



## UJI EFEKTIVITAS CUKA ORGANIK PADA KULTUR MONOSENİK ISOLAT *Glomus mosseae*

*The Effectiveness of Organic Vinegar on Monoxenic Culture of *Glomus mosseae* Isolate*

**Ilham Lahiya, Hanna Artuti Ekamawanti, Oramahi**

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Jalan Imam Bonjol Pontianak, 78124

Email: masilham103@gmail.com

### Abstract

*This study aimed to evaluate the effectiveness of organic vinegar on the monoxenic culture of *Glomus mosseae* isolates. This study used a completely randomized design (CRD), with treatments, namely the types of organic vinegar, NPK fertilizer (25-5-25), and without fertilization with three replications for each treatment. The number of AMF spores and AMF colonization in roots were observed after culturing. The results showed that the organic vinegar (rubberwood vinegar, fern root vinegar, peat vinegar) at a dose of 1.5 mL/L. was applied as a stimulant in the monoxenic culture *G. mosseae* isolates, did not differ significantly in stimulating spore production. Compared to commercial NPK fertilizer, this indicates that organic vinegar also has the potential to be used as a substitute for commercial NPK fertilizers. Further research is needed to obtain an effective dosage of organic vinegar above 1.5 mL / L as a stimulant in producing AMF inoculum.*

*Keywords: arbuscular mycorrhizal inoculum, fern-root, peat, rubberwood, vinegar*

### Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas cuka organik terhadap kultur monoksenik isolat *Glomus mosseae*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan yaitu jenis cuka organik, pupuk NPK (25-5-25), dan tanpa pemupukan dengan tiga ulangan untuk setiap perlakuan. Jumlah spora FMA dan kolonisasi FMA pada akar diamati setelah pembiakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cuka organik (cuka kayu karet, cuka akar pakis, cuka gambut) dengan dosis 1,5 mL / L. diaplikasikan sebagai stimulan dalam kultur monoksenik isolat *G. mosseae*, tidak berbeda nyata dalam merangsang produksi spora. Dibandingkan dengan pupuk NPK komersial, hal ini menunjukkan bahwa cuka organik juga berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti pupuk NPK komersial. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan dosis efektif cuka organik di atas 1,5 mL / L sebagai stimulan dalam memproduksi inokulum FMA.*

*Kata kunci: inokulum mikoriza arbuskular, akar pakis, gambut, kayu karet, cuka.*

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan fungi mikoriza arbuskular (FMA) sebagai agens hayati hanya dapat dipenuhi apabila FMA diperbanyak menggunakan tanaman inang yang kemudian dikemas dalam bentuk inokulum. Keberhasilan produksi inokulum sangat tergantung

pada kemampuan sporulasi FMA dan kolonisasinya di akar. Sporulasi FMA dapat distimulasi dengan beberapa cara, seperti melakukan cekaman hara, khususnya fosfor (P) dan cekaman kekeringan dengan tidak melakukan penyiraman menjelang panen.



Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi inokulum mikoriza adalah cuka organik. Cuka organik yang digunakan yaitu berupa cuka kayu karet, cuka gambut, dan cuka akar pakis. Pemanfaatan cuka kayu umumnya di sektor pertanian terbukti dapat meningkatkan kesehatan tanaman dan mengendalikan hama dan penyakit tanaman (Satriadi *et al.* 2010). Namun, cuka gambut dan cuka akar pakis merupakan produk yang masih sangat baru dan masih perlu diteliti manfaatnya.

Salah satu jenis cuka organik yaitu cuka kayu yang merupakan hasil dari dispersi koloid asap kayu dalam air, yang dibuat dengan mengkondensasi asap dari hasil pembakaran kayu keras yang memiliki kandungan Lignin antara 25-35% dari berat kering kayu, sedangkan untuk kayu lunak memiliki kandungan Lignin 18-24% dari berat kering kayu (Lestari, 2000). Penggunaan cuka kayu dengan pupuk organik dapat mendukung pertumbuhan tanaman lebih baik, mengurangi bau dari pupuk kandang dan meningkatkan kualitasnya (Satriadi *et al.* 2010).

