

PEMANFAATAN BEBERAPA BIOAKTIVATOR TERHADAP PENINGKATAN LAJU DEKOMPOSISI TANAH GAMBUT DAN PERTUMBUHAN *Gmelina arborea* Roxb

The Use of Bioactivators to Increase the Decomposition Rate of Peat Soil and the Growth of Gmelina arborea Roxb

Budi Utomo

Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
Jl. Prof. A. Sofyan 3, Kampus USU Medan 20155, Telp. (061) 8223570, Fax. (061) 8211924

Naskah masuk : 1 April 2009; Naskah diterima : 24 Oktober 2009

ABSTRACT

Potency of peat in Indonesia is high as media of plant and also organic fertilizer, but the height of soil acidity caused decomposition prosesed running lag so that this contents of soil nutrient element also low. This research was aimed to detect activator influences in increasing growth of Gmelina arborea plants in peat soil and also calculate peat soil chemical property changes as result of bioactivators application. The peat soil materials came from countryside of Sei Siarti, District of Panai Tengah, and District of Labuhanbatu at Sumatera Utara Province. Activator tested were Trichoderma sp., Orgadec, EM₄, MOD-71, Supernasa and Puja-168. The dosages applied for each types of bioactivators followed the manufacture recommendation. The research was done at Faculty of Agriculture greenhouse at the University of North Sumatera for 2 months started from February 2008 until March 2008. Bioaktivator of Trichoderma sp. increasing of plant height equal to 39.44%, diameter equal to 3.12%, and leaf area equal to 852.63% compared with control, while the the increasing of plant height by the application of another bioaktivator ie EM₄, MOD-71, Supernasa and Puja-168 were not significant.

Key words: bioaktivator, decomposition, peat, increasing of growth

ABSTRAK

Potensi tanah gambut di Indonesia sangat tinggi sebagai media tanam maupun pupuk organik, namun tingginya kemasaman tanah mengakibatkan dekomposisi berlangsung lambat sehingga kandungan unsur hara tanah ini juga rendah. Penelitian bertujuan untuk mendeteksi pengaruh bioaktivator dalam meningkatkan pertumbuhan *Gmelina arborea* di tanah gambut serta mendeteksi perubahan sifat kimia tanah gambut akibat perlakuan bioaktivator tersebut. Bioaktivator yang digunakan adalah *Trichoderma* sp., Orgadec, EM₄, MOD-71, Supernasa dan Puja-168. Bahan tanah gambut berasal dari Desa Sei Siarti, Kecamatan Panai Tengah, Kabupaten Labuhanbatu, Provinsi Sumatera Utara. Dosis yang digunakan pada masing-masing bioaktivator diberikan sesuai anjuran pada kemasan produk. Penelitian dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara selama dua bulan yang dimulai dari bulan Februari 2008 sampai Maret 2008. Pemberian bioaktivator *Trichoderma* sp. pada tanah gambut dapat menghasilkan peningkatan tinggi tanaman sebesar 39,44%, diameter batang 3,12%, dan luas daun 852,63% dibandingkan dengan kontrol, sementara pemberian bioaktivator EM₄, MOD-71, Supernasa dan Puja-168 belum berpengaruh.

Kata kunci: bioaktivator, dekomposisi, gambut, peningkatan pertumbuhan

I. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai lahan gambut terluas ke-empat terluas di dunia setelah Canada, Rusia dan Amerika Serikat, yaitu sekitar 26 juta ha. Oleh karena itu perlu adanya penanganan pemanfaatan endapan gambut di Indonesia secara terpadu dan konseptual. Endapan gambut umumnya terkonsentrasi di sekitar wilayah Sumatera dan Kalimantan, sedangkan di wilayah lainnya sangat minim. Wilayah Sumatera meliputi Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara, Riau, Jambi dan Sumatera Selatan, dengan sebaran potensi endapan gambut sekitar 4.587.190 ha. Wilayah Kalimantan meliputi Provinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan dengan sebaran potensi endapan gambut sekitar 2.914.440 ha (Wahyunto *et al.*, 2005).

