

**PENAMBAHAN ASAM HUMAT UNTUK MENINGKATKAN  
KOLONISASI MIKORIZA DAN PERTUMBUHAN SEMAI MERBAU  
(*Instia bijuga*)**

(Skripsi)

Oleh

**IDA LESTARI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## **ABSTRAK**

### **PENAMBAHAN ASAM HUMAT UNTUK MENINGKATKAN KOLONISASI MIKORIZA DAN PERTUMBUHAN SEMAI MERBAU (*Instia bijuga*)**

**Oleh**

**IDA LESTARI**

Daya hidup tanaman di lapangan merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi di Indonesia, karena kondisi tanahnya yang miskin unsur hara.

Penggunaan pupuk organik seperti asam humat dan mikoriza merupakan cara terbaik untuk memperbaiki kondisi tersebut. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan asam humat terhadap kolonisasi mikoriza dan mendapatkan konsentrasi terbaik asam humat untuk meningkatkan kolonisasi dan pertumbuhan bibit merbau. Penelitian ini menggunakan RALF (Rancangan Acak Lengkap Faktorial) dengan 2 faktor yaitu konsentrasi asam humat dan dosis mikoriza. Total kombinasi yang digunakan adalah 8 kombinasi dan 6 ulangan.

Data dianalisis menggunakan analisis varian dan dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan asam humat secara nyata meningkatkan persen kolonisasi, tinggi, diameter, luas daun, berat kering pucuk, berat kering akar, berat kering total dan panjang akar semai merbau. Inokulasi mikoriza secara nyata meningkatkan diameter, luas daun,

Ida Lestari

berat kering pucuk, berat kering akar, berat kering total dan panjang akar semai merbau. Sedangkan interaksi asam humat dan mikoriza secara nyata meningkatkan persen kolonisasi, luas daun, berat kering pucuk, dan panjang akar semai merbau. Penambahan asam humat 2.000 ppm dan mikoriza 20 ml secara umum memberikan nilai terbaik untuk pertumbuhan semai merbau dan kolonisasi mikoriza.

**Kata Kunci** : Asam Humat, *Intsia bijuga*, Merbau, Mikoriza

## **ABSTRACT**

### **APPLICATION OF HUMIC ACID TO INCREASE MICORRIZA COLONITATION AND GROWTH OF MERBAU (*Intsia bijuga*)**

**By**

**IDA LESTARI**

Plant survival rate life in the field is one of the problems that occurred in Indonesia. This is caused by the condition of the soil which is lack of nutrients. The use of organic fertilizers such as humic acid and mycorrhiza were the best way to improve the condition. The purpose of this study were to analyze the effect of added humic acid to mycorrhizal colonization and obtain the best concentration of humic acid to improve colonization and growth of seedlings merbau. This study used Factorial Completely Randomized Design with 2 factors, namely the concentration of humic acid and mycorrhizal dose. The total combination used were 8 combinations and 6 replications. Data were analyzed using Variant Analysis and continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the addition of humic acid significantly increased the percentage of colonization, height, diameter, leaf area, shoot dry weight, root dry weight, total dry weight and length of the roots of merbau seedlings. On the other had,

Ida Lestari

the mycorrhizal inoculation could increase diameter, leaf area, shoot dry weight, root dry weight, total dry weight and root length of merbau seedlings. Whereas the interaction of humic acid and mycorrhizal significantly increased the percentage of colonization, leaf area, shoot dry weight, and merbau seedling root length. Addition of 2.000 ppm humic acid and 20 ml mycorrhizal in general gave the best value for the growth of merbau seedlings and mycorrhizal colonization.

**Keywords:** Humic Acid, *Intsia bijuga*, Mycorrhiza, *Scleroderma sp.*

**PENAMBAHAN ASAM HUMAT UNTUK MENINGKATKAN  
KOLONISASI MIKORIZA DAN PERTUMBUHAN SEMAI MERBAU  
(*Intsia bijuga*)**

Oleh

**IDA LESTARI**

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 PENAMBAHAN ASAM HUMAT UNTUK  
MENINGKATKAN KOLONISASI MIKORIZA DAN  
PERTUMBUHAN SEMAI MERBAU (*Instia bijuga*)**

Nama Mahasiswa : **Ida Lestari**

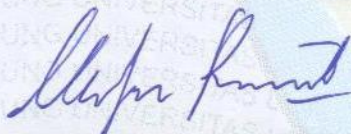
Nomor Pokok Mahasiswa : 1414151042

Jurusan : Kehutanan

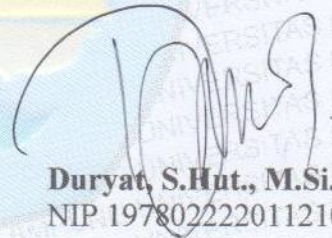
Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing



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



**Duryat, S.Hut., M.Si.**  
NIP 19780222201121001

2. Ketua Jurusan Kehutanan

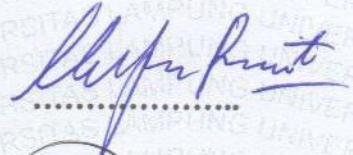


**Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.**  
NIP 197705032002122002

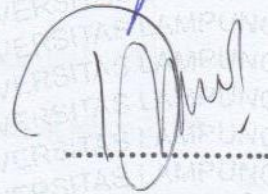
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

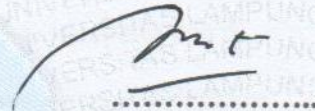
Ketua : **Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.**



Sekretaris : **Duryat, 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 : **03 Januari 2019**



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sumbergede, 11 Juli 1996, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Suropto dan Ibu Ngatini. Jenjang pendidikan penulis dimulai pada tahun 2002 di SD N 3 Sumbergede, kemudian di tahun 2008 penulis melanjutkan pendidikan di SMP N 1 Sekampung.

Tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMA N 1 Sekampung dan di tahun 2014, penulis terdaftar sebagai salah satu Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di himpunan mahasiswa jurusan (himasyuva) sebagai ketua tim persemaian di tahun 2015, anggota tim majalah benih di tahun 2016 dan anggota tim desa dampingan di tahun 2016. Pada tahun 2017 penulis melaksanakan KKN di Desa Tanjung Ratu, Kecamatan Selagai Lingga, Lampung Tengah dan melaksanakan Praktik Umum di KPH Pekalongan Barat, Tegal. Tahun 2018, penulis mengikuti pelatihan jurnalistik dan biodiversity di Medan, yang diselenggarakan oleh climate tracker dan world journalist. Tahun 2018 penulis juga memenangkan lomba menulis writing thon asian games yang diselenggarakan oleh Kementerian Kominfo RI, dan berkesempatan menerbitkan buku bersama 32 pemenang lainnya yang berasal dari provinsi lain.

## SANWACANA

Puji syukur akan selalu terucap kehadirat Allah SWT, atas izinnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “ **Penambahan Asam Humat untuk Meningkatkan Kolonisasi Mikoriza dan Pertumbuhan Semai Merbau**”. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan (S.Hut) di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyadari, bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan kemurahan hati dari berbagai pihak, oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

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, waktu, materi dan juga motivasi kepada penulis selama berada di Jurusan Kehutanan.
3. Bapak Duryat, S.Hut., M.Si. selaku pembimbing kedua dan sekretaris Jurusan Kehutanan yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penulis melakukan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

4. Drs. Afif Bintoro, M.P. selaku pembahas dan penguji utama atas kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Trio Santoso, S.Hut., M.Sc., beserta keluarga besar atas bantuan motivasi dan materi kepada penulis.
6. Bapak Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si., selaku pembimbing akademik yang selalu memperhatikan dan memotivasi penulis.
7. Seluruh dosen Jurusan Kehutanan dan Staf atas ilmu, pengalaman, bantuan materi maupun motivasi kepada penulis selama berada di Jurusan Kehutanan.
8. Ayah dan Ibu penulis, Suropto dan Ngatini yang selalu memberikan motivasi dan doa untuk kelancaran penulis.
9. Keluarga besar penulis, Mbok Pani, Pak Wo Mugi, Om Yud, Om Tri, Bulek Iul, Bulek Ilah dan Om Pur untuk dukungan motivasi, doa dan materinya.
10. Sahabat penulis Mentari P. R., S.Pd., Putri Noviana, A.Md., Umi Karimah, S.E. dan Elsyia Ramadhani.
11. Teman seperjuangan Kehutanan 2014 khususnya untuk Rila Annisa A.P, Kurnia Indy P, S.Hut., Murtinah S.Hut., Nidya Astrida Ziyus, S.Hut., Lailatul Muniroh, S.Hut., Emi Kartika, Ma'ruf Amin, Meli Agustina, S.Hut., Heffy Purnama Sari, Anis Ambarwati, Hasanatun Diah E.W, Atikah Badzlina, Giga Piacita, S.Hut, Zulfikri, Hafid Azi D, Fenty D.J., Ghina Zhafira dan Elham Wicaksono atas dukungan yang diberikan dari penulis melaksanakan penelitian hingga kepenulisan skripsi ini.
12. Teman seperjuangan semasa Praktik Umum, Candra Murti A, Enda Susianti, Reki Hamdani, M. Andes Al Aziz, Widodo Arif Rohman dan Ade Sofyan.
13. Seluruh anggota skuad budidaya dan Lugosyl 2014.

14. 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, Januari 2019

Ida Lestari.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Kerangka Pemikiran.....	4
1.6 Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Merbau .....	7
2.2 Mikoriza .....	8
2.3 Asam Humat .....	11
2.4 Pertumbuhan Bibit .....	13
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu .....	12
3.2 Bahan dan Alat.....	12
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.4 Pengumpulan Data .....	18
3.5 Analisis Data .....	20
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil .....	21
4.2 Pembahasan .....	30
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Simpulan .....	35
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	37
<b>LAMPIRAN</b>	
Gambar 6 - 8 .....	41-42

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan antara dosis mikoriza dan dosis asam humat .....	13
2. Hasil analisis varian seluruh variabel penelitian .....	19
3. Hasil Uji Duncan parameter persen kolonisasi mikoriza pada perlakuan interaksi asam humat dan mikoriza.....	21
4. Kriteria persen kolonisasi (Setiadi dkk., 1992) dalam Suswati dkk., 2015).....	22
5. Hasil Uji Duncan parameter luas daun pada perlakuan interaksi asam humat dan mikoriza.....	23
6. Hasil Uji Duncan parameter berat kering pucuk pada perlakuan interaksi asam humat dan mikoriza .....	23
7. Hasil Uji Duncan parameter berat kering akar pada perlakuan interaksi asam humat dan mikoriza .....	24
8. Hasil Uji Duncan parameter panjang akar pada perlakuan interaksi asam humat dan mikoriza .....	25
9. Hasil Uji Duncan parameter tinggi pada perlakuan tunggal asam humat .....	26
10. Hasil Uji Duncan parameter diameter pada perlakuan tunggal inokulasi mikoriza dan asam humat .....	27
11. Hasil Uji Duncan parameter berat kering total pada perlakuan tunggal inokulasi mikoriza dan asam humat .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Benih merbau yang telah diberi perlakuan pengamplasan .....	14
2. A) Spora yang telah dikeruk dan dikeringanginkan. B) Bentuk spora dan tubuh buah mikoriza jenis <i>Scleroderma sp.</i> .....	15
3. A) Pengukuran panjang akar merbau dengan bantuan tali. B) Mengukur tali yang digunakan untuk mengukur akar merbau.....	17
4. A) akar merbau yang terkolonisasi oleh mikoriza pada perlakuan mikoriza dengan penambahan humat 2.000 ppm. B) akar merbau yang tidak terkolonisasi mikoriza pada perlakuan kontrol (tanpa inokulasi). .....	22
5. Visualisasi panjang akar tanaman merbau umur 5 bulan. Perlakuan kontrol (tanpa mikoriza dan humat), B) perlakuan humat 1.500ppm, C) perlakuan humat 2.000 pp, dan D) perlakuan humat 2.500 ppm .....	26
6. Bedeng pesemaian merbau di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung.....	40
7. Benih merbau mulai berkecambah di hari ke- 6 setelah dikecambahkan .....	40
8. Benih merbau yang telah siap disapih.....	41

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan hutan tanaman di Indonesia sering mendapati kendala berupa rendahnya keberhasilan hidup tanaman dan pertumbuhannya di lapangan. Hal tersebut dikarenakan kondisi lingkungan tempat penanaman yang kritis. Kondisi tersebut ditandai dengan kandungan unsur hara yang rendah sehingga kurang dapat menyokong pertumbuhan suatu tanaman (Indriyanto, 2008). Luasan lahan kritis di Indonesia sampai tahun 2013 adalah 322.924 ha (KLHK, 2016). Kritisnya lahan tersebut disebabkan oleh banyak hal, seperti penambangan dan pengolahan tanah yang terlalu berlebihan. Kondisi tersebut membutuhkan upaya yang tepat dan cepat untuk memperbaikinya.

