

KEMAMPUAN EMPAT JENIS TANAMAN DALAM MENYERAP CEMARAN MERKURI DI MEDIA TAILING

The Ability Of Four Variety of Plant In Absorb Mercury Contamination in Tailings

Linda Mardekawati, Burhanudin, Iswan Dewantara

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jln Imam Bonjol Pontianak 78124

Email : lindamardekawati@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the level of absorption mercury contamination in plants and would like to know which plants are best at absorbing mercury contamination in tailings. plants used were Casuarina junghuniana, Cinnamomum porrectum (Roxb.), Melastoma affine and Dillenia suffruticosa Griff ex Hook. This study uses RCD (randomized completely design) with 8 treatments on plants and each treatment was repeated 5 times. The analysis showed that the Casuarina junghuniana, Cinnamomum porrectum (Roxb.), Melastoma affine and Dillenia suffruticosa Griff ex Hook has the ability to absorb mercury contamination in tailing and the tolerance to mercury contamination. The results showed that the higher the growth rate, the higher the mercury is absorbed in plant tissues. The best types of plants to absorb mercury contamination is Melastoma affine and Dillenia suffruticosa Griff ex Hook because this plant is a plant that tolerance and is a pioneer plant that can grow in soil that has a low nutrient content, has rapid growth and are able to grow in the open and logged over . The analysis showed that the levels of mercury in the tissues of plants and media higher than 0.02 ppm. However, the levels of mercury in the media on the treatment of P₃, P₅, P₆, and P₇ contains mercury <0.02 ppm.

Keywords : *Casuarina junghuniana, Cinnamomum porrectum (Roxb.), Melastoma affine and Dillenia suffruticosa Griff ex Hook, Phytoremediation and Tailings.*

PENDAHULUAN

Saat ini fenomena kerusakan lingkungan terjadi di seluruh sektor, salah satunya adalah sektor pertambangan. Pertambangan sebagai industri yang mempunyai resiko lingkungan yang tinggi selalu mendapatkan perhatian khusus oleh publik. Salah satu masalah yang sampai saat ini masih menjadi pekerjaan rumah bagi Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral (DESDM) adalah maraknya kegiatan pertambangan tanpa ijin (PETI). Lingkungan yang telah rusak dan tercemar itu harus segera ditanggulangi.

Metode yang digunakan dalam menanggulangi pencemaran yang ter-

jadi adalah penerapan metode bioremediasi di atas permukaan tanah (*ex situ*) dan di dalam tanah (*in situ*). Bioremediasi dapat dilakukan dengan pola fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan proses penurunan kadar polutan tanah dengan menggunakan tanaman sebagai indikator dalam menemukan polutan (Baker *et al.*1984 sebagaimana dikutip oleh Widyati, 2004). Salah satu cara pemulihan lingkungan yang tercemar oleh logam berat dengan metode fitoremediasi. Pemilihan jenis tanaman yang adaptif dan perbaikan fisik lahan melalui penambahan *top soil* maupun bahan organik di sekitar perakaran tanaman merupakan upaya dalam kegiatan

fitoremediasi. Menurut Mangkoe-dihardjo (2005), bahwa fitoremediasi (*phytoremediation*) merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu secara sendiri atau bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media tanam, dapat mengubah zat kontaminan menjadi kurang atau tidak berbahaya. Tanaman yang digunakan dalam fitoremediasi adalah tanaman hiperakumulator yang mentranslokasikan unsur pencemar seperti merkuri dengan konsentrasi sangat tinggi ke jaringan dan tanpa membuat tanaman tumbuh dengan tidak normal (kerdil dan mengalami fitoksisitas).

