaman penghasil kayu keras serta memiliki kelas keawetan alami yang baik. Saat ini, kayu merbau digunakan sebagai bahan *flooring*, mebel eksterior, tangga, lemari dan dek. Di Indonesia, merbau tersebar secara alami mulai dari Sumatera hingga Papua. Berdasarkan *The IUCN Red List of Threatened Species* tahun 2006, merbau terdaftar sebagai *Vulnerable* dalam kategori VU A1cd. Tetapi hal tersebut belum dilakukan review ulang sejak tahun 1994. Saat ini, keberadaan jenis merbau cukup mengkhawatirkan dikarenakan kayu merbau menjadi incaran banyak perusahaan kayu (Dodo dan Mujahidin, 2007). Oleh karena keberadaan merbau mulai memprihatinkan, maka diperlukan kegiatan pembangunan hutan.

Pembangunan hutan adalah usaha yang dapat dilakukan untuk mengembalikan struktur dan fungsi hutan. Namun, keberhasilan dari pembangunan hutan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya yaitu kesiapan bibit dari segi kualitasnya. Bibit yang akan digunakan dalam pembangunan harus memenuhi kriteria, di antaranya sehat dan ukuran yang sesuai (tinggi 30 - 50cm), jumlahnya sesuai dan tepat waktu.

Persyaratan tersebut akan terpenuhi apabila bibit dipelihara dan diperlakukan dengan baik (Mansur, 2013).

Inokulasi mikoriza merupakan cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mikoriza merupakan salah satu fungi yang berguna untuk membantu pertumbuhan tanaman dan membantu tanaman untuk tahan terhadap patogen (Sehgal dan Sagar, 2017). Terdapat 3 jenis mikoriza yaitu ektomikoriza, endomikoriza dan ektendomikoriza. Ektomikoriza merupakan salah satu jenis mikoriza yang berasosiasi dengan akar tanaman kehutanan.

Mikoriza membantu akar tanaman untuk menyerap unsur makro dan mikro (Santoso dkk., 2007 ; Budi, 2012). Melalui proses enzimatik, unsur yang terikat kuat dalam ikatan senyawa kimia seperti aluminium (Al) dan besi (Fe) dapat diuraikan dan dipecahkan dalam bentuk tersedia bagi inang. Inang berfotosintesis kemudian memberikan sebagian hasil fotosintat ke bagian akar inang dan mikoriza di jaringan korteks akar inang mendapatkan aliran energi untuk hidup dan berkembangbiak di dalam tanah (Santoso dkk., 2007).

Merbau merupakan tanaman yang berasosiasi dengan ektomikoriza.

Berdasarkan hasil penelitian Tedersoo dkk. (2007) merbau dapat berasosiasi dengan ektomikoriza jenis *Scleroderma* sp. Namun, belum ada penelitian yang menunjukkan jenis *Scleroderma* sp. mana yang memiliki kompatibilitas terbaik serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan merbau. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis *Scleroderma* sp. yang memiliki kompatibilitas terbaik dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan merbau untuk mendukung penyediaan bibit dengan kualitas baik dalam rangka pembangunan hutan.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mendapatkan persen kolonisasi terbaik ektomikoriza *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum* pada akar semai merbau.
2. Mempelajari pengaruh inokulasi *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum* terhadap pertumbuhan semai merbau.
3. Mempelajari pengaruh inokulasi ektomikoriza gabungan *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum* terhadap pertumbuhan semai merbau.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian agar dapat dijadikan referensi pada pembibitan merbau dengan inokulasi ektomikoriza dengan inokulum *Scleroderma* spp.

D. Rumusan Masalah

Merbau merupakan tanaman yang tersebar alami di Indonesia. Saat ini, merbau berdasarkan IUCN termasuk ke dalam kategori rentan. Apabila tidak dilakukan pemeliharaan dan atau regenerasi maka merbau ini dapat punah, karena merbau merupakan kayu yang bernilai ekonomis tinggi, serta memiliki kualitas kayu yang baik dan awet.

Ektomikoriza jenis *Scleroderma* spp. merupakan fungi yang dapat berasosiasi dengan merbau. Simbiosis yang terjadi merupakan simbiosis mutualisme.

Mikoriza mampu membantu merbau untuk memenuhi kebutuhannya untuk dapat tumbuh dan mikoriza mendapatkan makanan dari hasil fotosintesis

merbau. Melihat pentingnya mikoriza terhadap penyediaan kebutuhan merbau untuk bertahan hidup, maka perlu diketahui jenis *Scleroderma* yang lebih cepat untuk bersimbiosis dengan merbau, untuk mempercepat pertumbuhannya dan meningkatkan daya tahan merbau.

