

APLIKASI ASAM HUMAT DAN MIKORIZA UNTUK PERTUMBUHAN SEMAI MERBAU(*Intsia bijuga*)

*Application Of Humic Acid And Mycorrhiza For The Growth Of Merbau (*Intsia bijuga*)*

Ida Lestari, Melya Riniarti, dan Duryat

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

ABSTRACT.Development of plantations in Indonesia often faced constraints of critical land conditions. The problem can be dealt by using natural soil conditioner such as humic acid and added microorganisms such as mycorrhiza. This study was conducted to find out the effect of mycorrhiza (*Scleroderma* sp) and humic acid on the growth of merbau seedlings. This study was carried out using Factorial Complete Randomized Design with two factors, namely *Scleroderma* sp dose and humic acid concentration. The *Scleroderma* sp dose used 0 ml and 20 ml and the concentration of humic acid used 0 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm and 2.500 ppm. The data obtained were then analyzed using analysis of variance and it recommended by the duncan test. This study shows the effect of application of humic acid which significantly increases the height, diameter, and dry weight of the merbau seedlings. Mycorrhizal inoculation significantly increases the diameter, and total dry weight. Meanwhile the interaction of humic acid and mycorrhizal acids significantly increased the percent of colonization, leaf area, shoot dry weight, and root length. Addition of 2.000 ppm humic acid combined with 20 ml mycorrhiza gave the best result for the growth of merbau seedlings and mycorrhizal colonization.

Keywords: humic acid, *Intsia bijuga*, merbau, mycorrhiza

ABSTRAK.Kondisi lahan yang kritis merupakan masalah yang banyak ditemukan dalam upaya pengembangan hutan tanaman. Permasalahan ini dapat ditangani dengan menggunakan bahan bahan pembenah tanah yang alami seperti mikoriza dan asam humat. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan mikoriza jenis *Scleroderma* sp dan asam humat terhadap pertumbuhan semai Merbau. Penelitian ini diacak menggunakan susunan RAL Faktorial, yang terdiri dari dua faktor, yaitu konsentrasi asam humat dan dosis *Scleroderma* sp. Dosis *Scleroderma* sp yang digunakan sebanyak 0 ml dan 20 ml, sedangkan konsentrasi asam humat yang digunakan sebanyak 0 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm dan 2500 ppm. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis varian dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Penelitian ini menunjukkan pengaruh aplikasi asam humat yang secara nyata meningkatkan tinggi, diameter, dan berat kering total semai merbau. Inokulasi mikoriza secara nyata meningkatkan diameter dan berat kering total. Sedangkan interaksi asam humat dan mikoriza secara nyata meningkatkan persen kolonisasi, luas daun, berat kering pucuk, dan panjang akar. Penambahan asam humat 2000 ppm dan mikoriza 20 ml memberikan nilai terbaik untuk pertumbuhan semai merbau dan kolonisasi mikoriza.

Kata kunci: asam humat, *Intsia bijuga*, merbau, mikoriza

Penulis untuk korespondensi: surel: idalestari1414@gmail.com

PENDAHULUAN

Keberhasilan hidup tanaman di lapangan merupakan salah satu permasalahan yang masih sering terjadi. Beberapa diantaranya disebabkan oleh kondisi tempat tumbuh tanaman yang miskin unsur hara dan tak mampu menyokong pertumbuhan tanaman (Indriyanto, 2008). Perlu dilakukan upaya yang tepat untuk

memperbaikinya. Umumnya, perbaikan kondisi tanah banyak dilakukan dengan menggunakan pupuk kimia. Namun cara tersebut akan menghasilkan dampak buruk pada tanah jika digunakan dalam waktu yang lama. Salah satunya adalah menurunkan agregat tanah (Blanco *et al*, 2007). Cara yang paling aman dilakukan adalah dengan menambahkan bahan pembenah tanah alami seperti asam humat

(Riniarti, 2002) dan mikoriza (Husna *et al.*, 2017).

Asam humat merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan bahan organik (Humika, 2010). Sedangkan mikoriza merupakan organisme yang bersimbiosis dengan akar tanaman tingkat tinggi dan membantu pertumbuhan tanaman (Masria, 2015). Penambahan asam humat dan mikoriza mampu menjaga tanaman bertahan di lingkungan yang kritis karena keberadaannya dapat merombak sifat bioogi dan fisik tanah (Tan, 2014; Prayudyarningsih dan Sari, 2016). Menurut Darwo, *et al* (2006), keberadaan mikoriza dan asam humat dapat meningkatkan daya hidup tanaman khaya di lapangan hingga >93%. Keberadaan asam humat juga mampu membantu mikoriza untuk menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman karena mengandung nilai KTK yang tinggi (Karti *et al.*, 2009).