Berdasarkan penelitian Lisnawati (2006) di areal riparian sekitar penambangan emas kecamatan Mandor Kabupaten Landak terdapat beberapa jenis tanaman pioner yang dapat mengakumulasi merkuri yaitu tanaman cengkodok (*Melastoma affine*) dengan kandungan merkuri sebesar $<0,001$ mg/kg dan simpur (*Dillenia pentagyna* ROXB) dengan kandungan merkuri sebesar 0,298 mg/kg. Tanaman lain seperti cemara gunung dan medang dimungkinkan juga dapat digunakan dalam upaya fitoremediasi di bekas areal penambangan. Tanaman cemara gunung, medang cengkodok dan simpur air mampu tumbuh dikawasan sekitar areal penambangan emas yang diduga tercemar merkuri. Namun belum diketahui kemampuan tanaman tersebut dalam menyerap cemaran merkuri serta jenis tanaman mana yang mampu menyerap cemaran merkuri paling baik.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Konservasi Ex-situ dan Pengembangan Angrek Alam Lembaga Penelitian Universitas Tanjungpura. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan tanaman yaitu cemara gunung (P_1), MEDANG (P_2), cengkodok (P_3), simpur air (P_4), cemara gunung dan medang (P_5), cengkodok dan simpur air (P_6), cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air (P_7), control tanpa vegetasi (P_8). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali serta diberi konsentrasi $HgCl_2$ 20 ppm untuk setiap perlakuan kecuali kontrol. Adapun bahan yang digunakan antara lain bibit cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air, media *tailing* yang dicampur kompos (1:1), larutan $HgCl_2$ 20 ppm, dan *aquadest*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain polibeg berdiameter 30cm, Thermo-Hygrometer, kertas label, ember, bak, *hand sprayer*, caliper, penggaris, *table tally sheet*, alat tulis, kamera dan alat penunjang lainnya.

Data yang diperoleh berupa tinggi, diameter, berat kering akar dan pucuk dianalisis dengan analisis sidik ragam (uji F) menggunakan program SAS.13. Jika terdapat perbedaan nyata pada uji F dengan taraf 5%, maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan perlakuan terbaik. Kandungan merkuri pada akar, daun dan media tanam diperoleh berdasarkan hasil analisis Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Pontianak

dengan menggunakan alat *Atomic Absorbtion Spectometry*. Metode analisis yang dilakukan berdasarkan SNI 06-6992.2-2004. Data yang diperoleh selanjutnya rasio pucuk akar,

dan analisis unsur hara makro, serapan N dan P, faktor biokonsentrasi, faktor translokasi dan indeks toleransi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rekapitulasi Analisis Ragam Pertumbuhan Tanaman (*Recapitulation Variety Analysis of Plant Growth*)

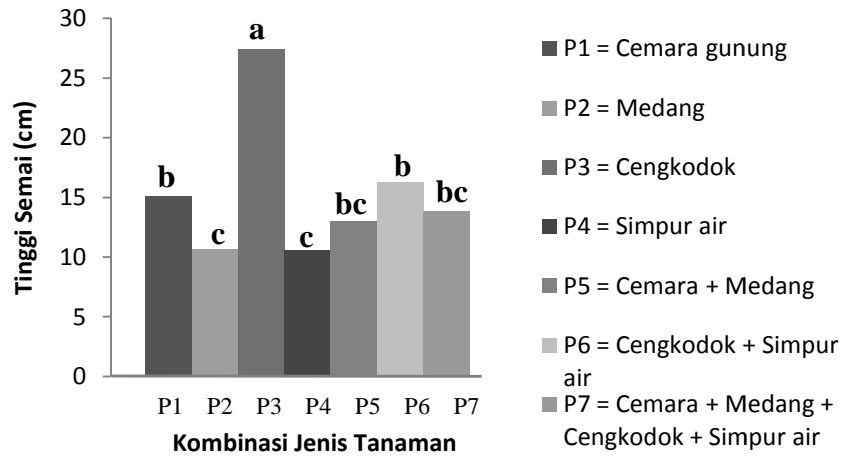
Perlakuan	Rerata Tinggi (cm)	Rerata Diameter (mm)	Bobot Kering Akar (g/tan)	Bobot Kering Pucuk (g/tan)
P ₁	15,1	2	0,26	0,72
P ₂	10,7	2,5	0,12	0,36
P ₃	27,4	2,9	0,48	0,62
P ₄	10,6	3,2	0,48	0,94
P ₅	13	2,2	0,07	0,45
P ₆	16,3	3,25	0,7	0,66
P ₇	13,856	2,7	0,184	0,412
F hitung	17,12 ^{**}	12,29 ^{**}	2,25 ^{tn}	1,98 ^{tn}