Cara yang biasa dilakukan untuk memperbaiki kondisi tanah adalah dengan pemberian pupuk kimia dalam dosis tertentu. Usaha tersebut dalam jangka panjang dapat memberikan efek negatif bagi tanah seperti menurunkan agregat tanah dan meningkatkan SOC (*Soil Organic Carbon*) (Blanco dkk, 2007). Jenis usaha lain yang lebih aman digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah adalah dengan melakukan pengolahan tanah secara biologis menggunakan bahan pembenah tanah organik, yaitu dengan asam humat dan atau mikoriza.



Asam humat adalah senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik (Humika, 2010). Sedangkan mikoriza adalah organisme yang bersimbiosis secara mutualisme dengan akar tanaman (Masria, 2015). Penelitian Tan (2014) serta Prayudyaningsih dan Sari (2016) menyebutkan asam humat dan mikoriza mampu memperbaiki sifat fisik tanah dan membantu tanaman lebih tahan berada pada lingkungan yang kritis. Penambahan asam humat berpengaruh terhadap aktivitas mikroba, yang mempunyai peranan penting dalam proses simbiosis dan perkembangan mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman, sehingga membantu dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Obreza dkk., 1989 dan Tatiana dkk., 2010).

Korelasi yang baik antara penambahan asam humat dan keberadaan mikoriza pada tanaman diperlihatkan oleh penelitian dari Darwo dkk (2006) pada tanaman Khaya. Khaya yang telah bermikoriza dan ditambahkan asam humat cenderung memiliki pertumbuhan lebih baik dan daya hidup di lapangan lebih tinggi yaitu >93%. Asam humat juga mendukung keberadaan mikoriza dalam meningkatkan penyerapan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman karena memiliki nilai KTK yang tinggi (Karti dkk., 2009).

Pemilihan jenis tanaman untuk penelitian ini juga penting dilakukan. Hal tersebut bertujuan agar tanaman yang digunakan tidak hanya menguntungkan secara lingkungan, namun juga menguntungkan secara ekonomi. Salah satu jenis tanaman yang memiliki manfaat konservasi dan nilai ekonomi yang tinggi adalah Merbau (*Instia bijuga*). Merbau adalah jenis tanaman *semi-deciduous* yang berarti akan menggugurkan daun saat mengalami stress.

Defoliasi dini pada merbau dapat diatasi dengan keberadaan mikoriza. Namun kecepatan kolonisasi mikoriza pada merbau terkendala pada jenis mikoriza dan perlakuan yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2010), menunjukkan bahwa tanaman merbau lebih bergantung terhadap keberadaan mikoriza jenis *Scleroderma spp.* Sedangkan menurut penelitian Riniarti (2002), pemberian asam humat akan berpengaruh nyata pada tingkat kolonisasi mikoriza pada semai *Shorea pinanga*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi terbaik asam humat untuk meningkatkan kolonisasi mikoriza.

## **1.2 Rumusan**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. apakah penambahan asam humat berdampak nyata terhadap peningkatan persentase kolonisasi mikoriza pada semai merbau?,
2. berapa konsentrasi terbaik asam humat untuk meningkatkan kolonisasi mikoriza pada semai merbau?,
3. berapa konsentrasi terbaik asam humat untuk meningkatkan pertumbuhan semai merbau?,
4. apakah terdapat interaksi antara asam humat dan mikoriza pada semai merbau?.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian mengenai penambahan asam humat untuk meningkatkan persentase kolonisasi mikoriza pada semai merbau sebagai berikut :

1. menganalisis pengaruh penambahan asam humat terhadap peningkatan kolonisasi mikoriza pada semai merbau,
2. mendapatkan konsentrasi terbaik asam humat untuk meningkatkan kolonisasi mikoriza pada semai merbau,
3. mendapatkan konsentrasi terbaik asam humat untuk meningkatkan pertumbuhan semai merbau,
4. melihat pengaruh tunggal penambahan asam humat dan mikoriza serta interaksi keduanya pada semai merbau.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai konsentrasi terbaik penggunaan asam humat dan mikoriza untuk bahan pembenah tanah. Selain itu penelitian ini bisa digunakan sebagai referensi untuk penelitian penelitian serupa.

#### **1.5 Kerangka Pemikiran**

Tanaman merbau adalah salah satu tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza. Dalam pertumbuhannya merbau memiliki ketergantungan terhadap mikoriza jenis tertentu yaitu jenis *Scleroderma spp.* Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian Nugroho (2010) yang mencoba menginokulasikan 4 jenis mikoriza yang berbeda pada semai merbau, namun hanya mikoriza jenis *Scleroderma spp* yang dapat berkolonisasi.

Kolonisasi mikoriza dapat dibantu dengan melakukan inokulasi pada inang yang akan digunakan. Inokulasi mikoriza dapat dilakukan dengan beberapa salah satunya yaitu suspensi spora (Mansur, 2013). Penelitian Nugroho (2010) menjelaskan bahwa suspensi spora lebih berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan semai merbau.

Waktu dan jumlah kolonisasi mikoriza yang terjadi bergantung pada beberapa faktor, salah satunya adalah keberadaan mikroorganisme tanah (Hadi, 1999). Keberadaan mikroorganisme tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian asam organik. Upaya penambahan asam organik tersebut dapat meningkatkan jumlah kolonisasi mikoriza pada tanaman. Semakin tinggi proporsi bahan organik yang digunakan, maka efek yang akan dihasilkan akan semakin baik (Dariah dkk., 2010).

Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian Riniarti (2002) yang memperlihatkan bahwa penambahan asam organik berpengaruh sangat nyata pada persen kolonisasi dan pertumbuhan serta perkembangan *Shorea pinanga* dan penelitian dari Karti dan Setiadi (2011) yang menyatakan bahwa konsentrasi tertinggi asam humat yang digunakan dapat meningkatkan kualitas rumput yang digunakan sebagai objek penelitian. Penelitian dari Darwo dkk (2006) juga memperlihatkan bahwa interaksi antara asam humat dan mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan Khaya.

Penambahan asam humat dalam bentuk granular terbukti secara nyata dapat meningkatkan jumlah kolonisasi mikoriza pada akar tanaman (Maulidesta, 2005). Metode penambahan asam humat bubuk yang sering digunakan adalah dengan

mengencerkannya lalu menyuntikkannya ke tanah, menyemprotkan ke daun, atau menyiramkan ke tanah. Penelitian Fauziah (2009) memperlihatkan bahwa penambahan asam humat dengan cara disiramkan memberikan dampak yang nyata bagi pertumbuhan tanaman di lapangan. Namun, cara tersebut kurang sesuai diaplikasikan pada tanaman yang berada di dalam *polybag* karena kemungkinan tercuci lebih tinggi.

Penambahan asam humat dapat berpengaruh langsung bagi tanaman jika diberikan dalam dosis tepat, namun akan mengganggu pertumbuhan tanaman jika pemberian dilakukan dalam dosis yang terlalu tinggi (Bradi dan Weil, 2002., Lestari, 2006). Penelitian Sarno dan Fitria (2012) menunjukkan bahwa dosis asam humat 200 mg/L dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara nyata, sedangkan dosis 150 mg/L tidak menunjukkan perbedaan dengan kontrol. Riniarti (2002) menunjukkan bahwa penggunaan asam humat dengan dosis 2.000 ppm memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan semai Dipterocarpaceae.

## **1.6 Hipotesis**

Adapun hipotesis dari penelitian yang dilakukan ini adalah :

1. penambahan asam humat dapat meningkatkan persen kolonisasi mikoriza pada akar merbau.
2. penambahan asam humat dengan konsentrasi 2.000 ppm dapat meningkatkan persen kolonisasi ektomikoriza pada merbau.
3. penambahan asam humat dengan konsentrasi 2.000 ppm dapat memberikan pengaruh yang nyata pada pertumbuhan semai merbau.

4. terdapat interaksi antara asam humat dan mikoriza pada pertumbuhan semai merbau.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Merbau (*I.bijuga*)

Merbau merupakan salah satu kayu yang menghasilkan nilai komersial dan nilai ekonomi tinggi (Tokede dkk., 2013). Tanaman ini banyak hidup di hutan pantai dan hutan hujan tropika dataran rendah di Indonesia (Rimbawanto dan Widyatmoko, 2006). Taksonomi merbau menurut IUCN (1998) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Divisi : Tracheophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Fabales

Family : Fabaceae

Sub Family: Caesalpiniodeae

Genus : *Intsia*

Spesies : *I.bijuga*.

Genus *Intsia* umumnya tumbuh pada tanah kering berbatu, terkadang pada tanah berpasir, tanah liat dan tanah lembab yang tidak tergenang air, mulai dataran rendah sampai dataran tinggi dengan elevasi 0 – 1.000 meter dpl. *I. bijuga*

umumnya sesuai tumbuh pada habitat berpasir dan berbatu terutama pada tanah-tanah endapan di hutan dataran rendah (Tokede dkk., 2013). Kayu merbau banyak di manfaatkan oleh masyarakat lokal untuk bahan ukiran, perahu, dan bahan bangunan rumah tradisional (Martawijaya dkk., 2005).

Pertumbuhan tinggi pohon ini dapat mencapai 50 m dengan diameter batang 160-250 cm. Kulit batang mengandung banyak hijau daun. Tajuk agak rapat dan berwarna tua. Daun majemuk bersirip genap, berselang. Bunga mekar pada bulan November-Januari, dan buah tua dijumpai pada bulan Mei-Agustus. Buah merbau memiliki panjang 8,5-23 cm dengan lebar 4-8 cm, satu buah berisi 1-8 biji. Biji berbentuk polong, keras, pipih dan tanpa salut biji (Martawijaya dkk., 2005 dan Hendromono dkk., 2006).

## **2.2 Mikoriza**

Mikoriza adalah salah satu organisme yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Simbiosis yang terbentuk antara tanaman dengan mikoriza merupakan simbiosis mutualisme. Dikatakan demikian karena simbiosis tersebut berpengaruh positif, baik untuk pertumbuhan tanaman maupun kehidupan mikoriza. Tanaman terbantu oleh keberadaan mikoriza sehingga lebih *survive* terhadap perubahan lingkungan. Sedangkan mikoriza mendapatkan makanan dari hasil fotosintesis tanaman.

Berdasarkan cara infeksinya, mikoriza dibedakan menjadi dua yaitu endomikoriza dan ektomikoriza. Ektomikoriza merupakan jenis mikoriza yang lebih mudah untuk diamati, karena simbiosisnya dapat terlihat tanpa bantuan alat. Ciri yang



dapat terlihat adalah terjadinya pembengkakan pada akar tanaman yang terinfeksi ektomikoriza. Permukaan akar terselubungi *miselium* yang terkadang membentuk selubung dengan ketebalan tertentu. Selain itu terdapat hifa yang menjorok keluar dan sangat efektif digunakan sebagai sumber pencari nutrisi dan air bagi tanaman. Infeksi hifa pada ektomikoriza hanya sampai diantara dinding sel akar tanaman dan korteks, dan berkembang disana (Masria, 2015).

Keberadaan mikoriza dapat membantu meningkatkan penyerapan unsur P pada tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, jika dibandingkan dengan unsur makro lainnya. Kebutuhan tanaman terhadap unsur P tersebut dikarenakan fungsi dari unsur tersebut sangat vital bagi tanaman. Unsur P berpengaruh nyata terhadap pembelahan sel, sehingga sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Unsur P juga berpengaruh terhadap pembungaan dan pembuahan, perkembangan akar, serta kekebalan tanaman terhadap suatu penyakit (Masria, 2015).