Gambut merupakan media yang kaya bahan organik serta mempunyai sifat fisik yang baik antara lain strukturnya remah, daya serap dan daya simpan air cukup baik juga mempunyai kapasitas udara yang cukup tinggi (Supriadi, 1998). Dari hasil analisa yang dilakukan di Finlandia terhadap media gambut dan *top soil* di daerah *temperate*, kesarangan media gambut adalah 75% - 90% sedangkan *top soil* 40% - 50%, kapasitas air media gambut 40% - 50% and *top soil* 30% - 50%, untuk kapasitas udara media gambut 30% - 40% dan *top soil* 15% - 20%. Ketebalan lapisan gambut bervariasi mulai dari 40 cm sampai lebih dari 5 m.

Menurut Sianturi (2007) dan Nasution (2008) aplikasi gambut di lahan marjinal berpengaruh meningkatkan pertumbuhan tanaman jarak pagar. Namun demikian pengaruh pemberian gambut pada pertumbuhan tanaman masih menunjukkan hasil yang jauh lebih rendah dari pupuk kandang dan pupuk kompos. Hal ini karena C/N yang terdapat pada gambut masih tinggi (> 30%) yang menyebabkan gambut masih sulit terdekomposisi sehingga proses mineralisasi unsur hara pada tanah gambut berlangsung lambat, selain sifat negatif lainnya yakni tingginya kandungan asam-asam organik.

Jati putih (*Gmelina arborea* Roxb) merupakan salah satu jenis tanaman hutan yang kini banyak dimanfaatkan dalam pembangunan hutan tanaman. Tanaman ini memiliki keunggulan berupa umur yang genjah dan relatif tahan terhadap kekeringan. Kayunya sendiri dapat digunakan untuk bahan kayu petukangan dan pulp. Selain untuk memperbaiki fungsi hutan pembangunan hutan tanaman juga untuk tujuan produksi hasil hutan kayu maupun non kayu.

Melihat permasalahan yang dihadapi tanah gambut maka diperlukan teknik percepatan dekomposisi salah satunya dengan cara menambahkan bioaktivator. Bioaktivator yang mudah tersedia diperoleh hingga saat ini adalah *Trichoderma* sp. Orgadec, Mikroorganisme Efektif (EM₄), MOD-71, Supernasa, dan Puja-168. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan bioaktivator yang efektif untuk memperbaiki sifat kimia tanah gambut dan meningkatkan pertumbuhan *Gmelina arborea*.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Lama penelitian adalah 2 bulan yang dimulai dari bulan Februari 2008 sampai Maret 2008.

Penelitian didesain menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial dengan 7 perlakuan yaitu:

A₀ = Tanpa perlakuan (kontrol)

A₁ = *Trichoderma* sp sebanyak 100 g

A₂ = Orgadec sebanyak 100 g

A₃ = EM₄ sebanyak 10 ml dan ditambah 1 l air

A₄ = MOD-71 sebanyak 100 ml ditambah 100 g gula dan dilarutkan dalam 5 l air

A₅ = Supernasa sebanyak 2 g ditambah 1 l air

A₆ = Puja-168 sebanyak 20 mL ditambah 2 l air

Semua perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 28 unit percobaan.

Tanah gambut yang berasal dari lokasi sasaran (Desa Sei Siarti, Kecamatan Panai Tengah, Kabupaten Labuhanbatu, Provinsi Sumatera Utara) langsung dimasukkan ke dalam polibag-polibag ukuran 30 x 35 cm yang telah disiapkan sebelumnya sebanyak 5 kg/polibag. Perlakuan terhadap tanah gambut yang diambil hampir tidak ada, sehingga diharapkan kondisinya tidak berbeda dengan kondisi di lapangan. Sebagian tanah diambil untuk contoh analisis kimia tanah awal. Pada masing-masing polibag diberikan bioaktivator perlakuan sesuai dosis anjuran yang terdapat pada masing-masing produk.