Keterangan : ** = Sangat nyata
 * = nyata
 tn = Tidak nyata

Hasil analisis sidik ragam untuk tinggi akhir tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Hal ini dapat terjadi karena respons pertumbuhan yang diberikan tanaman cemara gunung, medang,

cengkodok dan simpur air terhadap kadar merkuri dalam media tanam berbeda-beda. Untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan pengaruh yang baik maka dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada Gambar 1

Gambar 1. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Tinggi Tanaman (cm) Berdasarkan Perbedaan Perlakuan Tanaman . (*Least Significant Difference Test (LSD) Height growth (cm) Based Differences of Treatment Plants*)



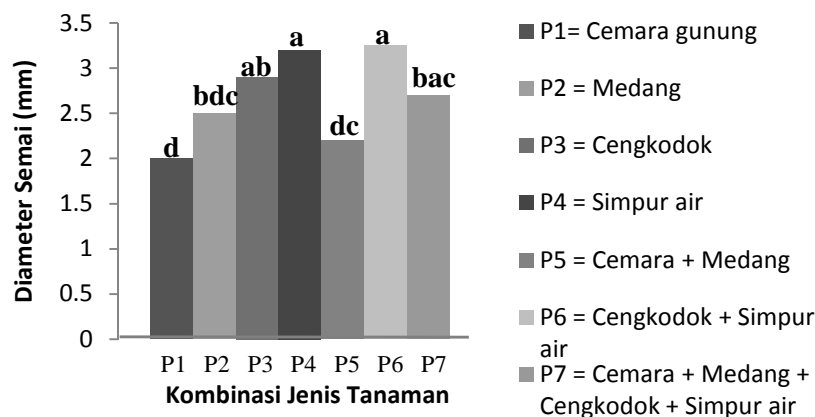
Keterangan : huruf yang sama pada histogram tidak berbeda nyata.

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa perlakuan kombinasi jenis tanaman, menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap parameter tinggi tanaman. Jenis tanaman cengkodok (P₃) menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan semua perlakuan yang lain. Terjadi peningkatan pertumbuhan tinggi cengkodok (P₃) sebesar 44,89% dibanding cemara (P₁), 60,94% dibanding medang (P₂), 61,31% dibanding simpurn air (P₄) , 52,55% dibanding kombinasi cemara gunung dan medang (P₅), 40,51% dibanding kombinasi cengkodok dan simpurn air (P₆) dan 49,43% dibanding kombinasi cemara gunung, medang, cengkodok, dan simpurn air (P₇). Perlakuan jenis tanaman cemara (P₁) dan kombinasi tanaman cengkodok dan simpurn air (P₆) menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap perlakuan tanaman medang (P₂) dan simpurn air (P₄). Peningkatan

pertumbuhan tinggi cemara sebesar 29,14% dibanding medang (P₂) dan 29,80% dibanding simpurn air (P₄). Peningkatan pertumbuhan tinggi kombinasi tanaman cengkodok dan simpurn air (P₆) sebesar 34,36% dibanding medang (P₂) dan 34,97% dibanding simpurn air (P₄). Perlakuan tanaman cengkodok (P₃) menunjukkan perbedaan yang lebih baik dalam meningkatkan tinggi tanaman karena tanaman cengkodok merupakan tumbuhan semak yang adaptif, tumbuh dengan cepat, dan mampu tumbuh di tempat agak terbuka.

Hasil analisis sidik ragam untuk diameter akhir tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpurn air menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata, sehingga perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada Gambar 2.

Gambar 2. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Diameter Tanaman (mm) Berdasarkan Perbedaan Perlakuan Tanaman. (*Least Significant Difference Test (LSD) Diameter (mm) Based Differences of Treatment Plants*)



Keterangan : huruf yang sama pada histogram tidak berbeda nyata.