Merbau merupakan tanaman yang membutuhkan mikoriza untuk tumbuh. Jenis mikoriza yang bersimbiosis dengan merbau adalah jenis *Scleroderma* sp.

Mikoriza jenis ini memiliki badan buah yang terdiri dari peridium luar yang keras dan di dalamnya terdapat gleba berwarna ungu kehitaman (Dwidjoseputro, 1978).

Bentuk badan buah mikoriza jenis *Scleroderma* sp. beragam. Beberapa jenis memiliki badan buah hipogeous (badan buah tumbuh di bawah tanah), maupun epigeous (badan buah tumbuh di atas permukaan tanah), seperti yang ditemukan oleh Chen (2006).

Karakteristik lain dari *Scleroderma* sp. adalah, beberapa jenis memiliki peridium polos dan tidak berornamentasi. Beberapa jenis bentuknya menyerupai ginjal dengan bentuk ornamen di peridium menyerupai jaring, dan beberapa memiliki badan buah sub gleba dengan ornamen berbintil bintil. Ketiga jenis ini umumnya dapat dikonsumsi dengan perlakuan khusus terlebih dahulu, seperti mengupas peridiumnya terlebih dahulu (Hayati dan Kaslamdari, 2011).

### **2.3 Asam Humat**

Zat humat merupakan zat yang banyak ditemukan di alam. Zat ini terdiri dari tiga bahan dasar yaitu asam humat, asam fulvat dan humin. Ketiganya dibedakan berdasarkan kelarutannya terhadap asam kuat dan basa kuat, serta warnanya.

Asam humat memiliki sifat larut baik di dalam basa kuat, sedangkan asam fulvat larut baik ke dalam basa kuat maupun asam kuat, berbeda halnya dengan humin yang hanya larut baik pada asam kuat. Warna asam humat adalah coklat gelap sampai abu abu hitam, sedangkan asam fulvat lebih coklat kekuningan dan humin berwarna hitam pekat (Wayan, 2017).

Asam humat merupakan salah satu senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik. Proses terbentuknya asam humat di alam melalui proses fisika, kimia dan biologi dari bahan yang berasal dari makhluk hidup. Proses tersebut disebut proses humifikasi (Humika, 2010). Salah satu cara untuk mendapatkan asam humat adalah dengan melakukan pengomposan. Proses pengomposan akan menghasilkan asam humat dan asam fulvat yang kadarnya berbeda seiring dengan lamanya proses pengomposan. Asam humat akan

semakin bertambah jumlahnya jika pengomposan semakin lama, berbanding terbalik dengan keberadaan asam fulvat yang akan berkurang kadarnya seiring semakin lamanya proses pengomposan (Agustian dkk., 2004).

Asam humat adalah zat organik yang memiliki struktur molekul kompleks dan memiliki berat molekul tinggi mencapai 1.500. Asam humat memiliki struktur kimia dari campuran senyawa organik alifatik dan aromatik, di antaranya gugus aktif seperti gugus Karboksil (-COOH) dan gugus phenol (-OH). Keduanya memiliki ion negatif (-) sehingga mampu mengikat ion positif (Humika, 2010). Susunan senyawa tersebut membuat asam humat memiliki kemampuan untuk menstimulasi dan mengaktifkan proses biologi dan fisiologi pada organisme hidup didalam tanah (Humika, 2010).

Fungsi dari asam humat diantaranya adalah membantu meningkatkan populasi organisme tanah seperti jamur, cendawan dan bakteri. Asam humat digunakan sebagai peyusun tubuh dan sumber energi organisme tanah tersebut, sehingga keberadaanya dapat membantu agregasi tanah. Caranya berbeda beda pada setiap organisme. Cendawan mampu menyatukan bulir tanah menjadi agregat, sedangkan bakteri berfungsi sebagai semen yang menyatukan agregat, sementara jamur dapat meningkatkan fisik dan butir butir prima. Hasil dari kegiatan tersebut adalah tanah yang lebih gembur, berstruktur ramah dan lebih ringan (Humika, 2010).

Pemberian asam humat berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman, selain itu penggunaan asam humat bersamaan dengan mikoriza dapat memberikan hasil yang lebih optimum bagi pertumbuhan

tanaman. Pemberian asam humat pada tanaman khaya juga dapat meningkatkan persen kolonisasi mikoriza pada tanaman khaya. Hal tersebut dikarenakan asam humat mendukung keberadaan mikoriza dalam meningkatkan serapan hara (Darwo dkk., 2006).

## **2.4 Pertumbuhan Bibit**

Parameter pertumbuhan bibit dapat dijadikan sebagai gambaran awal mutu genetik benih, walaupun hal tersebut masih terlalu cepat karena ekspresi genetik benih baru terlihat setelah berumur beberapa tahun (Rohandi dkk., 2014).

Beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan bibit adalah tinggi bibit, diameter bibit, jumlah daun, panjang akar, serta indeks mutu bibit yang diperoleh dari menganalisis pertumbuhan bibit.

Faktor yang mempengaruhi mutu bibit ada 2 yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam meliputi genetik bibit, fisik bibit, dan fisiologis bibit. Faktor luar meliputi suhu, intensitas cahaya, kelembaban, air, media, pupuk, mikoriza, dan hama dan penyakit. Parameter pertumbuhan yang paling penting menurut Komalasari dkk. (2008) adalah diameter. Penelitian Sasmuko dan Sidauruk (1996) menjelaskan bahwa diameter bibit yang lebih besar menunjukkan bahwa penyerapan bibit tersebut lebih besar serta lebih kompetitif terhadap kondisi lingkungan terutama suhu.

### **III.METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu**

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan. Dimulai dari bulan Maret 2018 – bulan Juli 2018.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Benih diperoleh dari Bogor dan disemaikan sendiri oleh peneliti. Bibit yang dihasilkan akan digunakan sebagai obyek penelitian. Inokulum mikoriza berupa spora jenis *Scleroderma spp* yang diperoleh dari bawah tegakan *Accacia mangium*, asam humat dalam bentuk bubuk, larutan *Tween 80*, zeolit sebagai media kecambah benih dan pasir sebagai media tumbuh bibit.