Berdasarkan kandungan yang terdapat pada kemasan produk bioaktivator, *Trichoderma* sp. dikenal sebagai agen pengendali penyakit tanaman disamping berfungsi sebagai aktivator biologi dalam tanah. Fungi ini diaplikasikan dalam bentuk serbuk. Orgadec merupakan bioaktivator berbentuk serbuk yang bekerja secara aerob. Bahan ini banyak digunakan dalam

pembuatan kompos. EM₄ merupakan dekomposer berbentuk cairan yang mengandung mikroorganisme fermentasi. Ada lima golongan pokok mikroorganisme yang terkandung di dalamnya, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus*, *Streptomyces*, *yeast*, dan *Actinomycetes*. MOD-71 merupakan bioaktivator yang mengandung isolat asli alam Indonesia, seperti *Azotobacter*, *Bacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Pseudomonas*, *Cylophaga*, *Sporocytophaga*, *Micrococcus*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*, sedangkan dari jenis fungi adalah *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Gliocladium*, dan *Penicilium*. Supernasa merupakan pupuk organik cair yang berasal dari limbah ternak dan unggas, limbah alam dan tanaman yang mengandung asam humat, asam fulvat dan hormon. Puja-168 merupakan bioaktivator berbentuk cairan yang mengandung bioenzim yang terbuat dari daun-daun dan buah-buahan segar yang diolah sehingga menghasilkan mikroorganisme seperti *Lactobacillus*, *yeast* dan bakteri pelarut fosfat, serta mengandung unsur hara makro dan mikro.

Satu minggu sebelum penanaman perlakuan bioaktivator diaplikasikan pada masing-masing polibag untuk menunggu bereaksinya bahan perlakuan dengan tanah gambut. Bahan tanaman yang digunakan berasal dari benih *G. arborea* berumur 2 bulan yang telah dikecambahkan terlebih dahulu. Perkecambahan dilakukan pada bak pasir berukuran 1 x 2 m. Setelah tanaman berumur 2 bulan, dipilih tanaman yang pertumbuhannya sehat dan seragam, untuk dipindahkan pada masing-masing polibag yang telah diberi perlakuan. Penyulaman dilakukan hingga umur 1 minggu setelah tanam (Syahnen, 2006). Tindakan pemeliharaan hanya berupa pembersihan gulma dan penyiraman setiap pagi dan sore sesuai kebutuhan. Parameter yang diukur adalah tinggi tanaman, diameter batang dan luas daun. Untuk parameter tinggi tanaman dan diameter batang, data yang diolah merupakan data selisih hasil pengukuran pada akhir penelitian dengan data awal penelitian, sedangkan data luas daun data yang digunakan adalah data hasil pengukuran di akhir penelitian. Tinggi tanaman diukur dari leher akar terbawah hingga ke titik tumbuh. Diameter batang diukur pada leher akar yang jaraknya 1 cm dari permukaan tanah. Luas daun diukur pada daun yang telah terbuka sempurna

dan merupakan salah satu dari daun terluas dalam tubuh tanaman, dalam hal ini ditunjukkan oleh daun ke 5 dihitung dari titik tumbuh. Untuk mengetahui perubahan sifat kimia tanah terutama C/N, pH, N, P, K, dan Ca, contoh tanah dari masing-masing perlakuan pada akhir penelitian dianalisis di Laboratorium Sentral Universitas Sumatera Utara.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Parameter Pertumbuhan tanaman

Bioaktivator berpengaruh nyata dalam meningkatkan pertumbuhan jati putih, baik itu tinggi tanaman, diameter batang maupun luas daun dalam waktu yang relatif singkat. Pertumbuhan tanaman terbaik diperoleh pada aplikasi perlakuan *Trichoderma* sp. yang menghasilkan tinggi tanaman, diameter batang dan luas daun paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Bioaktivator *Trichoderma* sp. menghasilkan peningkatan tinggi tanaman sebesar 39,44% dibandingkan dengan kontrol yakni 5,02 cm berbanding 3,60 cm, diameter batang sebesar 3,12% yakni 2,97 mm berbanding 2,88 mm, dan luas daun sebesar 852,63% yakni 10,86 cm berbanding 1,14 cm (Tabel 1).