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa perlakuan kombinasi jenis tanaman, menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap parameter diameter tanaman. Tanaman simpurn air (P_4) dan kombinasi tanaman cengkodok dan simpurn air (P_6) menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap perlakuan (P_1), (P_2) dan (P_5). Terjadi peningkatan pertumbuhan diameter simpurn air (P_4) sebesar 37,5% dibanding cemara (P_1). Peningkatan pertumbuhan diameter dari kombinasi cengkodok dan simpurn air (P_6) sebesar 38,46% dibanding cemara (P_1) dan 32,31% dibanding kombinasi cemara dan medang. Jenis tanaman simpurn air yang di tanam individu maupun dikombinasikan dengan cengkodok menunjukkan perbedaan yang lebih baik dalam meningkatkan diameter tanaman. Tanaman simpurn air

merupakan tanaman pioner yang banyak ditemukan di hutan-hutan yang telah ditebangi, sehingga simpurn air termasuk tanaman adaptif dan mampu tumbuh di tempat terbuka.

Hasil analisis N dan P yang dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian UNTAN menunjukkan bahwa kadar N dan P yang tersimpan pada tanaman berkisar antara 0-1%. Hal ini mengindikasikan bahwa media yang tercemar merkuri memiliki unsur hara N dan P yang sangat kecil. Rendahnya unsur hara N dan P dapat dilihat juga dari kadar N dan P yang terserap di jaringan tanaman seluruhnya < 1 artinya serapan N dan P yang terjadi pada tanaman sangat kecil.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Rerata Rasio Pucuk Akar, Kandungan Merkuri (Hg), Faktor Biokonsentrasi, Faktor Translokasi, dan Indeks Toleransi (*Recapitulation of Results The mean of shoot-root ratio, Mercury Content (Hg), Bioconcentration Factor, Translocation Factor and Tolerance Index*)

Perlakuan	Rerata Rasio Pucuk Akar	Kandungan Merkuri (Hg) (ppm)			Faktor Biokonsentrasi (ppm)		Faktor Translokasi (ppm)	Indeks Toleransi (%)
		Akar	Tajuk	Media	Akar	Tajuk		
P ₁	Normal	0,2	0,2	1,46	0,1369	0,1369	1	233,33
P ₂	Tidak Normal	0,2	0,2	1,44	0,1389	0,1389	1	100
P ₃	Normal	1,2	0,2	<0,002	600	100	0,1667	119,57
P ₄	Normal	1	0,2	0,278	35,971	0,7194	0,2	94,67
P ₅	Tidak Normal	0,2	0,2	<0,002	100	100	1	120,93
P ₆	Tidak Normal	1,25	0,2	<0,002	625	100	0,16	261,54
P ₇	Normal	0,925	0,2	<0,002	462,5	100	0,2162	135,45
P ₈	-	-	-	0,758	-	-	-	-

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rasio pucuk akar diantara 0,9:1 sampai 6,4:1. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman cemara gunung, medang, cengkodok, dan simpur air tumbuh normal dan ada tanaman yang tidak normal. Tanaman yang menunjukkan tanaman tidak normal atau mengalami keracunan yaitu perlakuan P₂ medang yang di tanam individu dengan rasio pucuk akar 3,0:1, P₅ kombinasi tanaman cemara gunung dan medang dengan rasio pucuk akar 6,4:1, P₆ kombinasi tanaman cengkodok dan simpur air dengan rasio pucuk akar 0,9:1. Menurut Supriyanto (1999), perkembangan yang seimbang antara bagian pucuk tanaman dan akar menunjukkan pertumbuhan yang baik.

Analisis dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Pontianak dengan pada perlakuan lebih besar di akar P₃ (1,2 ppm), P₄ (1 ppm) dan P₆ (1,25 ppm). Kadar merkuri pada pucuk

tanaman relative sama untuk semua perlakuan yaitu 0,2 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air merupakan tumbuhan akumulator merkuri, karena mampu menyerap logam merkuri yang di simpan di akar maupun di pucuk dengan kandungan merkurnya sangat tinggi di akar dan di pucuk lebih rendah dan relatif sama untuk semua perlakuan. Seperti halnya yang disimpulkan oleh Rugh (2000), merkuri dapat diserap oleh tumbuhan dan kemudian menguap melalui daun dalam bentuk Hg⁰. Sebagian tumbuhan mengakumulasi merkuri lebih banyak terdapat di bagian akar daripada di bagian atas tumbuhan, artinya ada kemungkinan merkuri terserap dari tanah melalui akar atau xylem kemudian mengendap di dalam akar tumbuhan.