Bahan-bahan tertentu dalam cuka kayu dapat meningkatkan aktivitas dan jumlah mikroorganisme tanah (Sadakichi *et al.* 2009). Cuka gambut dan cuka akar pakis merupakan komoditas yang relatif baru, sehingga masyarakat belum banyak mengenalnya. Manfaat yang dihasilkan dari cuka gambut dan cuka akar pakis diduga memiliki manfaat yang sama dengan cuka kayu yaitu dapat membantu pertumbuhan tanaman serta

mengendalikan hama dan penyakit (Rustamaji, komunikasi pribadi).

Apabila cuka organik akan digunakan sebagai stimulan dalam sporulasi FMA dan kolonisasi FMA, maka efektivitasnya masih harus diteliti. Pada penelitian ini, cuka organik yang diuji adalah cuka kayu karet, cuka gambut dan cuka akar pakis. Pengujian manfaat cuka organik tersebut dilakukan untuk produksi inokulum dengan teknik kultur monosenik isolat *Glomus mosseae* (koleksi SEAMEO BIOTROP).

Tujuan penelitian untuk menentukan efektivitas cuka organik pada kultur monosenik isolat *G. mosseae*. Tujuan jangka panjangnya yaitu mendapatkan alternatif penggunaan stimulan berbasis cuka organik dari limbah kayu karet, akar pakis, dan gambut untuk produksi inokulum FMA.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Uji Efektivitas Cuka Organik**

Penelitian dilakukan di rumah kaca Universitas Tanjungpura dan di Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Lamanya penelitian berlangsung selama  $\pm$  9 bulan.

Isolat *G. mosseae* yang digunakan lebih dulu dikulturkan kembali agar lebih viable. Rekultur isolat dengan inang sorgum pada media pasir steril dalam pot-pot kultur. Spora hasil rekultur digunakan dalam uji efektivitas cuka organik.



Spora *G. mosseae*

Uji efektivitas cuka organik dilakukan dengan sistem kultur monosenik. Benih pueraria di gunakan sebagai pengganti sorgun yang telah disterilisasi permukaan dengan NaOCl 5,25% dan direndam dalam air hangat selama 20 menit dan air dingin selama 24 jam dikecambahkan di bak perkecambahan di media zeolit. Selanjutnya 6-9 spora *G. mosseae* ditempelkan pada akar kecambah pueraria dan ditanam di media zeolit dalam pot-pot kultur.

Setelah bibit pueraria berumur satu minggu, perlakuan cuka organik (cuka kayu karet, cuka gambut, cuka akar pakis) diberikan sesuai perlakuan dengan dosis 1,5 mL/L. Dosis pupuk komersil NPK (25-5-20) 1 g/L diberikan sebagai perlakuan kontrol positif. Pemeliharaan dengan penyiraman dilakukan setiap hari Senin dan Kamis (jam 06.00-08.00 dan sore jam 16.00-18.00) sebanyak 20 mL/pot. Pada minggu ke-12 selama 2 minggu tanaman dicekam hara dan air untuk merangsang sporulasi. Pemanenan dilakukan di akhir minggu ke-14 dengan mengeluarkan media tanaman dari pot secara hati-hati. Bagian atas tanaman pada bagian leher akar dipotong dengan gunting tajam kemudian media tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik transparan.

Pewarnaan akar dilakukan dengan mengacu pada metode Vierheilig *et al.* (1998) yang dimodifikasi Nusantara *et al.* (2012). Perhitungan persentase akar terinfeksi menggunakan metode sistematik yaitu dengan metode slide (Setiadi 1992). Persentase akar yang terinfeksi dihitung dengan rumus:

$$\% \text{infeksi} = \frac{\text{jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

Menurut *The Institute of Mycorrhizal Research and Development*, USDA Forest Service, Athena, Georgia (Setiadi, 1992) tingkat infeksi akar diklasifikasikan sebagai berikut:

- Kelas 1, bila infeksinya 0% - 5%, sangat rendah
- Kelas 2, bila infeksinya 6% - 25%, rendah
- Kelas 3, bila infeksinya 26% - 50%, sedang
- Kelas 4, bila infeksinya 51% - 75%, tinggi
- Kelas 5, bila infeksinya 76% - 100%, sangat tinggi.