Penelitian ini menggunakan tanaman merbau (*Intsia bijuga*).Merbau merupakan salah satu tanaman yang memiliki nilai komersil dan lingkungan yang tinggi (Tokede *et al.*, 2013).Menurut Nugroho (2010), merbau merupakan salah satu tanaman yang bergantung pada mikoriza jenis *Scleroderma sp.* Jenis tersebut juga yang digunakan dalam penelitian ini. Namun, pertumbuhan mikoriza pada akar merbau terbilang lambat (Nugroho, 2010). Hal ini bisa diatasi dengan menambahkan asam humat untuk mempercepat proses kolonisasinya. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan asam humat untuk meningkatkan persen kolonisasi mikoriza dan melihat pengaruh penggunaan keduanya pada pertumbuhan semai merbau.Penelitian ini juga mendapatkan konsentrasi terbaik untuk meningkatkan persen kolonisasi dan pertumbuhan semai merbau.

METODE PENELITIAN

Metode Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah benih *Intsia bijuga*, yang diberikan perlakuan awal dengan merendamnya selama 8 jam dengan air bersuhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya dikecambahkan dengan media zeolit dan disapih menggunakan pasir sebagai media tanam yang dimasukkan kedalam plastik bening dan *polybag* ukuran 1 kg.

Larutan asam humat dibuat sesuai dengan konsentrasi yang digunakan untuk perlakuan yaitu 0 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm dan 2500 ppm dan diaplikasikan dalam jumlah yang sama yaitu 30 ml per tanaman. Cara mengaplikasikan asam humat adalah dengan menyiramkannya ke media tanam 1 minggu setelah penyapihan dilakukan.

Mikoriza akan diinokulasikan dalam dua taraf perlakuan yaitu 0ml dan 20 ml per tanaman. Inokulum yang digunakan berupa susensi spora jenis *Scleroderma spp* yang dibuat dengan cara melarutkan 3 gr spora menggunakan 1 L aquades dan 3 tetes *Tween 80* kemudian diaduk menggunakan *stirerr* hingga tercampur merata. Inokulasi dilakukan dengan menyiramkan suspensi spora di dekat akar merbau.Inokulasi diaplikasikan 3 hari setelah asam humat diaplikasikan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial, yang menggunakan dosis mikoriza dan dosis asam humat sebagai faktornya.Jumlah kombinasi perlakuan dari penelitian ini adalah 8 kombinasi, yang keseluruhannya adalah hasil dari kombinasi fator yang digunakan. Jumlah ulangan yang akan digunakan adalah 6 ulangan sehingga total unit sampel yang digunakan adalah 48 unit percobaan.

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, dimulai pada bulan Maret – Juli 2018 di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung. Variabel yang akan diukur diantaranya adalah : penambahan tinggi, penambahan diameter, jumlah daun, panjang akar, bobot basah dan kering akar dan pucuk, luas daun dan persen koloniasi. Persen kolonisasi dihitung menggunakan metode *the gridline intersection* (Brundrett *et al*, 1996). Perhitungan persentase kolonisasi sebagai berikut :

Persen Kolonisasi mikoriza

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

Data yang diperoleh ditabulasi dan diuji kehomogenannya menggunakan Uji *Barlett*. Data kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam. Apabila perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata maka

dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persen Kolonisasi

Berdasarkan hasil analisis variansi yang dilakukan, perlakuan kombinasi asam humat dan mikoriza memberikan pengaruh nyata pada parameter persen kolonisasi. Hasil Uji *Duncan* pada parameter ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter persen kolonisasi mikoriza pada perlakuan kombinasi Asam Humat dan Mikoriza

Mikoriza	Asam Humat			
	0 ppm	1500 ppm	2000 ppm	2500 ppm
0 ml	0d	0d	0d	0d
20 ml	0,02c	0,10b	0,36a	0,06b

Keterangan :

Nilai rata-rata pada setiap perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh dari perlakuan 20 ml mikoriza dan 2000 ppm asam humat. Sedangkan persen kolonisasi cenderung lebih rendah pada perlakuan gabungan mikoriza 20 ml dan asam humat di atas 2000 ppm.