Logam berat termasuk merkuri yang ada dalam tanah tidak baik untuk pertumbuhan tanaman. Pada kondisi tercemar, secara umum logam berat

yang diangkut terbatas hanya sampai pada akar tanaman. Kemungkinan hal ini terjadi karena beberapa mekanisme tidak dikenal yang mencegah pemuatan logam ke dalam xylem secara berlebih, yaitu mekanisme dari pengikat logam spesifik di dalam akar untuk melindungi tanaman dari konsentrasi logam yang tinggi. (Liao et al., 2000 dalam Reichman, 2000).

Perhitungan faktor biokonsentrasi dilakukan untuk mengetahui di bagian mana yang terdapat kandungan merkuri apakah di jaringan tanaman atau di media. Berdasarkan hasil perhitungan faktor biokonsentrasi tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air terhadap merkuri yang ditampilkan pada Tabel 10 menunjukkan bahwa P_1 cemara gunung dan P_2 medang akumulasi merkuri lebih besar di media dengan $FB < 1$. Sedangkan P_3 , P_4 , P_5 , P_6 , P_7 akumulasi merkuri lebih besar di jaringan tanaman daripada di media dengan $FB > 1$. Terlihat pada Tabel 8, hasil FT yang dihasilkan < 1 (P_3 , P_4 , P_6 , dan P_7), serta nilai $FT = 1$ (P_1 , P_2 dan P_5). Nilai $FT < 1$ mengindikasikan bahwa translokasi internal merkuri lebih besar ke bagian akar tanaman dibandingkan dengan bagian pucuk tanaman dan sebaliknya.

Hal ini membuktikan bahwa tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air yang diberi perlakuan kombinasi jenis tanaman dapat digunakan sebagai tanaman fitoremediasi khususnya pada proses rizofiltrasi yaitu proses pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel di akar, dan proses fitostabilisasi yaitu penempelan zat kontaminan pada akar

yang tidak mungkin diserap ke dalam batang tumbuhan. Zat – zat tersebut menempel erat pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media (Abdul G.Khan, 2005). Sedangkan dalam proses fitoekstraksi dimana logam berat diserap oleh akar tanaman dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan.

Tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air merupakan tanaman yang mempunyai tingkat toleransi tinggi terhadap Hg. Hal ini ditunjukkan oleh nilai indeks toleransi tanaman pada masing-masing perlakuan menunjukkan nilai $> 50\%$. Menurut Rabie (2005), apabila nilai $IT > 50\%$ maka ini mengindikasikan bahwa tanaman tersebut mempunyai tingkat toleransi yang tinggi.

Adanya kecenderungan akumulasi merkuri di akar yang lebih tinggi dari pada di daun disebabkan karena akar merupakan organ tanaman yang berfungsi menyerap unsur hara dari media tanam dan sekaligus organ yang kontak langsung dengan media tanam. Hasil serapan yang diperoleh berupa unsur merkuri untuk kemudian ditranslokasikan ke bagian organ lain, dalam hal ini adalah daun. Menurut Fitter (1982) dalam Arisandi (2001), bahwa tumbuhan mampu untuk menyerap ion-ion dari lingkungannya melalui dua sifat penyerapan ion, yaitu faktor konsentrasi (kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu) dan perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan.