Alat yang digunakan adalah *polybag* ukuran 1 kg dengan ukuran 15 cm x 30 cm, oven, bak kecambah, gembor, ampas, penggaris, timbangan, mikroskop stereo dan lup, petridis, *leaf area meter*, *hand counter* dan *caliper*.

### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah dosis mikoriza yang terdiri dari 2 taraf perlakuan, yaitu 0 ml dan 20 ml. Faktor kedua adalah dosis asam humat yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0 ppm, 1.500 ppm, 2.000 ppm dan 2.500 ppm. Jumlah kombinasi perlakuan dari penelitian ini adalah hasil kombinasi antar faktor dari seluruh taraf perlakuan yaitu 2 x 4 kombinasi atau 8 kombinasi. Jumlah ulangan yang akan digunakan adalah 6 ulangan sehingga total unit sampel yang digunakan adalah 48 unit percobaan. Kombinasi perlakuan antara mikoriza dan asam humat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan antara dosis mikoriza dan dosis asam humat

Dosis Mikoriza	Konsentrasi Asam Humat			
	H1	H2	H3	H4
M1	M1H1	M1H2	M1H3	M1H4
M2	M2H2	M2H2	M2H3	M2H4

Pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.3.1 Perkecambahan

Penelitian ini diawali dengan mempersiapkan bak kecambah, media kecambah dan benih. Benih sebelum dikecambahkan terlebih dahulu diberikan perlakuan berupa pengamplasan pada salah satu sisi benih, kemudian direndam air panas dengan suhu kurang lebih 80<sup>0</sup> C selama 8 jam tanpa mempertahankan suhu.

Sebelum benih diletakkan di bak kecambah, media disiram sampai jenuh air dan

didiamkan semalam. Perawatan benih dilakukan dengan melakukan penyiraman.

Benih merbau yang telah diampelas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Benih merbau yang telah diberi perlakuan pengamplasan.

### 3.3.2 Persiapan media tanam

Persiapan ini dilakukan dengan memasukkan media tanam berupa pasir sebagai substrat ke dalam *polybag*. Sebelum dimasukkan ke dalam *polybag*, pasir terlebih dahulu dikeringanginkan.

### 3.3.3 Penambahan Asam Humat

Asam humat ditambahkan 7 hari setelah semai disapih. Asam humat terlebih dahulu diencerkan dengan air sebanyak 1 liter hingga mencapai konsentrasi sesuai perlakuan yaitu 1.500 ppm, 2.000 ppm dan 2.500 ppm. Asam humat kemudian ditambahkan ke media yang digunakan untuk menyapih sebanyak 30 ml per *polybag*.

### 3.3.4 Inokulasi Mikoriza

Inokulasi mikoriza dilakukan 3 hari setelah penambahan asam humat. Inokulum yang digunakan berupa suspensi spora yang dilarutkan dengan air dan *Tween 80* sebanyak 5 tetes. Larutan spora ini kemudian diinokulasikan sebanyak 20 ml ke setiap *polybag*. Tanaman tidak akan disiram selama 3 hari untuk mencegah tercucinya spora. Spora mikoriza yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. A). Spora yang telah dikeruk dari tubuh buahnya dan dikeringanginkan. B). Bentuk spora dan tubuh buah *Scleroderma sp.*

### 3.3.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan setiap hari dengan melakukan penyiraman dan pengendalian gulma. Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh di sekitar tanaman dan lokasi peletakan sampel.



### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati peubah yang digunakan dalam penelitian, di antaranya :

#### 3.4.1 Tinggi Tanaman Merbau

Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dari pangkal batang hingga nodus tertinggi secara vertikal. Pada pengukuran awal pangkal batang yang digunakan sebagai titik pengukuran ditandai, dan pada pengukuran selanjutnya harus diukur pada titik tersebut. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada awal penelitian dan akhir penelitian.

#### 3.4.2 Diameter

Diameter semai merbau diukur di awal dan akhir penelitian menggunakan *caliper*.

#### 3.4.3 Jumlah Helai Daun

Jumlah helai daun dihitung pada masing masing bibit di awal dan akhir penelitian.

#### 3.4.4 Bobot Kering Akar dan Pucuk

Berat kering dihitung dengan melakukan pengovenan terlebih dahulu pada suhu 80<sup>0</sup>C. Bagian tanaman yang dioven adalah bagian pucuk dan akar yang telah dipisahkan dengan cara dipotong. Pengovenan dilakukan hingga diperoleh berat konstan, kemudian massa dari sampel yang telah dikeringkan ditotal (Riniarti, 2010). Pengukuran bobot kering pucuk dan akar dilakukan pada akhir pengamatan.

### 3.4.5 Menghitung Kolonisasi Mikoriza

Kolonisasi mikoriza dihitung di akhir penelitian dengan cara membersihkan terlebih dahulu akar sampel dengan dicuci secara perlahan dengan air mengalir dan dipotong sepanjang 1 cm. Kemudian menghitung jumlah kolonisasi di bawah mikroskop stereo secara langsung dengan metode *the gridline intersection* (Brundrett dkk., 1996). Perhitungan persentase kolonisasi sebagai berikut :

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

### 3.4.6 Luas Daun

Luas daun dihitung menggunakan alat *leaf area meter*. Pengukuran dilakukan pada akhir penelitian.

### 3.4.7 Panjang Akar

Panjang akar diukur diakhir penelitian dengan menggunakan tali yang disematkan di sepanjang akar mengikuti bentuk, kemudian tali akan diukur menggunakan penggaris. Pengukuran panjang akar dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. A). Pengukuran panjang akar merbau dengan bantuan tali.  
B). Mengukur tali yang digunakan untuk mengukur akar merbau.

### 3.5 Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis variansi (ANAVA). Analisis tersebut diawali dengan uji homogenitas yang dilakukan untuk mengetahui apakah data yang digunakan homogen atau tidak. Menurut Gasperz (1994), uji homogenitas dapat dilakukan dengan uji Barlett. Jika hasil uji menunjukkan bahwa  $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$  maka data yang diperoleh tidak homogen, sehingga perlu dilakukan transformasi data. Transformasi data dilakukan menggunakan transformasi akar dengan bantuan aplikasi Ms. Excel dengan rumus =SQRT.