Ekstraksi spora FMA dilakukan dengan teknik penyaringan basah (Brundrett *et al.* 1994). Spora-spora hasil ekstraksi kemudian dihitung dengan metode garis *grid* (Nusantara *et al.* 2012). Selanjutnya data jumlah spora dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan cuka organik.

#### **Rancangan Percobaan**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan faktor perlakuan yaitu jenis cuka organik dan pupuk komersil NPK (25-5-25) sebagai pembanding (kontrol positif) dan tanpa pemupukan sebagai kontrol negatif, masing-masing tiga ulangan.



Perlakuan yang diberikan yaitu tanpa pemupukan (P0 = kontrol negatif), pupuk komersil NPK (P1 = kontrol positif), cuka kayu karet (P2), cuka gambut (P3), dan cuka pakis (P4).

Apabila perlakuan berpengaruh yang nyata maka uji dilanjutkan dengan uji BNT dengan rumus mengacu Lochow & Schuster (1961) dalam Sieverding (1991).

BNT 1% rerata percobaan =

$$\text{BNT 1\%} \times \frac{\sqrt{rT-1}}{\sqrt{2rT}}$$

di mana:

BNT 1% = BNT total percobaan; r T = jumlah satuan percobaan (r = jumlah ulangan, T = jumlah perlakuan).

BNT total percobaan =

$$t_{(\alpha/2;db)} \sqrt{\left\{ \frac{(2 \text{KTG})}{r} \right\}}$$

di mana :

Nilai  $t_{(\alpha/2;db)}$  = Nilai pada tabel t(1%)

dengan derajat bebas dari galat

KTG = Kuadrat tengah galat

r = Jumlah ulangan

### Kriteria Efektivitas

- Tidak ada efektivitas (tidak efektif) ketika datum dari parameter yang dievaluasi berbeda tidak nyata (P = 0,01) dari tanaman kontrol.
- Efektivitas rendah (sedikit efektif) ketika datum dari parameter yang dievaluasi nyata (P = 0,01) lebih tinggi dari datum tanaman kontrol tetapi lebih rendah dari rata-rata perlakuan.

c. Efektivitas sedang (cukup efektif) ketika datum parameter yang dievaluasi sama atau lebih tinggi tetapi tidak nyata (P = 0,01) lebih tinggi dari rata-rata percobaan.

d. Efektivitas tinggi (sangat efektif) ketika datum dari parameter yang dievaluasi lebih tinggi secara nyata (P = 0,01) dari rata-rata percobaan.

### Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi persentase akar yang terinfeksi FMA dan kepadatan spora *G. mosseae*. Data penunjang berupa hasil pengukuran suhu udara, kelembapan udara di rumah kaca Universitas Tanjungpura.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Efektivitas Cuka Organik pada Kultur Monosenik Isolat *G. mosseae*

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui efektivitas cuka organik sebagai stimulan kolonisasi *G. Mosseae* dalam kultur monosenik pada tanaman inang pueraria menghasilkan persentase kolonisasi yang bervariasi pada setiap perlakuan yang diberikan. Secara umum kolonisasi yang terjadi pada akar tanaman inang termasuk kriteria sedang dan tinggi (Tabel 1). Perbedaan infeksi dapat disebabkan oleh perbedaan beberapa faktor yang memengaruhi infeksi mikoriza terhadap akar tanaman antara lain yaitu ketergantungan tanaman terhadap nutrisi terutama unsur P, ketergantungan tanaman inang terhadap FMA, dan efektivitas isolat FMA (Setiadi 1995).



**Tabel 1. Persentase akar terinfeksi *G. mosseae* (Percentage of roots infected with *G. mosseae*)**

Perlakuan	Rerata persentase infeksi akar	Kriteria
Tanpa perlakuan	16,7%	Rendah
Pupuk komersil NPK	40%	Sedang
Cuka kayu karet	56,7%	Tinggi
Cuka gambut	33,3%	Sedang
Cuka akar pakis	53,3%	Tinggi

Kolonisasi FMA pada akar tanaman inang yang diberi cuka kayu karet dan cuka akar pakis termasuk kriteria tinggi, sedangkan yang diberi pupuk NPK (25-5-20) termasuk sedang (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis cuka tersebut dapat meningkatkan persentase kolonisasi FMA lebih tinggi dari pada yang diberi pupuk NPK. Kolonisasi paling rendah dihasilkan pada tanpa perlakuan pemupukan. Penentuan akar yang terinfeksi FMA yaitu berdasarkan struktur diagnostik infeksi berupa hifa

internal, spora dalam akar, vesikel atau arbuskula dari FMA yang menginfeksi akar di dalam lapisan akar (korteks).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan cuka organik tidak menyebabkan perbedaan jumlah spora per 120 g media zeolit (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa cuka organik 1,5 mL/L tidak efektif dalam menstimulasi produksi spora *G. mosseae*.