E. Kerangka Pemikiran

Pembangunan hutan tanaman harus menekankan pada penanaman jenis tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi untuk menunjang pendapatan masyarakat di sekitar hutan pada masa yang akan datang. Merbau merupakan jenis tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang bersimbiosis dengan ektomikoriza. Menurut Santoso dkk. (2007) dan Wulandari dan Jaenab (2016), tanaman inang yang bersimbiosis dengan mikoriza akan mendapat sumber makanan yang lebih banyak dari dalam tanah dengan bantuan mikoriza dibandingkan dengan sistem perakaran tanpa mikoriza. Menurut Tedersoo dkk. (2007), jenis fungi ektomikoriza yang bersimbiosis dengan merbau adalah jenis *Scleroderma* spp. Hasil penelitian Nugroho dkk. (2010) ektomikoriza yang bersimbiosis dengan merbau cenderung mendekati ciri *S. dyctiosporum* yang dilihat dari ciri basidiosporanya.

Bibit tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dipengaruhi oleh ketersediaan bibit unggul. Salah satu faktor untuk membuat bibit unggul dan dapat bertahan pada kondisi lingkungan krisis hara adalah dengan inokulasi mikoriza. Menurut Talanca (2010) kehadiran mikoriza dapat meningkatkan efisiensi air, meningkatkan nilai tegangan osmotik sel-sel tanaman pada tanah yang kadar airnya cukup rendah, sehingga tanaman dapat melangsungkan kehidupannya dan

resisten terhadap serangan patogen. Selain itu, berdasarkan penelitian Husna (2017) asosiasi mikoriza dengan akar tanaman mempunyai peranan yang penting dalam mendukung pertumbuhan dan peningkatan status nutrisi di media. Selain itu, mikoriza merupakan komponen penting dalam restorasi lahan untuk revegetasi lahan terdegradasi (Tuheteru dkk., 2017).

Tanaman yang diinokulasikan mikoriza cenderung memiliki pertumbuhan lebih baik dibandingkan tanaman tanpa inokulasi ektomikoriza (Riniarti, 2010 ; Handayani dkk., 2018 ; Kusuma, 2017 ; Darwo dan Sugiarti, 2008). Hasil penelitian Darwo dan Sugiarti (2008) tanaman tusam yang diinokulasikan ektomikoriza *Scleroderma citrinum* memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman kontrol. Penelitian Riniarti (2010) menunjukkan pada *Pinus merkusii* yang diinokulasikan secara tunggal *S. columnare* dan *S. dyctiosporum* menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap penambahan tinggi dan diameter batang. Selain inokulasi tunggal, terdapat inokulasi gabungan yang mempunyai respon pertumbuhan tanaman lebih baik dibandingkan dengan tanaman dengan inokulasi tunggal, maupun tanpa inokulasi.

Berdasarkan hasil penelitian Riniarti (2010) dan Irianto (2009) didapatkan hasil bahwa inokulasi mikoriza gabungan memiliki hasil yang lebih baik. Pada penelitian Irianto (2009) bibit *Eucalyptus pelita* F. yang diinokulasikan *Glomus* sp. dan *Pisolithus arrhizus* memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman kontrol maupun tanaman yang diinokulasikan secara tunggal.

Pada penelitian Riniarti (2010) semai melinjo (*Gnetum gnemon*) yang diinokulasikan ektomikoriza gabungan *S. columnare* dan *S. sinnamariense*

menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tunggal dan kontrol. Hal ini karena setiap jenis ektomikoriza mempunyai perannya masing-masing pada tanaman inang.

F. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah

1. *Scleroderma dyctiosporum* memiliki kemampuan berkolonisasi lebih baik pada semai merbau dibandingkan dengan *Scleroderma* sp.
2. Tanaman inang yang berasosiasi dengan ektomikoriza akan memiliki pertumbuhan yang lebih baik.
3. Tanaman inang yang berasosiasi dengan ektomikoriza gabungan *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum* akan memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan inokulasi ektomikoriza tunggal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Merbau Laut

Merbau merupakan tanaman yang tergolong dalam suku polong-polongan. Tumbuhan ini tersebar mulai dari Tanzania dan Madagaskar sampai ke India Selatan dan Burma, ke arah Malaysia termasuk Indonesia (Dodo dan Mujahidin, 2007). Penyebaran jenis ini di Indonesia meliputi pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Timor, Maluku, dan Papua. Potensi kayu merbau terbesar di Indonesia saat ini berada di Papua yang mencakup Propinsi Papua dan Papua Barat yaitu mencapai 84,4% dari seluruh merbau yang diproduksi (Tong dkk., 2009). Berikut adalah klasifikasi dari merbau laut (Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor, 2010).

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Fabales
Famili : Caesalpinaceae
Genus : *Intsia*
Spesies : *Intsia bijuga*

Potensi utama dari merbau laut ialah kayunya yang digolongkan ke dalam kekuatan kayu I-II dan keawetan kayu kelas I-II. Sehingga, kayu merbau banyak digunakan untuk bahan bangunan. Oleh karena kayu merbau mempunyai sifat kuat dan awet maka kayu ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi, sehingga menjadi banyak incaran para perusahaan kayu (Dodo dan Mujahidin, 2007).