Pengaruh perlakuan dapat dilihat dengan menggunakan analisis variansi (ANAVA) jika data telah homogen. Data yang telah homogen ditunjukkan dengan hasil  $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ . Analisis dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% jika hasil uji ANAVA berpengaruh nyata, ditunjukkan dengan nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ .

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan :

1. penambahan asam humat terbukti meningkatkan persen kolonisasi mikoriza jenis *Scleroderma spp* pada semai merbau,
2. penambahan asam humat dengan konsentrasi 2.000 ppm sebanyak 30 ml memberikan hasil persen kolonisasi mikoriza terbaik pada bibit merbau,
3. perlakuan kombinasi asam humat dengan konsentrasi 2.000 ppm sebanyak 30 ml dan inokulasi mikoriza 20 ml terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan bibit merbau,
4. perlakuan tunggal penambahan asam humat terbukti meningkatkan seluruh parameter pertumbuhan bibit merbau kecuali jumlah daun. Perlakuan tunggal inokulasi mikoriza terbukti meningkatkan seluruh parameter pertumbuhan bibit merbau kecuali tinggi dan jumlah daun. Sedangkan interaksi kedua perlakuan justru hanya meningkatkan 5 dari 9 parameter pertumbuhan bibit merbau yaitu persen kolonisasi, luas daun, berat kering pucuk dan akar serta panjang akar.

## 5.2 Saran

Perlakuan tunggal asam humat dengan dosis 2.000 ppm sebanyak 30 ml disarankan untuk diaplikasikan untuk meningkatkan pertumbuhan bibit merbau. Perlakuan tersebut terbukti meningkatkan parameter pertumbuhan bibit merbau kecuali jumlah daun. Perlakuan ini merupakan perlakuan terbaik jika dibandingkan dengan perlakuan tunggal mikoriza dan perlakuan interaksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, Susila, P. dan Gusnidar. 2004. Pembentukan asam humat dan asam fulvat selama pembuatan kompos jerami padi. *Jurnal Solum*. 1(1) : 9 – 14.
- 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.
- Blanco, H., Canqui dan Lal, R. 2007. Soil structure and organic carbon relationships following 10 years of wheat straw management in no till. *Soil and Tillage Research I*. 95 (1-2) : 240-254.
- Brady, N. C. dan Weil, R. R. 2002. *The Nature and Properties of Soil*. 13 th ed. Buku. Prentice Hal. New Jersey. 960 halaman.
- 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 blume*. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3 (7) : 77-78.
- Canellas, L.P. dan Olivares, F.L. 2014. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Jurnal Chem, Biol, Technol, Agric*. 1(3): 1-11.
- Chen, Y. 2006. *Optimization of Scleroderma Spore Inoculum for Eucalyptus Nurseries in South China*. Tesis. Murdoch University. Perth. 347 halaman.
- Dariah, A., Sutono dan Nurida, N. L. 2010. Penggunaan pembenah tanah organik dan mineral untuk perbaikan kualitas tanah tipe kanhapludults tamanbogo, lampung. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 31 : 1 – 9.
- Darwo., Setiadi, Y. dan Santoso, E. 2006. Aplikasi endomikoriza, pupuk kompos, dan asam humat dalam meningkatkan pertumbuhan khaya *anthoteca dx*. pada lahan pasca penambangan batu gamping di cileungsi – bogor. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 3(2) : 195-207.

- Dwidjoseputro, D. 1978. *Pengantar Mikologi. Edisi ke-2*. Buku. Penerbit Alumni. Bandung. 311 halaman.
- Fauziah, A.B. 2009. *Pengaruh Asam Humat dan Kompos Aktif untuk Memperbaiki Sifat Tailing dengan Indikator Pertumbuhan Tinggi Semai*. Skripsi. IPB. Bogor. 59 halaman.
- Gaspersz, V. 1994. *Metode Rancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi*. Buku. CV Armico. Bandung. 472 halaman.
- Goenadi, D. H. dan Mariska, I. 1995. Shot initiation and growth enchanment by humic acid in tissue culture of some crops species. *Plant Cell Rep.* 15: 59-62.
- Hadi, S. 1999. Status ektomikoriza pada tanaman hutan di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I. Bogor, November, 15-16,1999.* 25-55.
- Hayati, N. dan Kaslamdari, R. S. 2011. *Karakteristik Jamur Ektomikoriza Genus Scleroderma pada Melinjo di Kabupaten Batang*. Artikel. IAIN Walisongo. Yogyakarta. 6 halaman.
- Hendromono, N., Mindawati, S., Bustomi, A.S., Kosasih., Mahfudz, A., Nirsatmanto, T., Rostiwati, I., Anggraini, R., Bogidarmanti. dan Rustaman, B. 2006. *Informasi Kesesuaian Jenis Pohon untuk Hutan Tanaman di Sumatera dan Kalimantan*. Buku. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor. 139 halaman.
- Humika. 2010. Asam Humat. Artikel. <http://www.humika.co.id/id/asam-humat.php>. Diakses 07 Januari 2018.
- 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
- Ihdariyanti, M.A. 2011. *Pengaruh Asam Humat dan Cara Pemberiannya Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Padi*. Skripsi. IPB. Bogor. 41 halaman.
- Indriyanto. 2008. *Pengantar Budidaya Hutan*. Buku. Bumi Aksara. Jakarta. 234 halaman.
- 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.
- IUCN. 1998. *Intsia bijuga, Moluccan Iron Wood*. Artikel. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32310A9694485.en>. Diakses 11 Januari 2018.