Proses fitoremediasi tergantung pada bahan pencemar yang akan dikendalikan, berupa bahan organik atau anorganik. Menurut Abdul G. Khan (2005) fitoremediasi terbagi menjadi 5 kategori yaitu fitoekstraksi, fitodegradasi, fitostabilisasi, rizofiltrasi dan fitovolatilisasi

Mekanisme yang mungkin terjadi ketika tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air mengakumulasi merkuri ke dalam jaringannya adalah mekanisme rizofiltrasi dan fitoekstraksi. Mekanisme ini terjadi ketika akar tumbuhan mengabsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar, yang selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan melalui pembuluh xylem. Proses ini cocok digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik seperti logam-logam berat (Erakhrumen & Agbontalor, 2007).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tanaman cemara gunung, medang, cengkodok dan simpur air merupakan tanaman yang memiliki kemampuan dalam menyerap cemaran merkuri dan toleran terhadap cemaran merkuri serta memiliki pertumbuhan yang baik sehingga dapat digunakan sebagai tanaman fitoremediasi. Tanaman cengkodok dan simpur memiliki tingkat penyerapan paling tinggi dari pada jenis pohon cemara gunung dan medang. Jenis tanaman cengkodok dan simpur air memiliki pertumbuhan yang cepat serta penyerapan merkuri yang tinggi dibanding jenis cemara gunung dan medang. Sehingga tanaman cengkodok dan simpur air merupakan jenis yang

paling baik dalam menyerap cemaran merkuri di media *tailing*.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh kombinasi jenis tanaman terhadap pertumbuhan tanaman cemara gunung, medang, cengkodok, dan simpur air di lokasi pertambangan emas Mandor. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengetahui berapa besar kemampuan tanaman cemara gunung, medang, cengkodok, dan simpur air dalam menyerap kandungan merkuri dengan menggunakan tiga kombinasi tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir. Wiwik Ekyastuti, M.Si yang telah memberikan bantuan finansial, support, saran dan bimbingan kepada saya dalam menyelesaikan penelitian ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Burhanudin, MP dan Bapak Ir. Iswan Dewantara untuk semua arahan dan bimbingan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, P. 2001. Mangrove Jenis Api-api (*Avicennia marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir, Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah, (Online), (diakses 11 Desember 2012).
- Erakhrumen dan Agbontalor, A. 2007. *Phytoremediation: An Environmentally Sound Technology for Pollution Prevention, Control and Remediation in Developing Countries, Educational*

Research and Review, (Online), Vol. 2 (7), (diakses 11 Desember 2012).

- Khan AG. 2005 . *Rule of Soil Microbes in the Rhizospheres of Plants Growing on Trace Metal Contaminated Soils in Phytoremediation*. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.
- Lisnawati, N. 2006 . *Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Vegetasi dan Tanah Di Areal Riparian Sekitar Penambangan Emas Kecamatan Mandor Kabupaten Landak*. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Mangkoedihardjo, S. 2005. *Fitoteknologi dan Ektoteknologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah, Seminar Nasional Teknologi Lingkungan III ITS (Online)* (<http://www.its.ac.id/personal/files/pub/170-sarwoko-enviroseminar%20sampah%20TL.pdf>). (diakses 11 Desember 2012).
- Rabie, H.G. 2005 . *Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungus to Red Kidney and Wheat Plants Tolerance Grow in Heavy Metal Polluted Soil*, Africah Journal Biotechnology vol.4(4).
- Reichman SM. 2002 . *The Responses of Plants to Metal Toxicity: A Review Focusing on Copper, Manganese and Zinc*. The Australian Minerals Energy Environment Foundation Published as Orcasional Paper No.14
- Rugh CL, Bizily SP, Meagher. 2000. *Phytoreduction of Enviromental Merkuri Pollution*, (di dalam) Raski, I., dan Ensley, B. D (penyunting), *Phytoreduction of Toxic Metal Using Plants to Clean Up The Enviroment*. New York: Wiley Interscience Publication, Jhon Wiley and Sons.Inc
- Supriyanto. 1999. The effectiveness of some ectomycorrhizal fungi in alginate beads in promoting the growth of several Dipterocarp seedlings. *Biotropika* 12: 59-77.
- Widyati, E. 2004. *Tinjauan Tentang Peranan Mikroba Tanah Dalam Remediasi Lahan Terdegradasi*. Tesis Program Pascasarjana IPB, Bogor.