Uji lanjut menggunakan DMRT (Tabel 1) menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi dicapai oleh tanaman yang mendapat perlakuan *Trichoderma* sp. yakni 5,02 cm. Respon tinggi tanaman terendah diperoleh pada perlakuan Orgadec yakni 0,7 cm. Ini berarti tidak semua bioaktivator dapat diaplikasikan pada semua jenis tanah. Orgadec pada penelitian ini ternyata tidak dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, namun aplikasi pada jenis tanah yang lain mungkin dapat memberikan hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan Orgadec mungkin memiliki kandungan yang sifatnya kurang sesuai bagi tanah gambut sehingga justru meningkatkan serapan unsur-unsur toksik pada perakaran tanaman.

Uji lanjut menggunakan DMRT (Tabel 1) menunjukkan bahwa diameter batang tanaman tertinggi dicapai oleh tanaman yang mendapat perlakuan *Trichoderma* sp. yaitu 2,97 mm. Respon diameter batang tanaman terendah diperoleh pada perlakuan Orgadec yaitu 2,80 mm.

Tabel (Table) 1. Pengaruh pemberian bioaktivator mikroorganisme terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan luas daun *Gmelina arborea* pada umur 8 minggu. (*The effect of microorganism activator on plant height, diameter and leaf area of eight weeks old G. arborea's seedling*)

Perlakuan (Treatment)	Tinggi tanaman (Plant height) (cm)	Diameter batang (Diameter) (mm)	Luas daun (Leaf area) (cm)
Tanpa perlakuan (A ₀)	3,60 ^b	2,88 ^b	1,14 ^b
<i>Trichoderma</i> sp. (A ₁)	5,02 ^a	2,97 ^a	10,86 ^a
Orgadec (A ₂)	0,70 ^c	2,80 ^c	0,70 ^b
EM ₄ (A ₃)	2,23 ^{bc}	2,82 ^c	1,24 ^b
MOD-71 (A ₄)	3,01 ^b	2,85 ^b	1,23 ^b
Supernasa (A ₅)	3,67 ^b	2,86 ^b	1,27 ^b
Puja-168 (A ₆)	3,58 ^b	2,88 ^b	2,81 ^b

Keterangan (Notes): angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 95% (*Values followed by the same letter on the same column are not significantly different at 95% confidence level*)

Luas daun yang diberi perlakuan *Trichoderma* sp. adalah 10,86 cm (Tabel 1), atau sepuluh kali lipat dari luas daun pada perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena bioaktivator ini mampu meningkatkan serapan hara tanaman pada kondisi lingkungan gambut yang ekstrim. Peningkatan luas daun sebanyak sepuluh kali merupakan ukuran normal daun tanaman *G. arborea* yang tumbuh di lahan subur. Dengan demikian pemberian *Trichoderma* sp. telah menyebabkan pertumbuhan tanaman normal seperti pada pertumbuhan pada tanah yang subur. Tidak semua bioaktivator berpengaruh positif pada pertumbuhan tanaman di tanah gambut. Pada tanaman yang mendapat perlakuan Orgadec menunjukkan gejala tertekan bahkan gejala mati atau hampir mati.

A. Sifat Kimia Tanah Gambut

Berdasarkan hasil uji statistik terhadap hasil analisis tanah awal penelitian yang dibandingkan dengan hasil analisis tanah pada akhir penelitian di setiap perlakuan diperoleh hasil yang bervariasi (Tabel 2). Nilai C-organik

mengalami penurunan, namun nilai N-total, P-tersedia, K-exch dan Ca-exch meningkat oleh perlakuan yang diberikan. Perbaikan sifat kimia tanah ini ternyata menghasilkan respon tanaman yang sangat berbeda. Peningkatan P-tersedia pada perlakuan *Trichoderma* sp. dan Orgadec ternyata menghasilkan respon tanaman yang sangat berbeda. Tanaman pada perlakuan *Trichoderma* sp. mengalami peningkatan pertumbuhan, namun pada perlakuan Orgadec justru pertumbuhannya tertekan. Ada beberapa penyebab yang memungkinkan bioaktivator Orgadec menekan pertumbuhan. Mikroorganisme yang terdapat pada Orgadec ternyata merupakan mikroorganisme yang tidak sesuai pada lingkungan gambut yang masam sehingga mikroorganisme mati. Dugaan lain adalah kemungkinan mikroorganisme yang ada dalam bioaktivator ini justru meningkatkan serapan zat-zat toksik yang terkandung dalam tanah gambut. Dapat dikatakan perbaikan respon tanaman yang mendapat perlakuan *Trichoderma* sp. mungkin dipengaruhi oleh efek lain dari perlakuan ini yang belum terdeteksi pada hasil penelitian ini.