B. Ektomikoriza

Ektomikoriza merupakan hasil bentukan cendawan dari golongan *Basidiomycetes* yang pada umumnya berbentuk payung atau bola. Salah satu sifatnya adalah bersifat spesifik untuk setiap jenis tumbuhan dan dipengaruhi oleh kondisi tapaknya (Sehgal dan Sagar, 2017). Ektomikoriza dapat bersimbiosis dengan beberapa tanaman inang, begitu juga tanaman inang dapat bersimbiosis dengan beberapa jenis ektomikoriza (Darwo dan Sugiarti, 2008).

Ektomikoriza merupakan jenis fungi yang pada umumnya terdiri atas 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, permukaannya kasar dan bewarna putih krem (Nugroho dkk., 2010). Hifa ektomikoriza masuk di antara sel-sel epidermis dan kortek membentuk jaringan hartig. Fungsi mantel adalah sebagai alat seleksi dan penyerapan, sedangkan jaringan hartig berfungsi sebagai tempat pertukaran material antara tanaman inang dengan fungi (Suhardi, 1989).

C. Inokulasi Ektomikoriza

Inokulasi mikoriza dapat dilakukan dari banyak sumber inokulum, yaitu penggunaan inokulum 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).

Kuswanto (1990) menjelaskan bahwa inokulasi mikoriza dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu inokulum tanah, inokulum spora dan inokulum miselia. Teknik inokulasi dengan menggunakan tanah di bawah tegakan yang bermikoriza masih banyak digunakan karena mempunyai keuntungan yaitu penyebaran infeksi cepat merata. Menurut Indriyanto (2008), inokulasi mikoriza dapat dilakukan dengan dua cara yaitu inokulasi secara alami (inokulasi menggunakan inokulum tanah, membuat pesemaian di bawah tegakan inang yang bermikoriza, menanam pohon induk (*mother trees*) bermikoriza dan inokulasi secara buatan (penggunaan suspensi spora, penggunaan spora pada sistem irigasi, penggunaan tablet spora, penggunaan kapsul spora dan inokulasi dengan miselium).

D. Manfaat Mikoriza pada Tanaman

Penambahan mikoriza pada tanaman memberikan banyak manfaat untuk tanaman inang. Manfaat pemberian mikoriza di antaranya adalah meningkatkan serapan fosfor (P) dari batuan posfat dan dan juga hifa mikoriza dapat mengkonservasi unsur hara yang ada di dalam tanah agar tidak mudah hilang dari ekosistem akibat pencucian (Mansur, 2013). 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 (Husna dkk., 2007). Selain itu, penelitian Kurniaty (2017) menunjukkan bahwa mikoriza *Glomus* sp. juga dapat membantu rhizobium membentuk kolonisasi akar lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak diinokulasikan mikoriza pada bibit saga (*Adenantha pavonina*).

Pada tanah yang memiliki unsur P sedikit, salah satu dari mekanisme penyerapan hara oleh ektomikoriza dapat menghasilkan enzim fosfatase yang dapat membantu mengubah P tidak tersedia menjadi P tersedia bagi tanaman. Phosphorous adalah salah satu unsur esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berfungsi untuk membentuk perkembangan akar dan penyerapan hara secara aktif dari dalam tanah (Budi, 2012).

E. Faktor yang Mempengaruhi Proses Inokulasi

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kolonisasi ektomikoriza, baik itu faktor alamiah maupun secara buatan. Hasil penelitian McCormark dkk (2017) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk N dapat menurunkan tingkat kolonisasi dari ektomikoriza. Selain itu, tingkat kedalaman juga dapat mempengaruhi. Penelitian McCormark dkk. (2017), menunjukkan bahwa kedalaman tanah 0-16 cm memiliki kolonisasi yang lebih baik dibandingkan dengan kedalaman 17-32 cm. Berdasarkan hasil penelitian Budi (2012), sterilisasi

merupakan faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kolonisasi mikoriza di akar tanaman. Pada media yang disterilisasi, persen kolonisasi pada perakaran *Shorea selanica* lebih tinggi dibandingkan dengan media yang tidak dilakukan sterilisasi. Hal ini dikarenakan pada media yang disterilisasi tidak terdapat mikroorganisme yang dapat menghambat proses inokulasi.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari sampai dengan Juni 2018 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit tanaman merbau laut, inokulum spora *Scleroderma* sp. yang berasal dari bawah tegakan mangium (*Acacia mangium*) dan inokulum spora *Scleroderma dyctiosporum* berasal dari bawah tegakan *Shorea leprosula* dan pasir sebagai media tumbuh.