**Tabel 2. Analisis ragam jumlah spora *G. mosseae* yang diberi cuka organik (Analysis of variance of spores numbers of *G. mosseae* treated with organic vinegar)**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan (t)	4	36715,1007	9178.77518	2.25 <sup>tn</sup>	3.11	5.04
Galat	14	4063,3327	4077.84334	-	-	-
Total	10	40778,4334	-	-	-	-

Keterangan : tn = tidak nyata

Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah spora yang diberi perlakuan cuka organik (cuka kayu karet, cuka akar pakis dan cuka gambut) tidak berbeda dengan pupuk NPK dan bahkan tanpa pupuk. Namun, ada kecenderungan cuka kayu karet berpotensi untuk dikembangkan sebagai stimulan

sporulasi *G. mosseae*. Hal ini masih harus diteliti untuk menentukan konsentrasi cuka kayu karet yang terbaik dalam menstimulasi produksi spora. Apakah hal ini terkait dengan kadar P cuka kayu karet yang paling rendah dibanding dengan kadar P pada cuka akar pakis, cuka gambut dan pada pupuk



NPK komersil masih harus dibuktikan lebih lanjut. Kadar P pada media tumbuh dapat memengaruhi produksi spora FMA (Smith & Read 2008). Pupuk komersil NPK, cuka kayu karet, cuka

akar pakis dan cuka gambut memiliki kandungan unsur P yang berbeda-beda dan cuka kayu karet memiliki kandungan unsur P yang paling rendah.

**Tabel 3. Rerata jumlah spora *G. mosseae* yang diberi perlakuan cuka organik**  
(Average of spores number of *G. mosseae* treated with organic vinegar)

Perlakuan	Kandungan Unsur P	Rerata Jumlah Spora per 120 g media
Tanpa Pemupukan	Tidak ada	23
Pupuk Komersil NPK	5%	50,4
Cuka Kayu Karet	1,2%	77,4
Cuka Akar Pakis	6%	44
Cuka Gambut	8%	51

Dosis pupuk NPK yang biasa digunakan untuk pemupukan adalah 2 mL/L liter air (Husna *et al.* 2017). Hal ini mengindikasikan konsentrasi cuka organik yang diberikan (1,5 mL/L) belum cukup efektif untuk memberikan pengaruh yang nyata pada sporulasi *G. mosseae*. Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari konsentrasi cuka organik yang efektif sebagai stimulan sporulasi FMA.

Kolonisasi FMA tidak selalu berkorelasi positif dengan produksi spora FMA, karena proses tersebut dipengaruhi beberapa faktor yaitu kondisi inokulum, lama waktu inkubasi, lingkungan, jenis inang dan juga tempat tumbuh (Muaz 2003; Chalimah *et al.* 2007), dan tergantung pada variabel lingkungan (Smith dan Read 2008). Ketersediaan nitrogen, fosfat dan kalium akan mengurangi kolonisasi akar bila terdapat di dalam tingkat ketersediaan yang tinggi (Smith dan Read 2008). Eksudat akar diproduksi lebih banyak

pada perlakuan dengan takaran Prendah (Gunawan 1993). Selain itu cuka organik juga mengandung fenol. Penggunaan fenol dalam konsentrasi yang besar diketahui dapat menurunkan aktivitas mikrob tanah (Sadakichi *et al.* 2009).

Produk inokulum berupa spora dapat bertahan di dalam tanah tanpa tanaman inang sampai 6 bulan, seperti beberapa spesies *Scutelospora* dan *Gigaspora* dapat bertahan satu sampai dua tahun (Brundrett *et al.* 2004). Namun, produk inokulum berupa akar yang terkolonisasi FMA tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama dan harus segera digunakan.

