

**PENGARUH INOKULASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA PADA TANAMAN PULAI DI LAHAN BEKAS TAMBANG BATUBARA**  
*The Effects of Arbuscular Mycorrhizae Fungi Inoculation to Pulai at Ex Coal Mining*

**Maliyana Ulfa, Efendi Agus Waluyo dan Edwin Martin**  
Balai Litbang Hutan Tanaman Palembang

**ABSTRACT**

*The effects of Arbuscular Mycorrhizae Fungi (AMF) Glomus etunicatum inoculation to pulai (Alstonia sp.) at ex coal mining area was researched at Dumping Area Pit Tiga, Bangko Timur, PT. Bukit Asam, Tanjung Enim, South Sumatera, for 9 months. This research applied two treatment, Glomus etunicatum inoculation and varied seedling media, arranged in Randomized Block Design with three replication. Growth parameters were height, diameter and survival percentage. The result showed that at the field, pulai (Alstonia sp.) growth relative did not show a different between application, height and diameters. But on the other side, Glomus etunicatum inoculation influenced life survival at ex coal mining area, that was shown by almost 100 % survival percentage of pulai (Alstonia sp.). Glomus etunicatum did not influence growth of pulai to much at field. It was estimated that this was caused by plant biochemical process, such as nitrogen availability and accumulation of organic matter that was not well decomposed. It caused sporulation and colonization of CMA did not work well.*

**Key word:** Field, *Glomus etunicatum*, pulai (*Alstonia sp.*)

**ABSTRAK**

Pengaruh inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *Glomus etunicatum* terhadap pertumbuhan tanaman pulai darat (*Alstonia sp.*) telah dilakukan di lahan reklamasi bekas tambang batubara pada Dumping Area Pit Tiga, Bangko Timur, PT. Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan, setelah 9 bulan ditanam. Riset menggunakan 2 perlakuan, inokulasi *G. etunicatum* dan perbedaan media saph, menggunakan Rancangan Acak Blok dengan tiga ulangan. Parameter pertumbuhan yang diukur adalah tinggi, diameter dan persen hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah ditanam di lahan, pertumbuhan pulai darat (*Alstonia sp.*) relatif tidak menunjukkan perbedaan parameter tinggi dan diameter di antara perlakuan. Tetapi di sisi lain, inokulasi *G. etunicatum* berpengaruh pada persentase hidup tanaman untuk hidup di lahan bekas tambang, yang ditunjukkan dengan hampir 100% persen hidup pulai darat (*Alstonia sp.*). *G. etunicatum* tidak cukup berpengaruh pada pertumbuhan pulai di lahan. Hal tersebut diduga disebabkan oleh proses biokimia tanaman, seperti ketersediaan nitrogen dan akumulasi bahan organik yang tidak terdekomposisi dengan baik. Hal tersebut menyebabkan sporulasi dan kolonisasi CMA tidak berjalan dengan baik.

**Kata kunci:** *Glomus etunicatum*, lahan, pulai (*Alstonia sp.*)

## I. PENDAHULUAN

Lahan bekas penambangan apabila tidak segera direhabilitasi akan mengakibatkan lahan mati dan merusak ekosistem yang ada. Lahan yang mengandung deposit biasanya merupakan lahan bervegetasi, sehingga apabila ditambang terjadi penurunan kandungan unsur hara, pH tanah yang masam, tipisnya lapisan atas tanah (*top soil*) dan meningkatnya kandungan unsur toksik bagi tanaman. Ditinjau dari sisi konservasi tanah dan air, timbunan di lahan yang demikian sangat rentan dengan erosi. Upaya rehabilitasi lahan bekas tambang batubara tidak mudah. Karena akan menghadapi kendala kondisi tanah yang buruk, upaya rehabilitasi menurut Turjaman *et al.* (2002), juga dihadapkan pada kendala penyiapan bibit yang masih di bawah standar, baik secara kualitas maupun kuantitas. Dari segi kualitas, masih banyak bibit tanaman hutan yang mengalami kematian setelah dipindahkan ke lapangan.