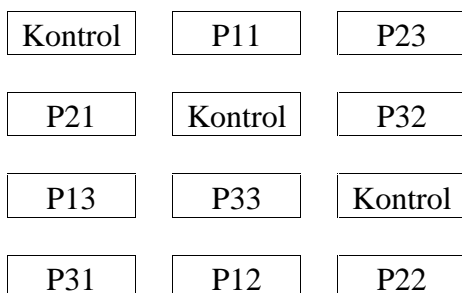
Alat yang digunakan adalah mikroskop stereo, *shaker rotator*, *haemocytometer*, *Leaf Area Meter*, tabung *erlenmeyer*, timbangan digital, kamera, caliper digital, petridis, oven, *speth* ukuran 20 cc/ml, pipet tetes, gunting, dan mistar.

C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan. Perlakuan yang diberikan yaitu (1) pemberian inokulum *Scleroderma* sp., (2) pemberian inokulum *Scleroderma dyctiosporum*, (3) pemberian inokulum gabungan *Scleroderma* sp. dan *S. dyctiosporum* dan (4) tanpa pemberian

inokulum (kontrol). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan menggunakan 4 sampel tanaman. Sehingga, jumlah tanaman yang digunakan sebanyak 48 tanaman

Tata letak setiap unit percobaan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola penelitian dengan metode RAL

Keterangan :

- P11 : Perlakuan P1 (Inokulum *Scleroderma* sp.) pada ulangan ke – 1
- P12 : Perlakuan P1 (Inokulum *Scleroderma* sp.) pada ulangan ke – 2
- P13 : Perlakuan P1 (Inokulum *Scleroderma* sp.) pada ulangan ke – 3
- P21 : Perlakuan P2 (Inokulum *S. dyctiosporum*) pada ulangan ke – 1
- P22 : Perlakuan P2 (Inokulum *S. dyctiosporum*) pada ulangan ke – 2
- P23 : Perlakuan P2 (Inokulum *S. dyctiosporum*) pada ulangan ke – 3
- P31 : Perlakuan P3 (Inokulum Gabungan) pada ulangan ke – 1
- P32 : Perlakuan P3 (Inokulum Gabungan) pada ulangan ke – 2
- P33 : Perlakuan P3 (Inokulum Gabungan) pada ulangan ke – 3

D. Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Penyiapan media tumbuh

Media pengecambahan yang digunakan pada penelitian ini berupa zeolit. Media tumbuh semai setelah disapuh yang digunakan yaitu pasir. Menurut hasil penelitian Febriani dkk. (2017), pasir merupakan media tumbuh semai yang paling baik apabila dibandingkan dengan *cocopeat*, tanah dan arang sekam padi. Pasir yang sudah disterilkan, dimasukkan ke dalam polybag putih transparan kemudian dilapis dengan polybag hitam. Tujuannya, agar mempermudah untuk mengamati kolonisasi mikoriza pada akar. Sebelum diinokulasi dengan fungi ektomikoriza, media tumbuh semai dibuat jenuh oleh air terlebih dahulu dan selama tiga hari setelah inokulasi bibit tidak disiram untuk mencegah tercucinya inokulum (Riniarti, 2010).

2. Penyiapan semai

Semai yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semai hasil perkecambahan yang dilakukan oleh peneliti di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Benih merbau didapatkan dari penyedia benih. Sebelum dikecambahkan, benih diskarifikasi terlebih dahulu untuk mematahkan masa dormansi benih. Skarifikasi yang digunakan adalah tipe skarifikasi secara fisik, yaitu dengan merendam benih merbau pada air panas dan mengamplas kulit bagian luar benih merbau.

Dalam proses perkecambahan, media tumbuh kecambah yang digunakan adalah zeolit. Sebelum digunakan, media disterilisasi terlebih dahulu menggunakan air panas. Tujuan dari sterilisasi media ini adalah untuk meminimalisir gangguan pertumbuhan yang disebabkan oleh mikroorganisme

lain. Pemeliharaan yang dilakukan pada saat proses perkecambahan adalah penyiraman dan mengambil benih merbau yang busuk akibat serangan jamur secara manual.

Semai yang digunakan dalam penelitian ini berumur 1-2 bulan. Pemeliharaan lanjutan setelah tanaman disapih adalah :

- 1) penyiraman setiap hari (*conditional*).
 - 2) pengendalian gulma dilakukan secara manual.
3. Penyiapan inokulum ektomikoriza

Inokulum yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk spora yang berasal dari tubuh buah *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum*. 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. Tubuh buah *Scleroderma* sp. yang didapatkan di bawah tegakan mangium dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tubuh buah *Scleroderma* sp. yang berasal dari tegakan mangium.