Apabila kultur monosonik isolat mikoriza (*G. mosseae*) ditujukan untuk menghasilkan inokulum yang aktif (dalam bentuk akar yang terkolonisasi FMA), maka cuka kayu karet dan cuka akar pakis sangat potensial untuk dikembangkan lebih lanjut. Namun, bila kultur ditujukan untuk mendapatkan inokulum dalam bentuk jumlah spora



yang tinggi, maka cuka kayu karet yang paling potensial untuk digunakan sebagai stimulan. Namun, potensi ini masih harus diteliti lebih lanjut sampai diperoleh konsentrasi dari kedua cuka organik (cuka kayu karet dan cuka akar pakis) yang efektif secara signifikan melalui beberapa tahap penelitian.

Menurut Departemen Pertanian Thailand (2010), cuka kayu memiliki manfaat untuk meningkatkan kualitas tanah, menghilangkan hama, mampu mempercepat perkembangan akar, batang umbi, daun, bunga dan buah. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa cuka kayu dapat meningkatkan kualitas tanah, menghilangkan hama, mempercepat pertumbuhan tanaman dan sebagai zat pengatur tumbuh (Apai dan Thongdeethae 2001). Cuka kayu apabila diterapkan ke tanah dalam konsentrasi tinggi dapat menghambat cacing dan penyakit pada tanah, sedangkan dalam konsentrasi rendah dapat meningkatkan jumlah mikrob yang berguna (Sadakichi *et al.* 2009). Oleh karena itu rangkaian pengujian yang bertahap untuk mendapatkan konsentrasi cuka kayu karet dan cuka akar pakis yang paling efektif perlu dilakukan.

#### KESIMPULAN

Cuka organik (cuka kayu karet, cuka akar pakis, dan cuka gambut) dengan dosis 1,5mL/L yang diaplikasikan sebagai stimulan pada kultur monosenik isolat *G. mosseae* tidak efektif memacu produksi spora. Namun, sebagai stimulan kolonisasi FMA pada akar tanaman inang, cuka kayu karet dan cuka akar pakis cukup baik yang ditunjukkan

dengan persentase kolonisasi yang tinggi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada SEAMEO BIOTROP melalui Dr. Hanna Artuti Ekamawanti (sebagai Ketua Peneliti) telah membantu dana penelitian ini dari DIPA Biotrop 2017.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I. (1997). *Bioteknologi Tanah*. Laboratorium Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Apai, W., & Thongdeethae, S. (2001). Cuka kayu: Organik baru untuk Pertanian Thailand. 4<sup>th</sup> Toksisitas Divisi Conference, Departemen Pertanian, pp. 166-169.
- Bhadalung, N.N., Suwanarit, A., Dell, B., Nopamornbodi, O., Thamchaipenet, A., & Rungchuang, J. (2005). Effects of Long-term NP-fertilization On Abundance and Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Under a Maize Cropping System. *Plant and Soil*, 270 (1-2), 371-382.
- Brundrett, M. (2004). Diversity and Classification of Mycorrhizal Associations. *Biol. Rev.*, 79 (3), 437-495.
- Brundrett, M.C., (2002). *Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants*, *New Phytologist*, 154, 275-304
- Brundrett, M.C., (1994). *Practical Methods in Mycorrhizal Research*. Mycologie Publications. Ontario. Canada.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., & Malajczuk, N.