Aplikasi mikoriza merupakan salah satu teknik penyiapan bibit tanaman hutan untuk merehabilitasi lahan bekas tambang batubara. Tanaman dengan akar yang bermikoriza akan lebih tahan terhadap kekeringan, lebih mudah dalam menyerap unsur hara, tahan terhadap serangan patogen akar dan diperolehnya hormon dan zat pengatur tumbuh. Terbentuknya asosiasi mikoriza dengan tanaman, maka secara tidak langsung telah memperbaiki kerusakan ekosistem, karena selain merupakan kebutuhan ekologi, penggunaan mikoriza tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, aman dipakai, dapat berperan dalam jangka panjang serta dapat memperbaiki status kesuburan tanah (Castellano dan Molina, 1989). Tanaman pulai merupakan salah satu tanaman hutan yang dapat berasosiasi dengan endomikoriza. Jenis tanaman ini umumnya mampu beradaptasi di lahan-lahan kritis dan termasuk jenis pohon cepat tumbuh. Selain itu, karena telah dikenal di Sumatera Selatan dan berpotensi sebagai komoditi hutan tanaman, jenis ini dapat digunakan sebagai tanaman rehabilitasi di lahan bekas tambang, khususnya di lahan bekas tambang batubara.

Pada skala persemaian dengan kondisi yang terkontrol, inokulasi mikoriza terbukti mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman. Selanjutnya untuk mengetahui kualitas bibit tanaman, perlu dilakukan penelitian lapangan untuk melihat pengaruh langsung dari kondisi alamiah dan faktual pada tanah bekas penambangan batubara (Alfrenzi, 1996). Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan mengenai mikoriza, kebanyakan masih pada skala persemaian. Penelitian pada skala lapangan dapat melengkapi dan menunjukkan pengaruh inokulasi mikoriza pada tanaman hutan.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2003 sampai dengan September 2004 di areal Dumping Area Pit Tiga, Bangko Timur, PT. Bukit Asam Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

### B. Bahan dan Alat

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman pulai (*Alstonia* sp.). Tanaman tersebut berasal dari bibit dengan perlakuan media yang berbeda, yaitu dengan *top soil* yang telah disterilkan dan campuran *top soil* (1 : 1) yang disterilkan. Jenis endomikoriza yang diinokulasikan adalah *G. etunicatum*, sedangkan pengukuran menggunakan alat ukur meteran dan kaliper.

### C. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menanam bibit tanaman pulai berumur 3 bulan yang telah diinokulasi dengan *G. etunicatum*. Media bibit berupa *top soil* yang disterilkan dan campuran *top soil* dan pasir (1

: 1) yang disterilkan. Parameter yang diukur adalah pertumbuhan tinggi, diameter batang dan persen hidup tanaman. Pengukuran dilakukan pada awal penanaman dan 9 bulan setelah tanam, sehingga data yang dihasilkan adalah riap pertumbuhan.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial, dengan perlakuan yang diteliti adalah:

SSM0 = Soil Sand Mychorrizal 0 (Top soil: pasir (1 : 1) tidak diinokulasi mikoriza)

SSM1 = Soil Sand Mychorrizal 1 (Top soil: pasir (1 : 1) diinokulasi mikoriza)

SM0 = Soil Mychorrizal 0 (Top soil tidak diinokulasi mikoriza)

SM1 = Soil Mychorrizal 1 (Top soil diinokulasi mikoriza)

Tiap perlakuan dilakukan pengulangan tiga kali. Apabila dari hasil analisa keragaman menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata metode Duncan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

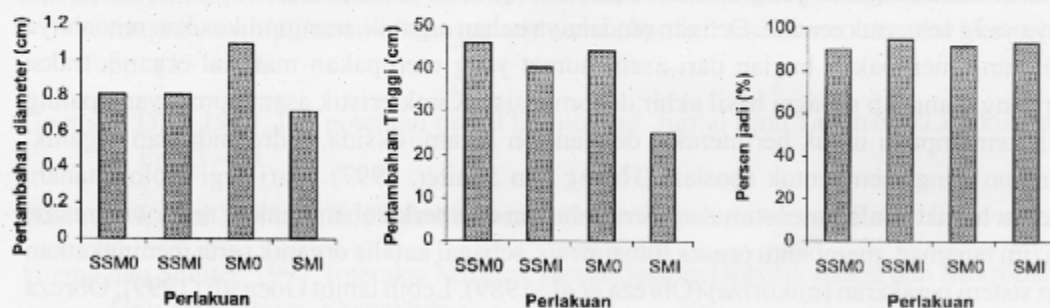
Berdasarkan pengamatan dan pengukuran pertumbuhan pulai setelah 9 bulan di tanam, menunjukkan bahwa *G. etunicatum* tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan pulai di areal rehabilitasi bekas tambang batubara disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh *G. etunicatum* terhadap parameter tinggi, diameter dan persen hidup pulai umur 9 bulan setelah tanam di areal rehabilitasi bekas tambang batubara

Perlakuan	Peubah		
	Pertambahan Tinggi (cm)	Pertambahan Diameter (cm)	Persen hidup (%)
SSM0	46,33 t.n.	0,81 t.n.	90 t.n.
SSM1	40,62 t.n.	0,81 t.n.	95 t.n.
SM0	44,26 t.n.	1,09 t.n.	91,67 t.n.
SM1	25,23 t.n.	0,71 t.n.	93,33 t.n.

Keterangan: Angka yang diikuti huruf t.n. menunjukkan perlakuan tidak terdapat beda nyata karena  $F_{tabel} > F_{hitung}$ , sehingga tidak perlu diuji lanjut menggunakan metode Duncan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa inokulasi *G. etunicatum* pada berbagai kombinasi penggunaan media tumbuh, tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman setelah ditanam di areal bekas tambang batubara. Pertumbuhan tanaman yang diinokulasi relatif sama dengan pertumbuhan tanaman yang tidak diinokulasi, bahkan pertumbuhan tanaman yang tidak diinokulasi relatif lebih baik daripada yang diinokulasi, demikian pula dengan persen hidup tanaman. Pada berbagai kombinasi media tumbuh persen hidup tanaman di areal rehabilitasi tidak berbeda nyata meskipun pada media yang diinokulasi cenderung lebih tinggi daripada yang tidak diinokulasi seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik respon pertumbuhan pulai darat umur 9 bulan tanam di lahan reklamasi bekas tambang batubara dengan berbagai perlakuan

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan pertumbuhan yang nyata akibat inokulasi CMA *G. etunicatum* pada tanaman pulai setelah ditanam di areal reklamasi. Pertumbuhan tampak relatif sama antara yang diinokulasi dengan tanaman yang tidak diinokulasi, baik dengan media bibit berupa top soil maupun campuran top soil dan pasir. Pada tanaman yang diinokulasi, diduga CMA tidak mampu berkembang (sporulasi) dengan baik, sehingga tidak menunjukkan respon pertumbuhan bibit yang lebih baik. Ketersediaan nitrogen yang sedang pada tanah di areal reklamasi, diduga menjadi penyebab tanaman yang diinokulasi tidak menunjukkan pertumbuhan yang berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi. Sebagaimana diketahui bahwa pembentukan mikoriza pada perakaran tumbuhan sangat dipengaruhi oleh kandungan hara *nitrogen*, *fosfor* dan *kalium* dalam tanah. Makin tinggi kadar nitrogen dalam tanah perkembangan mikoriza makin terhambat dan hanya sedikit yang dapat terbentuk (Richard dan Wilson, 1974). Dijelaskan pula oleh Smith and Read (1977), Ratnayake *et al.*, (1978) dalam Barea and Aquilar (1983) dan Hudson (1989) serta Powell and Bagyaraj (1984) bahwa kandungan N dan F pada tingkat ketersediaan yang tinggi mengurangi kolonisasi akar. Kolonisasi akan meningkat bila nitrogen meningkat pada kondisi fosfat yang moderat, tetapi pada kondisi fosfat yang tinggi maka penambahan nitrogen menjadi penghambat. Sebagaimana yang pernah dilaporkan oleh David *et al.* (1990) bahwa penambahan nitrogen pada beberapa CMA dengan kondisi fosfat yang tinggi menyebabkan terhambatnya sporulasi.

Kurangnya efektifitas CMA untuk meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, diduga disebabkan oleh adanya proses biokimia dalam tanaman, yang dapat menimbulkan sifat-sifat penghambat perkembangan CMA. Pertumbuhan cendawan mikoriza memerlukan ketersediaan karbohidrat yang cukup dalam akar (Melin, 1962). Lebih lanjut dijelaskan oleh Bjorkman (1942) dalam Setiadi (1989) melalui teori karbohidrat kaitannya dengan proses fisiologi tumbuhan. Dalam teori ini dijelaskan bahwa pembentukan mikoriza sangat tergantung pada tersedianya karbohidrat-karbohidrat sederhana yang berada di akar. Rangsangan prekolonisasi terjadi karena adanya flavonoid hasil eksudat, dua isoflavonoid eksudat akar yaitu formononetin dan biochanin A dapat menstimulasi kolonisasi akar (Nair *et al.*, 1991), formononetin 80% meningkatkan kolonisasi (Leadir *et al.*, 1996). Ketersediaan nitrogen sedang pada tanah reklamasi, yang berasal dari timbunan top soil, akan mempertinggi absorpsi nitrogen oleh tanaman, yang bersama karbohidrat dalam tanaman membentuk protein. Akibatnya kadar karbohidrat menjadi rendah, sehingga perkembangan mikoriza menjadi terhambat.

Pengaruh ketersediaan N dan P, secara tidak langsung mempengaruhi karbohidrat, ketersediaan N yang tinggi dapat menurunkan kelebihan karbohidrat akibatnya suplai karbohidrat ke mikoriza menjadi terhambat. Hayman (1981) dalam Sieverding (1991) menjelaskan bahwa nitrogen yang tinggi dapat menjadi penghambat pembentukan formasi CMA dan berpengaruh negatif terhadap populasi CMA, dijelaskan juga oleh David *et al.* (1990) bahwa pemberian  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  menurunkan kolonisasi dan sporulasi *Gigaspora margarita*. Kurang efektifnya peranan CMA *G. etunicatum* untuk meningkatkan laju pertumbuhan pulai di areal reklamasi bekas tambang batubara diduga dikarenakan oleh dekomposisi bahan organik yang belum berjalan dengan baik, yang dapat dilihat berdasarkan nisbah C/N-nya yang termasuk rendah. Dengan rendahnya bahan organik, mengindikasikan rendahnya kadar karbon, yang merupakan bagian dari asam humat yang merupakan material organik/fraksi terhumifikasi yang dianggap sebagai hasil akhir dekomposisi. Karakteristik asam humat yang paling khusus adalah kemampuan untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidroksida dan organik, pencemar beracun yang membentuk asosiasi (Huang dan Schiter, 1997). Dari segi biologi tanah, keuntungan asam humat adalah menstimulasi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme tanah serta enzim tanaman, membantu proses fotosintesis, sebagai katalis organik serta meningkatkan pembangunan sistem perakaran (mikoriza) (Obreza *et al.*, 1989). Lebih lanjut Goenadi (1999); Obreza *et al.* (1989) menjelaskan bahwa selain berfungsi dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman, asam humat juga berperan dalam perkembangan aktivitas populasi mikroba tanah potensial yang

keberadaannya di dalam tanah mutlak diperlukan karena berperan dalam mengefektifkan daur ulang unsur hara (*nutrient cycle*). Menurut Harley and Smith (1983), bahwa Cendawan Mikoriza Arbuskula bersifat sangat aerobik (membutuhkan oksigen). Hal ini telah dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vallini *et al.* (1993), bahwa kolonisasi CMA hanya sedikit dipengaruhi oleh kehadiran konsentrasi senyawa humat yang tinggi dalam tanah, dimana terjadi penurunan pertumbuhan hifa *G. mossea*. Pemberian asam humat dengan dosis 1500 – 3000 mg. kg<sup>-1</sup> dilaporkan dapat menstimulasi bakteri dan actinomycetes. Meskipun tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi inokulasi CMA *G. etunicatum* berpengaruh terhadap ketahanan hidup tanaman di lahan bekas tambang batubara. Hal ini ditunjukkan dengan persen hidup tanaman yang diinokulasi lebih tinggi, yaitu berkisar antara 90% - 100%, sedangkan yang tidak diinokulasi berkisar antara 75% - 95%, sehingga dengan adanya CMA, tanaman lebih bertahan dari kekeringan meskipun ditanam di lahan yang kritis. Akar-akar pendek yang bermikoriza lebih tahan kekeringan pada musim kemarau daripada yang tanpa mikoriza (Manan, 1976).

#### IV. KESIMPULAN

1. Perlakuan inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *G. etunicatum* dan media saphir tidak menunjukkan perbedaan respon pertumbuhan tinggi dan diameter pulai darat umur 9 bulan setelah tanam di lahan reklamasi bekas tambang batubara. Hal ini disebabkan proses biokimia tanaman antara lain ketersediaan nitrogen dan akumulasi bahan organik.
2. Inokulasi CMA *G. etunicatum* berpengaruh pada persentase (90% - 95%) hidup tanaman pulai di lahan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alfrenzi. 1996. Pengaruh cendawan mikoriza vesikular – arbuskular *Glomus fasciculatum* (Thaxter) Gardemann de Trappe dan fosfor terhadap pertumbuhan beberapa tanaman industri pada tanah tambang batubara PT. Tambang Batubara Bukit Asam. Skripsi S1 Fakultas MIPA UNSRI, Palembang. Tidak dipublikasikan.
- Barea, J.M and Aquilar, C.A. 1983. Mycorrhizal and their significance in nodulating nitrogen-fixing plant. *Advances in Agronomy*. 36 pp 1 – 55.
- Castellano, M.A. dan Molina, R. 1989. Mycorrhizae. *Dalam* Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E., Barnett, Eds *The Container Tree Nursery Manual*, J.P. Volume 5, *Agriculture Handbook*, 674, USDA. Washington, DC.
- David, D., Douds, J.R and Schenk, C. 1990. Increased sporulation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi by manipulation of nutrient regimens. *Applied and Environmental Microbiology*. 56. 2 pp. 413 – 418.
- Goenadi, D.H. 1999. The potential use of humic acid. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. Vol.2, No. 2. Pp 23 – 31.
- Harley, J.L. and Smith, S.E. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. London.
- Huang dan Schiter. 1997. *Interaksi Mineral Tanah Dengan Organik Alami dan Mikroba*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

- Hudson, H.J. 1989. Fungal Biology. Departemen of Botani University of Cambridge.
- Leadir, L., Fries, M., Raymon, S., Pacosky and Safir, G.R. 1996. Expression of isoenzymes altered by both *Glomus intraradical* colonization and formononetin application in corn (*Zea mays*. L) Roots. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 8. No. 8. pp. 981 – 988.
- Manan, S. 1976. Silvikultur. Lembaga Kerja Sama Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Melin, E. 1962. Physiological Aspect of Mycorrhizae of Forest Tree; Hlm. 247-263. *Dalam* T.T Kozlowski (ed). *Tree Growth*. The Ronal Press Company Inc. New York
- Nair, M.G. Safir, G.R. and Siqueira, J.O. 1991. Isolation and identification of vesicular-arbuscular mycorrhiza stimulatory compound from clover (*Trifolium repens*) roots. *Applied And Environment Microbiology.* 57 (2). Pp 434 – 439.
- Obreza, T.A., Webb, R.G. and Biggs, R.H. 1989. Humate Materials; Thiers effect and Use as Soil Amandements. University of Florida Gainesville
- Powell, C.L.I and Bagyaraj, D.J. 1984. VA Mycorrhiza. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Richard, B. N. dan G. L. Wilson, 1974. Nutrient supply and mycorrhizae development in caribaeen pine. *Forest Science* 9 : 405-412
- Setiadi, Y. 1989. Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Kehutanan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem, Technical Cooperation Federal of Germany. Eschbirn.
- Smith, S.E and Read, D.J. 1977. Mycorrhizal Symbiosis. Academy Press London. Seond Edition. Pp. 37 – 42.
- Turjaman, M., R.S.B. Irianto, I.R. Sitepu, E. Widyati dan E. Santoso. 2002. Aplikasi produk ektomikoriza dalam kapsul alginat untuk peningkatan mutu bibit tanaman hutan sebagai pemacu program rehabilitasi dan konservasi lahan di Indonesia. Prosiding Diskusi Hasil-hasil Litbang. Rehabilitasi dan Konservasi Sumberdaya Hutan. Bogor, 23 Desember 2002. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Vallini, G., Pera, A., Avio, Lval drighi, M and Giovanetti, M. 1993. Influence of humic acids on laurel growth, associated rhizopheric microorganism and mycorrhizal fungi. *Biology and Fertility of Soil.* 16 (1) Pp. 1 – 4. (Abstract).