4. Persiapan suspensi spora *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum*

Inokulum spora ektomikoriza yang digunakan berupa suspensi yang diperoleh dengan mencampurkan 5 gram spora ke dalam 1.000 ml aquades dan ditambahkan 6 tetes larutan tween 80 dalam tabung *erlenmeyer* 1.000 ml. Kemudian tabung *erlenmeyer* yang berisi campuran spora, aquades, dan larutan tween 80 diaduk menggunakan *Shaker rotator* selama ± 2 jam. Hasil akhirnya didapatkan suspensi spora ektomikoriza. Setelah itu dilakukan perhitungan kepadatan spora ektomikoriza dengan *haemocytometer*. Perhitungan jumlah spora/ml menggunakan preparat dengan volume $0,004 \text{ mm}^3$. Setiap 1.000 ml suspensi dilakukan 3 kali pengulangan dan setiap ulangan terdiri dari 5 sampel percobaan kemudian dirata-ratakan. Kepadatan spora *Scleroderma dyctiosporum* adalah $1,5 \times 10^6$ spora/ml. Selain itu, kepadatan spora *Scleroderma* sp. adalah $2,2 \times 10^6$ spora/ml. Bentuk spora sebelum dan sesudah dicampurkan dengan aquades dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk spora *Scleroderma dyctiosporum* A) saat penimbangan, B) suspensi spora yang telah diaduk dengan *shaker rotator* selama kurang lebih 2 jam.

5. Aplikasi suspensi spora *Scleroderma* sp. dan *Scleroderma dyctiosporum*

Inokulasi dilakukan pada sore hari setelah tanaman merbau tidak disiram selama kurang lebih 3 hari. Inokulasi dilakukan menggunakan *speth* 20 cc /ml.

6. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan adalah penyiraman sesuai kapasitas lapang tanah dan penyiangan gulma.

E. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah

1. Tinggi tanaman

Tinggi semai diukur mulai dari kolet hingga nodus teratas. Pengukuran dimulai dari awal penelitian sampai dengan akhir penelitian. Pengukuran tinggi merbau pada akhir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran tinggi tanaman merbau.

2. Pertambahan diameter batang

Diameter batang diamati pada bulan pertama dan di akhir penelitian menggunakan *caliper*. Pengukuran diameter batang di akhir pengamatan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran diameter batang merbau.

3. Panjang akar

Panjang akar diukur dengan tali rafia yang disejajarkan dengan panjang akar. Setelah itu, tali rafia diukur panjangnya menggunakan penggaris. Pengukuran panjang akar dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengukuran panjang akar merbau.

4. Persentase akar berektomikoriza

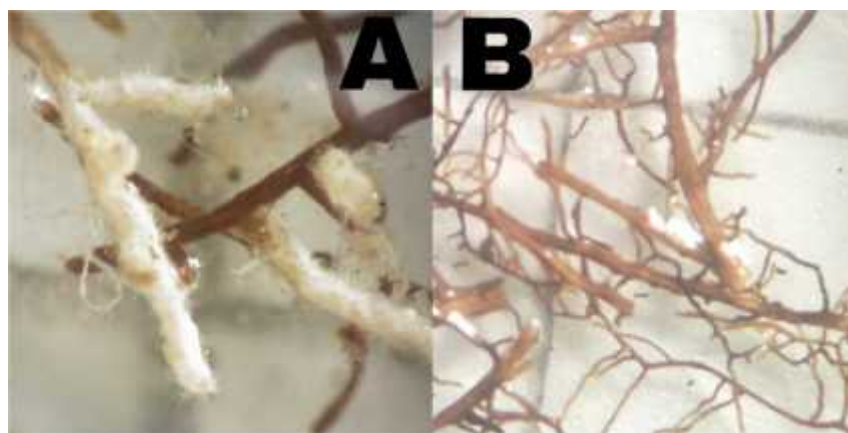
Sebelum dilakukan penghitungan, akar tanaman dicuci bersih dengan air mengalir secara perlahan-lahan. Akar tanaman yang telah bersih, dipotong sepanjang kira-kira 1 cm. Perhitungan jumlah akar berektomikoriza dilakukan secara langsung di bawah mikroskop dengan menggunakan *the gridline intersection method* yang di bawahnya terdapat kertas yang telah diberi garis selebar 1 cm x 1 cm secara vertikal dan horisontal. Total jumlah akar yang berektomikoriza didapatkan dari penjumlahan bidang vertikal dan bidang horisontal pada petridis yang dilalui oleh akar yang berektomikoriza. Bentuk akar berkolonisasi mikoriza dan yang tidak berkolonisasi dapat dilihat pada Gambar 7. Klasifikasi persentase akar berkolonisasi disajikan pada Tabel 1. Persentase akar berektomikoriza dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase akar terkolonisasi} : \frac{\text{Jumlah akar terkolonisasi ektomikoriza}}{\text{Jumlah seluruh akar}} \times 100\%$$

Tabel 1. Kriteria kolonisasi akar berektomikoriza

Kelas	Kriteria
1	0-5 % (sangat rendah)
2	6-26% (rendah)
3	26-50% (sedang)
4	51-75% (tinggi)
5	76-100% (sangat tinggi)