Luas Daun

Berdasarkan hasil analisis variansi, parameter luas daun memberikan pengaruh yang nyata untuk perlakuan gabungan asam humat dan mikoriza. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter luas daun disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter luas daun pada perlakuan kombinasi asam humat dan mikoriza

Mikoriza	Asam Humat			
	0 ppm	1500 ppm	2000 ppm	2500 ppm
0 ml	199,86bc	210,59b	174,59cd	157,78d
20 ml	216,45b	235,63b	296,35a	213,17b

Keterangan :

Nilai rata-rata pada setiap perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan gabungan asam humat dan mikoriza memberikan nilai terbaik pada perlakuan 20 ml mikoriza dan 2000 ppm asam humat. Namun luas daun cenderung rendah pada perlakuan gabungan mikoriza 20 ml dan asam humat lebih dari dan kurang dari 2000 ppm.

Berat Kering pucuk

Berdasarkan hasil analisis ragam, parameter berat kering pucuk memberikan hasil nyata pada perlakuan kombinasi asam humat dan mikoriza. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter berat kering pucuk disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil DMRT parameter berat kering pucuk untuk perlakuan kombinasi asam humat dan mikoriza

Mikoriza	Asam Humat			
	0ppm	1500ppm	2000ppm	2500ppm
0 ml	1,66d	1,81d	1,99cd	2,05cd
20 ml	2,63b	3,19a	3,41a	2,29bc

Keterangan :

Nilai rata-rata pada setiap perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan gabungan 20 ml mikoriza dan asam humat 1500 ppm serta asam humat 2000 ppm memberikan nilai terbaik untuk berat kering pucuk. Sedangkan perlakuan gabungan mikoriza 20 ml dengan asam humat di atas konsentrasi 2000 ppm menghasilkan berat kering pucuk yang lebih rendah.

Panjang Akar

Berdasarkan hasil analisis ragam, perlakuan kombinasi asam humat dan mikoriza memberikan pengaruh yang nyata untuk parameter panjang akar. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter panjang akar disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *Duncan* parameter panjang akar untuk perlakuan gabungan mikoriza dan asam humat

Mikoriza	Asam Humat			
	0ppm	1500 ppm	2000 ppm	2500 ppm
0 ml	31,35e	38,33d	44,47c	51,50bc
20 ml	38,42d	54,58b	69,95a	47,05c

Keterangan :

Nilai rata ratapada setiap perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan gabungan mikoriza 20 ml dan asam humat 2000 ppm menghasilkan akar yang lebih panjang dibandingkan perlakuan yang lain. Namun panjang akar cenderung lebih pendek pada perlakuan gabungan 20 ml mikoriza dan asam humat diatas 2000 ppm.

Petambahan Tinggi

Berdasarkan analisis varian yang telah dilakukan, Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa pengaruh nyata untuk parameter tinggi hanya diperoleh dari perlakuan tunggal asam humat, sehingga uji lanjut hanya dilakukan pada perlakuan tersebut. Hasil Uji *Duncan* parameter penambahan tinggi untuk perlakuan tunggal humat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter tinggi pada perlakuan tunggal humat

Perlakuan	Rerata
Tanpa asam humat	8,25b
Asam humat 1500 ppm	8,88ab
Asam humat 2000 ppm	9,75ab
Asam humat 2500 ppm	11,25a

Keterangan :

Nilai rata ratapada setiap perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan asam humat secara nyata meningkatkan tinggi tanaman merbau berapapun konsentrasinya.

Pertambahan Diameter

Berdasarkan analisis ragam yang dilakukan, hanya perlakuan tunggal mikoriza dan perlakuan tunggal humat yang memberikan pengaruh nyata untuk parameter penambahan diameter. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter penambahan diameter pada perlakuan tunggal humat dan mikoriza disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter diameter pada perlakuan tunggal inokulasi mikoriza dan asam humat

	Perlakuan	Rerata
Mikoriza	0 ml	0,54 b
	20 ml	0,96 a
Humat	0 ppm	0,54 b
	1500 ppm	1,06 a
	2000 ppm	1,12 a
	2500 ppm	0,96 a

Keterangan :

Nilai rata ratapada setiap perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan tunggal mikoriza dan perlakuan tunggal asam humat menghasilkan nilai diameter tanaman merbau yang lebih baik dibandingkan dengan nilai diameter tanaman merbau yang tidak diberikan perlakuan.