- Jannah, H. 2011. Respon tanaman kedelai terhadap asosiasi fungi mikoriza arbuskular di lahan kering. *Jurnal Ganec Swara*. 5 (2) : 28—31.
- Karti, P.D.M.H., Budi, S.W. dan Mardatin, F. 2009. Optimalisasi kerja mycofer dengan augmentasi mikroorganisme tanah potensial dan asam humat untuk rehabilitasi lahan marginal dan terdegradasi di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 14(2) : 118-131.
- Karti, P.D.M.H. dan Setiadi, Y. 2011. Respon pertumbuhan, produksi dan kualitas rumput terhadap penambahan fungi mikoriza arbuskula dan asam humat pada tanah masam dengan aluminium tinggi. *JITV*. 16 (2) : 105-112.
- KLHK. 2016. *Statistik KLHK Tahun 2015*. Buku. Pusat Data dan Informasi KLHK. Jakarta. 344 halaman.
- Komalasari., Ali, C. dan Kuwanto, E. 2008. Evaluasi kualitas bibit kemenyan durame umur 3 bulan. *Info Hutan*. 5(4) : 337-345.
- Kurniawan, A. 2014. *Keberhasilan Aplikasi Pangkas Akar Dan Inokulasi Fungi Ektomikoriza Pada Bibit Melinjo (Gnetum gnemon)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 18 halaman.
- Lestari, A. 2006. *Studi Pemanfaatan Asam Humat Hasil Ekstraksi dari Andosol dan Gambut dalam Pertumbuhan Semaian Padi*. Skripsi. IPB. Bogor. 41 halaman.
- Mansur, I. 2013. *Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Buku. SEAMEO BIOTROP. Bogor. 126 halaman.
- Manuhara, P.D.K. dan Setiadi, Y. 2011. Respon pertumbuhan, produksi dan kualitas rumput terhadap penambahan fungi mikoriza arbuskula dan asam humat pada tanah masam dengan aluminium tinggi. *JITV*. 16(2) : 105-112.
- Martawijaya, A., Kartasudjana, I., Mandang, Y, I., Prawira, S. I dan Kadir, K. 2005. Atlas Kayu Indonesia, Jilid II. Artikel. <http://www.fordamof.org/index.php/content/publikasi/post/277>. Diakses 5 Januari 2018.
- Masria. 2015. Peranan mikoriza vesikular arbuskular (mva) untuk meningkatkan resistensi tanaman terhadap cekaman kekeringan dan ketersediaan p pada lahan kering. *Jurnal Partner*. 15 (1) : 48-56.
- Maulidesta, N. 2005. *Efek Pemberian Mikoriza dan Pembenh Tanah terhadap Produksi Leguminosa pada Media Tailing Liat dari Pasca Penambangan Timah*. Skripsi. IPB. Bogor. 49 halaman.
- Naemah, D. 2009. Peningkatan kualitas pertumbuhan jenis-jenis tanaman kehutanan dengan pemanfaatan mikroflora dan fauna tanah. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*. (26) : 152 – 159



- Nugroho, J.D. 2010. *Peran Mikoriza dalam Regenerasi Pohon Merbau (I.bijuga) Asal Papua*. Disertasi. IPB. Bogor. 180 halaman.
- Obreza, T.A., Webb, R. G dan Biggs, R. H. 1989. *Humate Materials: Their Effect and Use as Soil Amandements Unified System*. Buku. Livon. USA. 679 halaman.
- Prayudyarningsih, 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.
- Rimbawanto, A. dan Widyatmoko, A.Y.P.B.C. 2006. Keragaman genetik empat populasi intsia bijuga berdasarkan penanda rapd dan implikasinya bagi program konservasi genetik. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 3 (3) : 149-154.
- Riniarti, M. 2002. *Perkembangan Kolonisasi Ektomikoriza dan Pertumbuhan Semai Dipterocarpaceae dengan Pemberian Asam Oksalat dan Asam Humat serta Inokulasi Ektomikoriza*. Tesis. IPB. Bogor. 46 halaman.
- Riniarti, M. 2010. *Dinamika Kolonisasi Tiga Fungi Ektomikoriza Sclerodermaspp.dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Tanaman Inang*. Disertasi. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 104 halaman.
- Ristiyanti, Yusran. dan Rahmawati. 2014. Pengaruh beberapa spesies fungi mikoriza arbuskular pada media tanah dengan ph berbeda pada pertumbuhan semai kemiri. *Jurnal Warta Rimba*. 2(2): 117-124.
- Rohandi, A., Gunawan. dan Piter, L. A.G. 2014. Variasi mutu fisiologis benih sengon dari beberapa provenans asal papua. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 11(1) : 11-20.
- Santoso, E., Turjaman, M. dan Irianto, R. 2007. Aplikasi mikoriza untuk meningkatkan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan terdegradasi. *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitia, Padang 20 September 2006*. 1-10.
- Sarno dan Fitria, E. 2012. Pengaruh aplikasi asam humat dan pupuk n terhadap pertumbuhan dan serapan nitrogen pada tanaman bayam (*amaranthus* spp.). *Prosiding SNSMAIP III, Bandar Lampung, Juni, 28, 2012*. 288-293
- Sasmuko, S.A. dan Sidauruk. 1996. Pengaruh waktu sadap dan diameter pohon terhadap produksi getah kemenyan. *Buletin Penelitian Kehutanan*. 11(4): 359-368.
- 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) : 475 - 483.

- Setiadi, Y. 1990. *Proses Pembentukan Mikoriza*. Buku. Kerjasama PAU Bioteknologi IPB dengan PAU Bioteknologi UGM. Bogor. 32 halaman.
- Suswati, Indrawati, A. dan Putra, D. 2015. Penapisan limbah pertanian (sabut kelapa dan arang sekam) dalam peningkatan ketahanan bibit pisang basangan bermikoriza terhadap blood diseaes bacterium dan fusarium oxysporum. *Jurnal HPT Tropika*. 15 (1) : 81 – 88.
- Tan, K.H. 2014. *Humic Matter in Soil and Environment, Principles and Controversies Second Edition*. Buku. Apple Academic Press, Inc. Oakville, Canada. 495 halaman.
- Tatiana, A. R., Victor, S. P. dan Gabriela, F. D. 2010. The role of mycooization helper bacteria in the establishment and action of ectomycorrhizae associations, brazilian. *Journal of Microbiology*. 41: 832-840.
- Tokede, M. J., Mambai, B.V., Pangkali, L.B. dan Mardiyadi, Z. 2013. *Kayu Merbau, Jenis Niagawi*. Buku. WWF. Papua. 82 halaman.
- Wayan, M. 2017. Asam Humat dan Asam Fulvat, Rahasia Kesuburan Tanah. Artikel. <http://.cybex.pertanian.go.id/materilokalita/cetak/13418>. Diakses 04 Januari 2019.