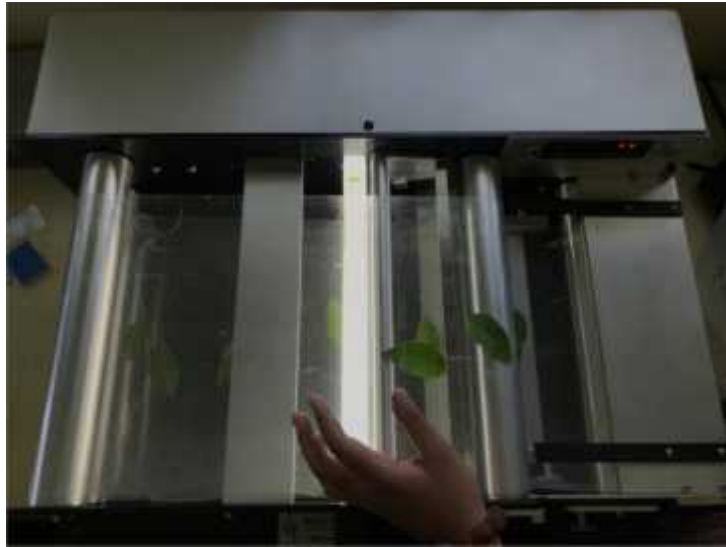
Sumber : Setiadi (1992) dalam Suswati dkk. (2015).



Gambar 7. Bentuk akar merbau A) terkolonisasi ektomikoriza, B) tidak terkolonisasi ektomikoriza.

5. Luas daun

Pengukuran luas daun dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung dengan menggunakan *Leaf Area Meter*. Pengukuran dilakukan setelah akhir penelitian. Daun dipotong terlebih dahulu dari tangkainya kemudian dimasukkan ke alat *Leaf Area Meter* satu per satu dengan satu tanaman satu kali pengukuran. Proses pengukuran luas daun dengan *Leaf Area Meter* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengukuran luas area daun dengan *Leaf Area Meter*.

6. Berat kering total

Berat kering bibit diperoleh setelah tanaman dipanen. Berat kering total diketahui dengan cara menjumlahkan berat kering akar dan berat kering tajuk.

$$\text{Berat Kering Total} = \text{Berat Kering Tajuk} + \text{Berat Kering Akar.}$$

F. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan setelah data didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Analisis ragam

Sebelum dilakukan analisis ragam, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas ragam. Menurut Gaspersz (1994), homogenitas ragam didapatkan dengan menggunakan Uji Bartlett dengan prosedur sebagai berikut :

A. Varian gabungan dari seluruh sampel (S^2)

$$S_i^2 P_i = \frac{JKP_i}{n-1}$$

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

B. Harga satuan (B)

$$B = (\log S_{12}) (ni - 1)$$

$$X^2 = (\ln 10) \{B - (ni - 1) \log S_1^2\}$$

C. Faktor koreksi (K)

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

$$X^2 \text{ hitung terkoreksi} = \frac{X^2 \text{ hitung}}{K}$$

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

Keterangan :

- S^2 : ragam gabungan
- S_i^2 : ragam masing-masing perlakuan
- X^2 : khi kuadrat
- $\ln 10$: 2,306
- t : banyaknya perlakuan
- n : banyaknya ulangan

Kriteria pengujian dalam penelitian ini adalah jika $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$ maka data yang diperoleh tidak homogen, sehingga perlu dilakukan transformasi data.

Transformasi data yang lazim dilakukan yaitu transformasi akar. Transformasi yang digunakan adalah $\sqrt{Y+1}$. Jika $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ maka data yang diperoleh sudah homogen dan dapat dilakukan analisis ragam.

Analisis ragam dilakukan untuk menguji hipotesis tentang faktor perlakuan terhadap keragaman data hasil percobaan. Menurut Hanafiah (2011), analisis ragam dapat dicari menggunakan rumus di bawah ini :

$$FK : \frac{T_i^2}{r \times t}$$

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

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

$$JKG : JKT - JKP$$

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.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka terdapat pengaruh nyata dari perlakuan yang diberikan, maka akan dilanjutkan ke uji lanjut. 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)

Analisis data untuk menunjukkan perbedaan masing-masing perlakuan atau beda nyata antarperlakuan dilakukan uji lanjutan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil

(BNT). Perhitungan dilakukan pada taraf nyata 5%. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$BNT = t_{/2(v)}.Sd$$

Keterangan :

$t_{/2(v)}$: Nilai baku student pada taraf dan derajat bebas galat.