Berat Kering Total

Berdasarkan hasil analisis ragam, hanya perlakuan tunggal mikoriza dan asam humat yang memberikan pengaruh nyata pada parameter berat kering total, sehingga uji *Duncan* hanya dilakukan pada perlakuan tunggal. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter berat kering total disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji *Duncan* untuk parameter berat kering total untuk perlakuan tunggal inokulasi mikoriza dan asam humat

	Perlakuan	Rerata
Mikoriza	0 ml	3,60b
	20 ml	5,02a
Humat	0 ppm	3,60b
	1500 ppm	4,03a
	2000 ppm	4,40a
	2500 ppm	4,41a

Keterangan :

Nilai rata rata pada setiap perlakuan yang memilikinotasisama tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan tunggal mikoriza dan asam humat memberikan pengaruh yang sama baiknya pada parameter berat kering total, dibandingkan dengan nilai kontrol.

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa perlakuan yang digunakan berpengaruh secara nyata untuk persen kolonisasi dan pertumbuhan tanaman merbau. Peningkatan kolonisasi diduga disebabkan karena gugus aktif karboksilat yang terkandung di dalam asam humat, yang berperan dalam menstimulus organisme tanah, salah satunya yaitu mikoriza (Humika, 2010).

Keberadaan mikoriza mampu membantu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Santoso *et al.*, 2007; Budi, 2012). Semakin baik perkembangan mikoriza pada akar tanaman, maka unsur hara yang tersedia kemungkinan akan semakin banyak, khususnya kandungan fosfor yang paling banyak dibantu ketersediaannya oleh keberadaan mikoriza (Masria, 2015). Namun simbiosis yang baik membutuhkan waktu karena, untuk dapat sampai pada tahap membantu pertumbuhan tanaman, mikoriza perlu melalui tahapan tertentu seperti preinfeksi, inisiasi dan diferensiasi. Tanda akar yang telah bermikoriza terlihat dari keberadaan benang benang putih yang menyelubungi akar (Mansur, 2013).

Parameter luas daun, berat kering pucuk, berat kering akar dan panjang akar juga mendapatkan pengaruh yang nyata dari perlakuan interaksi asam humat dan mikoriza. Hal ini dikarenakan salah satu fungsi asam humat dan mikoriza adalah meningkatkan pertumbuhan tanaman (Ristyanti *et al.*, 2014; Riniarti, 2002; Darwo *et al.*, 2006).

Hasil penelitian Jannah (2011) mendapatkan fakta bahwa daun yang luas pada tanaman kedelai mampu meningkatkan hasil fotosintesis tanaman, sehingga hasil yang ditranslokasikan keseluruh tubuh tanaman pun meningkat. Hal tersebut dapat menjadi salah satu sebab meningkatnya berat kering tanaman, karena berat kering tanaman mencerminkan jumlah

jaringan yang terbentuk pada tanaman (Amina *et al.*, 2014).

Keberadaan asam humat dan mikoriza juga mempengaruhi panjang akar. Unsur fosfor yang dibantu ketersediaannya oleh mikoriza akan membantu merangsang pertumbuhan akar muda (Irianto, 2009). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Naemah (2009) yang mendapatkan fakta bahwa akar tanaman yang bermikoriza akan lebih panjang dari pada akar tanaman yang tidak bermikoriza. Selain itu keberadaan asam humat juga membantu pertumbuhan akar tanaman. Hal ini didukung oleh hasil penelitian dari Ihdariyanti (2011) yang mendapatkan fakta bahwa akar tanaman padi semakin panjang seiring bertambahnya konsentrasi asam humat yang digunakan.

Perlakuan interaksi pada penelitian ini mendapatkan fakta bahwa panjang akar terbaik untuk semai merbau diperoleh dari perlakuan interaksi 20 ml mikoriza dan 2000 ppm asam humat. Namun panjang akar cenderung lebih pendek ketika asam humat yang digunakan dalam perlakuan interaksi lebih dari 2000 ppm. Hal tersebut diduga berkaitan dengan tingkat toleransi tanaman yang digunakan, mengingat toleransi setiap tanaman berbeda beda.

Sebagai contoh, asam humat 15 l/ha menghasilkan bobot kering gabah terbaik (Ihdariyanti, 2011). Sedangkan penggunaan dosis asam humat 180 ppm menurut Manuhara dan Setiadi (2011) merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan rumput *Setaria splendida* dan *Chloris gayara*. Berbeda halnya dengan hasil penelitian dari Geonadi dan Mariska (1995) yang mendapatkan fakta bahwa pertumbuhan eksplan *Gnetum gnemon* mampu ditingkatkan dengan perlakuan dosis asam humat 200 mg/l, 300 mg/l dan 400 mg/l.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa terdapat 3 parameter pertumbuhan yang tidak nyata pengaruhnya pada perlakuan interaksi. Parameter tersebut adalah pertambahan tinggi, pertambahan diameter dan berat kering total. Ketiganya hanya berpengaruh nyata pada perlakuan tunggal saja, khususnya perlakuan tunggal asam humat.

Hal tersebut diduga karena pada perlakuan gabungan, unsur hara yang tersedia belum mampu memenuhi pertumbuhan ketiga parameter dan

perkembangan mikoriza secara bersamaan. Sehingga keberadaan unsur hara masih dimanfaatkan untuk perkembangan mikoriza saja. Oleh karena itu hanya perlakuan asam humat yang memberikan pengaruh nyata untuk ketiga parameter. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Riniarti (2010) yang menyatakan bahwa tanaman *Shorea pinanga* dan *Gnetum gnemon* baru tumbuh secara signifikan pada bulan ke 6, 8 dan 10 karena pada tahap sebelum itu mikoriza yang digunakan masih dalam tahap perkembangan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan asam humat dapat meningkatkan pertambahan diameter, berat kering total dan tinggi semai merbau. Sedangkan inokulasi mikoriza secara signifikan akan meningkatkan diameter dan berat kering total. Sedangkan interaksi asam humat dan mikoriza mampu meningkatkan persen kolonisasi mikoriza dan pertumbuhan semai merbau dengan konsentrasi terbaik secara umum adalah 2000 ppm asam humat dan 20 ml mikoriza.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, perlakuan tunggal sebaiknya lebih diutamakan jika tujuannya adalah untuk meningkatkan dan mempercepat pertumbuhan bibit merbau. Sedangkan interaksi antara asam humat dan mikoriza bisa digunakan jika tujuan utamanya adalah meningkatkan kolonisasi mikoriza pada akar bibit merbau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur dan terimakasih teruntuk Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si dan Bapak Duryat, S.Hut., M.Si selaku pembimbing pertama dan kedua penulis, serta Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P selaku pembahas penulis, atas bantuan tenaga, waktu serta

materi demi terselesaikannya penelitian dan karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell., Grove, T dan Malajczuk, N. 1996. *Working with Mycorrhiza in Forestry and Agriculture*. Canberra : Australian Centre for International Agricultural Research.
- 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., Setiadi, Y dan Santoso, E. 2006. Aplikasi endomikoriza, pupuk kompos, dan asam humat dalam meningkatkan pertumbuhan *Khaya anotheca* Dx. pada lahan pasca penambangan batu gamping di Cileungsi – Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 3(2) : 195-207.
- Goenadi, D. H and I. Mariska. 1995. Shot Initiation and Growth Enchantment by Humic Acid in Tissue Culture of some Crops Species. *Plant Cell Rep*. 15: 59-62
- Humika. 2010. Asam Humat. Online. (<http://www.humika.co.id/id/asam-humat.php>. Diunduh 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*. Bogor : IPB.

- Indriyanto. 2008. *Pengantar Budidaya Hutan*. Jakarta :Bumi Aksara.
- 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.
- 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.
- Mansur, I. 2013. *Teknik Silvikultur Untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*.Bogor :SEAMEO BIOTROP.
- 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.
- 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.
- 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*.Bogor : IPB.
- Prayudyaningsih, R dan Sari, R. 2016. Aplikasi fungi mikoriza arbuskula (fma) dan kompos untuk meningkatkan pertumbuhan semai jati (*Tectona grandis* linn.f.) pada media tanah bekas tambang kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5(1) : 37-46.
- Riniarti, M. 2002. *Perkembangan kolonisasi ektomikoriza dan pertumbuhan semai Dipterocarpaceae dengan pemberian asam oksalat dan asam humat serta inokulasi ektomikoriza*. Skripsi tidak di publikasikan. Bogor : IPB.
- Riniarti, M. 2010. *Dinamika Kolonisasi Tiga Fungi Ektomikoriza Sclerodermaspp.dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Tanaman Inang*. Bogor :Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor
- 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.
- Santoso, E., Turjaman, M., dan Irianto, R. 2007. *Aplikasi Mikoriza untuk Meningkatkan Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Terdegradasi*. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian. Padang. 10 halaman.
- Tan, K.H. 2014. *Humic Matter in Soil and Environment, Principles and Controversies Second Edition*. New York :CRC Press.
- Tokede, M. J., Mambai, B.V., Pangkali, L.B dan Mardiyadi, Z. 2013. *Kayu Merbau. Jenis Niagawi*. Papua :WWF.