Tabel (Table) 2. Rataan hasil analisis sifat kimia tanah gambut sebelum dan setelah diberikan perlakuan bioaktivator (8 minggu setelah tanam) (*Average of peat condition after treated with bioactivator*)

Parameter (Parameters)	Kondisi awal (Initial soil condition)	Kondisi akhir (Final soil condition) / Kode perlakuan (Treatment code)						
		A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
pH	5,02	5,10	4,92	5,16	5,00	4,88	5,15	5,07
C-organik (%)	26,01	31,20	22,62	24,96	23,40	28,86	21,84	30,42
N-Total (%)	0,83	0,70	0,58	0,95	0,81	0,66	0,76	0,74
C\N (%)	31,34	39,49	39,00	26,27	28,89	43,73	28,74	41,11
P-tersedia*	15,33	96,78	143,93	185,16	42,35	15,67	205,64	34,26
K-exch (me/100g)	0,22	0,56	0,75	0,75	0,66	0,69	0,67	0,65
Ca-exch (me/100g)	0,38	5,27	7,63	9,11	2,68	0,46	5,63	7,23

Keterangan (Notes): A₀ = Tanpa perlakuan; A₁ = *Trichoderma* sp.; A₂ = Orgadec; A₃ = EM₄; A₄ = MOD-71; A₅ = Supernasa; A₆ = Puja-168; * = Bray II (ppm)

Bioaktivator mempengaruhi peningkatan atau penurunan sifat kimia tanah. Pada perlakuan *Trichoderma* sp. yang parameter pertumbuhannya paling baik ternyata dilihat dari sifat tanahnya juga berubah. Dibandingkan dengan kontrol nilai persen C-organiknya menurun, namun dengan menurunnya nilai N-tanah mengakibatkan nilai C/N cenderung tidak mengalami banyak penurunan. Namun terlihat bahwa dengan penurunan nilai persen C-organik menunjukkan terjadi dekomposisi bahan gambut sehingga nilai P-dd, K-exch dan Ca-exch yang terlarut dalam tanah mengalami peningkatan. Ini berarti unsur-unsur yang berada dalam bentuk yang dapat diserap tanaman di dalam larutan tanah menjadi lebih banyak dibandingkan dengan kontrol (A₀). Hal ini menyebabkan tanaman memperoleh nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan normal tanaman.

Pada perlakuan-perlakuan bioaktivator lain diperoleh hasil penurunan nilai persen C-organik yang diikuti oleh peningkatan nilai -dd, K-exch dan Ca-exch yang terlarut dalam tanah. Ini berarti seharusnya tanaman juga memperoleh nutrisi yang cukup tersedia. Namun penampilan tanaman yang diberi perlakuan-perlakuan ini jauh lebih rendah dibandingkan performa tanaman yang diberi perlakuan *Trichoderma* sp. Diduga ada peran lain dari *Trichoderma* sp. yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman yang normal. Selain sebagai dekomposer, *Trichoderma* sp. diduga juga berperan sebagai filter yang mampu menyaring dan menghambat toksik-toksik dalam bahan gambut untuk tidak masuk ke tubuh tanaman, sehingga hanya unsur-unsur hara yang dibutuhkan saja yang dapat diserap tanaman. Berbeda dengan perlakuan-perlakuan lainnya, walaupun bahan gambut

terdekomposisi, namun karena kurangnya daya saring dari bioaktivator perlakuan, menyebabkan unsur-unsur toksik juga terserap dalam tubuh tanaman yang mengakibatkan tanaman teracuni. Akibatnya penampilan pertumbuhan tanaman menjadi tertekan.