Sd : $2KTG/r$

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan bahwa

1. Gabungan inokulum *Scleroderma* sp dan *Scleroderma dyctiosporum* membentuk persen kolonisasi terbaik yaitu 3,50% dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
2. Perlakuan inokulasi ektomikoriza secara tunggal memberikan hasil yang lebih baik pada pertumbuhan semai merbau pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar dan persen kolonisasi dibandingkan dengan tanaman kontrol.
3. Pada perlakuan inokulasi mikoriza secara gabungan mampu membentuk persen kolonisasi yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

B. Saran

Berdasarkan simpulan yang didapat dari penelitian ini maka dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya meneliti lebih lanjut jenis *Scleroderma* spp. atau jenis mikoriza yang dapat membentuk asosiasi paling baik dengan perakaran merbau.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor. 2010. *Atlas Benih Tanaman Hutan Indonesia*. Buku. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. 92 hlm.
- Bruns, T. D., Bidartondo, M. I., dan Taylor, D. L. 2002. Host specificity in ectomycorrhizal communities: what do the exceptions tell us?. *Jurnal Integ, and Comp Biol*. 42 (2) : 352—359.
- Budi, S. W. 2012. Pengaruh sterilisasi media dan dosis inokulum terhadap pembentukan ektomikoriza dan pertumbuhan shorea selanica blume. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3 (7) : 77—78.
- Darwo dan Sugiarti. 2008. Beberapa jenis cendawan ektomikoriza di kawasan hutan sipirok, tongkoh, dan aek nauli, sumatera utara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5 (2) : 170—171.
- Darwo dan Sugiarti. 2008. Pengaruh serbuk spora cendawan scleroderma citrinum persoon dan komposisi media terhadap pertumbuhan tusam di pesemaian. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5 (5) : 467—469.
- Dodo dan Mujahidin. 2007. Merbau (colebr.) o. kuntzo) di taman nasional ujung kulon. *Prosiding Simposium Nasional Pengelolaan Pesisir, Laut dan Pulau-Pulau Kecil*. PKT Kebun Raya Bogor. Bogor. 1—4.
- Febriani, W., Riniarti, M., dan Surnayanti. 2017. Penggunaan berbagai media tanam dan inokulasi spora untuk meningkatkan kolonisasi ektomikoriza dan pertumbuhan shorea javanica. *Jurnal Sylva Lestari*. 5 (3) : 89—91.
- Gaspersz, V. 1994. *Metode Rancangan Percobaan Untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi*. Buku. CV Armico. Bandung. 472 hlm.
- Hanafiah, K. A. 2011. *Rancangan Percobaan*. Buku. Rajawali Pers. Jakarta. 259 hlm.
- Handayani, I., Riniarti, M., dan Bintoro, A. 2018. Pengaruh dosis inokulum spora scleroderma columnare terhadap kolonisasi ektomikoriza dan pertumbuhan semai damar mata kucing. *Jurnal Sylva Lestari*. 6 (1) : 9—14.

- Husna, Tuheteru, F. D., dan Mahfudz. 2007. Aplikasi mikoriza untuk memacu pertumbuhan jati di muna. *Jurnal Info Teknis*. 5 (1) : 1—3.
- Husna, Tuheteru, F. D., dan Asrianti, A. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth on serpentine soil. *Jurnal Springer Nature Singapore*. DOI 10.1007/978-981-10-4115-0_12 : 296—299.
- Indriyanto. 2008. *Pengantar Budi Daya Hutan*. Buku. Bumi Aksara. Bandar Lampung. 234 hlm.
- Irianto, R. S. B. 2009. Inokulasi ganda glomus sp. dan pisolithus arrhizus meningkatkan pertumbuhan bibit eucalyptus pellita f. muell. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 6 (2) : 161—165.
- Jannah, H. 2011. Respon tanaman kedelai terhadap asosiasi fungi mikoriza arbuskular di lahan kering. *Jurnal Ganec Swara*. 5 (2) : 28—31.
- Kennedy, P. G., dan Peay, K. G. 2007. Different soil moisture conditions change the outcome of ectomycorrhizal symbiosis between rhizopogon spesies and pinus muricata. *Jurnal Plant Soil*. 291:155—165.
- Komarayati, S. dan Gusmailina. 2010. Aplikasi pupuk organik plus arang dan pupuk organik mikoriza plus arang pada media tumbuh anakan shorea crysophylla. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 28 (1) : 79—81.
- Kurniaty, R. 2017. Penggunaan mikoriza dan rhizobium dalam pertumbuhan bibit saga (adenanthera pavonina) umur 3 bulan. *Jurnal Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 3 (1) : 8—9.
- Kurniawan, A. 2014. *Keberhasilan Aplikasi Pangkas Akar dan Inokulasi Fungi Ektomikoriza Pada Bibit Melinjo (Gnetum gnemon)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 30 hlm.
- Kusuma, A. 2017. *Penambahan Bahan Pembenh Tanah Untuk Mempercepat Kolonisasi Ektomikoriza dan Pertumbuhan Damar Mata Kucing (Shorea javanica)*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung. 45 hlm.
- Kusuma, A., Riniarti, M., dan Surnayanti. 2018. Penambahan bahan pembenh tanah untuk mempercepat kolonisasi ektomikoriza dan pertumbuhan damar mata kucing. *Jurnal Sylva Lestari*. 6 (1) : 20—22.
- Kuswanto. 1990. Teknologi Produksi Inokulan Ektomikoriza dan Peranan Mikoriza di Kehutanan. *Prosiding Seminar Bioteknologi Hutan*. 128—143.
- Linderman, R. G. 1988. Mycorrhizal interactions with the rizhosphere microflora: the mycorrhizosphere effect. *Symposium : Interaction of Mycorrhizal fungi*. 7 (3). 366—367.

- Mansur, I. 2013. *Teknik Silvikultur Untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Buku. SEAMEO BIOTROP. Bogor. 125 hlm.
- McCormark, L. W., Fernandez, C. W., Brooks, H., dan Pritchard, S. G. 2017. Production dynamic of cenococcum geophilum ectomycorrhizas in response to long term elevated CO₂ and N fertilization. *Jurnal Fungal Ecology*. 26 : 14—16.
- Miska, M. E. E. 2015. *Respon Pertumbuhan Bibit Aren (Arenga pinnata (Wurmb) Merr.) Terhadap Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula Indigenous*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 52 hlm.
- Nugroho, J. D., Mansur I., Purwito, A., dan Suhendang E. 2010. Morphological characteristics of ectomycorrhizas on merbau (Intsia bijuga (colebr.) o. kuntze). *Journal of Bioscience*. 17 (2) : 70—71.
- Nugroho, J. D. 2010. *Peran Mikoriza dalam Regenerasi Pohon Merbau (Intsia bijuga (Colebr.) O. Kuntze) Asal Papua*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 210 hlm.
- Rinaldi, A. C., Comandini, O., dan Kuyper, T. W. 2008. Ectomycorrhizal fungi diversity : separating the wheat from the chaff. *Journal Fungal Diversity*. 33 : 1—45.
- 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. 46 hlm.
- Riniarti, M. 2010. *Dinamika Kolonisasi Tiga Fungi Ektomikoriza Scleroderma spp. dan Hubungannya Dengan Tanaman Inang*. Disertasi. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. 104 hlm.
- Santoso, E., Turjaman, M., dan Irianto, R. 2007. Aplikasi mikoriza untuk meningkatkan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan terdegradasi. *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian*. Padang. 1—10 .
- Sari, M. P. 2011. *Pemanfaatan Kompos Jerami Padi dan Sampah Pasar Sebagai Soil Conditioner*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 54 hlm.
- Sehgal, A. K., dan Sagar A. 2017. Ectomycorrhiza and fungi diversity in the mycorrhizosphere of pinus gerardiana. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. 5 (1) : 477—479.
- Smith S. E., dan Read D. J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis 3rd Edition*. Buku. Elsevier. Amsterdam. 803 hlm.

- Suhardi. 1989. *Pedoman Kuliah Mikoriza Vesikular Arbuskular*. Buku. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 178 hlm.
- Suswati, Indrawati, A., dan Putra, D. 2015. Penapisan limbah pertanian (sabut kelapa dan arang sekam) dalam peningkatan ketahanan bibit pisang barangan bermikoriza terhadap blood diseaes bacterium dan fusarium oxysporum. *Jurnal HPT Tropika*. 15(1) : 81—88.
- Talanca, H. 2010. Status cendawan mikoriza vesikular-arbuskular (mva) pada tanaman. *Prosiding Pekan Serealia Nasional Sulawesi Selatan*. 2—6.
- Tedersoo L., Suvi, T., Beaver, K., dan Kõljag, U. 2007. Ectomycorrhizal fungi of the seychelles: diversity patterns and host shifts from the native vateriopsis seychellarum (dipterocarpaceae) and (caesalpiniaceae) to the introduced eucalyptus robusta (myrtaceae) but not pinus caribeaem (pinaceae). *Journal compilation*. New Phytol. 175 (2) : 325—328.
- Tong, P. S., Chen, H. K., Hewitt, J., dan Affre, A. 2009. *Review of Trade in Merbau from Major Range States*. Buku. Traffic Southeast Asia. Selangor. Malaysia. 143 hlm.
- Tuheteru, F. I. D., Asrianti, A., Eka, W., dan Ninis, R. 2017. Serapan logam berat oleh fungi mikoriza arbuskula lokal pada nauclea orientalis l. dan potensial untuk fitoremediasi tanah serpentine. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 76 (84) : 76—79.
- Utomo, B. 2007. Karya Ilmiah Fisiologi Pada Tanaman. *Artikel*. Universitas Sumatera Utara. Medan. 10—20.
- Wulandari, A. S., dan Jaenab, S. 2016. Pengaruh pemangkasan akar dan waktu inokulasi fungi ektomikoriza terhadap pertumbuhan bibit melinjo (gnetum gnemon l.). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 7 (3) : 219—221.