- (1996). *Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. ACIAR Monograph. Canberra.
- Chalimah, S., Muhadiono, Aznam, L., Haran, S., & Nurita. T.M. (2007). Perbanyak *Gigaspora* sp dan *Acaulospora* sp dengan Kultur Pot di Rumah Kaca. Institut Pertanian Bogor.
- Delvian. ,(2006). *Koleksi Isolat Cendawan Mikoriza Arbuskula*. USU Repository. Medan.
- Delvian. ,(2008). Pengaruh Spesies Inang dan Sumber Nutrisi Terhadap Produksi Spora Fungi Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Nature Indonesia*, 10 (2), 70-72.
- Ghofar, A., Margarettha, & Mahbub, I.A., (2017). Kelimpahan Fungi Mikoriza Arbuskula Asal Rhizosfer Nanas di Lahan Gambut. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi*, 22 (3), 27-32.
- Gunawan, A.W., (1993). *Mikoriza Arbuskula*. Edisi Pertama. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Husin, EF., & Marlis, R. (2002). Aplikasi Cendawan Mikoriza Arbuskular Sebagai Pupuk Biologi pada Pembibitan Kelapa Sawit. Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Indonesia Barat.
- Husna, Tuheteru, F.D., & Wigati, E. (2017). Growth Response and Dependency of Endangered Nedun Tree Species (*Pericopsis mooniana*) Affected by Indegenous Arbuscular Mycorryzal Fungi Inoculation. *Nusantara Bioscience*, (9), 57 – 61.
- INVAM, ,(2018). International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi. <http://invam.caf.wvu.edu/Myco-nfo/Taxonomy/classification.html> . [24 April 2018].
- Isnaini. ,(2006). *Pertanian Organik*. Penerbit Kreasi Wacana. Yogyakarta.
- Komarayati, S., & Susanto, E. (2011). Arang dan Cuka Kayu produk HHBK untuk pertumbuhan stimulan mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29 (2), 156.
- Lestari, S.B., & Hastoeti, P. (2000). Penelaahan dimensi serat dan komposisi kimia beberapa kayu Eucalyptus. *Buletin Penelitian Hasil Hutan. Pusat Litbang Hasil Hutan*. Bogor, 18 (2), 105-110.
- Mawardi. ,(2004). Pemanfaatan pupuk hayati mikoriza untuk meningkatkan toleransi kekeringan pada tanaman nilam. [Http://repository.ipb.ac.id/bitstream/](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/). Akses 12 juni 2014.
- Nusantara, A.D., Bertham, Y.H., & Mansur, I. (2012). *Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula*. Seameo Biotrop. Bogor: (*Southeast Asean Regimal Centre for Tropical Biology*).
- Padri, M.H., Burhanuddin., & Hermawatiningsih, R. (2015). Keberadaan Fungi Mikoriza Arbuskula pada Jabon Putih di Lahan Gambut. *Jurnal Hutan Lestari*, 3 (3), 401– 410.
- Roesmarkam, A., & Yowono, N.W. (2002). Ilmu kesuburan tanah. Kanisius.Yogyakarta. Subiksa, I. 2002. Pemanfaatan mikoriza





- untuk penanggulangan lahan kritis. [Http:// rudyet. tripod. com/sem2-012/igm-subiksa.htm](http://rudyet.tripod.com/sem2-012/igm-subiksa.htm). 12 juni 2014.
- Sadakichi, K., Tsuyoshi, H., & Gould, H. (2009). *How to Improve Crop Quality While Reducing Dependence on Agricultural Chemicals*. Wood Vinegar and Biochar in Agriculture.
- Satriadi, T., Jauhari, A., & Ariandi, M. (2010). Perbandingan Rendemen Cuka Kayu (*Wood Vinegar*) Jelutung (*Dyera* spp.) Berdasarkan Ukuran Bahan Baku. *Jurnal Hutan Tropis*, 11 (30), 47-55.
- Setiadi, Y. (1992). *Mikoriza dan Tanaman Kehutanan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.
- Setiadi, Y. (1995). *The Practical Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Reforestation in Indonesia Thesis*. Kent: Research School of Biosciences. University of Kint.
- Sieverding, E. (1991). *Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem*: Federal Republic Germany, 98-99.
- Smith, S.E., & Read, D.J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. London (GB). Academic Press.
- Talanca, H. (2010). Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskula (MVA) pada Tanaman. Posiding Pekan Serealia Nasional. *Balai Penelitian Tanaman Serelia*, Sulawesi Selatan.
- Vierheilig, H., Coughlan, A.P., Wyss, U., & Piche, Y. (1998). Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. *Appl Environm Microbiol*, 64 (12), 5004–5007.
- Yusril, M., & Burhanuddin. (2018). Komunitas Fungi Mikoriza Arbuskula Asal Tanah Gambut pada Jeluk Berbeda Hasil Penangkaran Inang *Zea mays* L. dan *Pueraria Javanica*. *Jurnal Hutan Lestari*, 6 (1), 90-97.