Menurut Utomo (2008) tidak semua mikroorganisme dapat hidup dengan baik pada kondisi kemasaman tanah yang tinggi. Mikroorganisme tanah memiliki batas-batas hidup yang berbeda sesuai dengan kondisi lingkungannya. Ada yang mampu hidup dan berkembang pada kemasaman yang tinggi, namun tidak sedikit yang tertekan pada kondisi ini. Menurut Syahnen (2006) *Trichoderma* sp. menyukai kondisi lingkungan yang masam, yakni pH 3,5 - 5,5. Dalam kisaran pH tersebut keadaan tanah yang bersifat asam akan merangsang fungsi ini membentuk suatu antibiotik yang dapat menekan perkembangan pathogen. Pada kondisi basa atau netral penambahan sulfur bahkan mampu meningkatkan perkembangan mikroorganisme ini. Peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tentunya membutuhkan energi yang diperoleh dari nutrisi yang ada di sekitarnya. Hasil perombakan selanjutnya akan dilepaskan ke larutan tanah berupa hara yang dapat diserap perakaran tanaman. Di samping itu *Trichoderma* sp. memiliki sifat anti pathogen, sehingga pathogen-pathogen tertentu yang merugikan tanaman dapat dihambat pertumbuhannya. Respon selanjutnya adalah perakaran menjadi tumbuh lebih baik karena perbaikan kondisi di rhizosfer yang semakin baik. Selain itu diduga ada pengaruh positif *Trichoderma* sp. lainnya yang pada penelitian ini belum terdeteksi.

Bioaktivator lainnya seperti Supernasa, Puja-168, EM₄, dan MOD-71 menghasilkan

respon tanaman yang tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Ini berarti bioaktivator ini tidak berkerja optimal seperti sebagaimana halnya yang diharapkan. Kondisi lingkungan perakaran di tanah gambut yang ekstrim akibat pH tanah yang rendah, berkisar 4,88 - 5,16 (dapat dilihat pada Tabel 2) mengakibatkan mikro-organisme dekomposer yang ada dalam bahan bioaktivator tersebut tidak dapat tumbuh dan berkembang, akibatnya peran yang seharusnya mendekomposisi bahan organik dari tanah gambut, berubah pada peningkatan adaptasi mikroorganisme untuk dapat bertahan hidup pada lingkungan ekstrim tersebut. Kondisi ini berdampak pada pertumbuhan tanaman menjadi tertekan.

Tidak semua bioaktivator dapat berlaku umum berperan positif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, misalnya pada aplikasi Orgadec yang berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan bibit jati putih (Tabel 1). Diduga bioaktivator Orgadec menghasilkan kondisi tanah dan perakaran yang mempercepat penyerapan zat-zat toksik oleh perakaran tanaman sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terhambat.

IV. KESIMPULAN

1. Bioaktivator *Trichoderma* sp. meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman *Gmelina arborea* pada media gambut sebesar 39,44%, diameter batang 3,12%, dan luas daun 852,63% dibandingkan kontrol.
2. Bioaktivator *Trichoderma* sp., Orgadec, Mikroorganisme Efektif (EM₄), MOD-71, Supernasa, dan Puja-168 menurunkan C-organik tanah dan meningkatkan P-dd, K-exch, dan Ca-exch yang terlarut dalam tanah, namun perbaikan sifat kimia tanah sebagai

akibat pemberian bioaktivator ternyata hanya bioaktivator *Trichoderma* sp. yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasution, S. A. 2008. Pertumbuhan Tanaman Jarak Pagar (*Jathropa curcas* L.) Menggunakan Beberapa Jenis Bahan Organik dan Taraf Mikoriza di Lahan Kritis Padang Bolak Kabupaten Tapanuli Selatan. [Skripsi]: Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Sianturi, S. 2007. Penggunaan Bahan Organik untuk Meningkatkan Pertumbuhan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) di Lahan Marginal Padang Bolak Tapanuli Selatan. [Skripsi]: Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Supriadi. 1998. Manual Persemaian ATA 267. Balai Teknologi Reboisasi. Departemen Kehutanan.
- Syahnen. 2006. Pedoman Eksplorasi, Perbanyakan dan Penggunaan Jamur *Trichoderma*. Balai Pengembangan Proteksi Tanaman Perkebunan Sumatera Utara. Medan.
- Utomo, B. 2008. Potensi Bahan Organik dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Marginal. *Jurnal Vegetasi* 4(2):11-15.
- Wahyunto., S. R. Suparto. dan H. Subagyo. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan 2004. Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor.