

Efek Pemberian EDTA dan Macam Bahan Organik Terhadap Penyerapan Logam Berat Pb (Timbal) Pada Tanaman Hanjuang (*Cordyline frucosa* L.)

Effects of Application of EDTA and Various Organic Matters on Absorption of Heavy Metal Pb (Lead) on CordylinefrucosaL Plant.

Ike Melinda Putri^{*}, Anis Rosyidah¹ dan Nurhidayati²

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

^{*}Korespondensi : (ikemelindaputri05@gmail.com)

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of EDTA and various types of organic matter on the content of extracted heavy metals Pb in soil, roots and shoot of *Cordylinefrucosa* L., and growth of *Cordylinefrucosa*L. This research is a pot experiment conducted at the greenhouse and laboratory of the Agriculture Faculty, University of IslamMalang, which started in August to November 2018. This experiment used a factorial randomized block design (RBD) consisted of two factors. The first factor was EDTA application which consisted of two levels, namely: E0: Without EDTA, E1: Added EDTA and the second factor was the type of organic material which consisted of three levels, namely: M0: Without organic matter, M1: Chicken manure, and M2: *Thitoniadiversifolia* L Each treatment was repeated 3 times with 3 plant samples. Thus, there were 54 pots of hanjuang plant. The results showed that application of EDTA and organic matter gave more residual Pb heavy metals than control, where the highest Pb heavy metal content was found in the treatment of E1M2 (EDTA + *Tithoniadiversifolia* L.). This is caused by the phytostabilization process. The E1M2 treatment (EDTA + chicken manure) tends to have the highest Pb concentration in roots and shoot of 0.393 ppm and 0.215 ppm. Increasing the concentration of Pb in the shoot had a negative effect on the growth of *Cordylinefrucosa* L. plants.

Keywords: *EDTA, organic matter, lead metal, absorption*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemberian EDTA dan macam bahan organik terhadap kandungan logam berat Timbal (Pb) terekstrak dalam tanah, akar dan tajuk tanaman hanjuang (*Cordyline frucosa* L.), serta pertumbuhan tanaman hanjuang (*Cordyline frucosa* L.). Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilakukan di *Greenhouse* Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang dan Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang, yang dimulai pada bulan Agustus hingga November 2018. Percobaan ini menggunakan

rancangan acak kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama pemberian EDTA terdiri dari dua level, yaitu : E0: Tanpa EDTA, E1: Ditambah EDTA dan faktor kedua macam bahan organik terdiri dari 3 level, yaitu : M0 : Tanpa bahan organik, M1 : Kotoran ayam, dan M2 : *Thitonia diversifolia* L. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan 3 sampel tanaman sehingga diperoleh 54 pot tanaman hanjuang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EDTA dan bahan organik menyisakan logam berat Pb yang lebih banyak daripada kontrol, dimana kandungan logam berat Pb tertinggi ditemukan pada perlakuan E1M2 (EDTA + *Tithonia diversifolia* L.). Hal ini disebabkan oleh proses fitostabilisasi. Perlakuan E1M2 (EDTA + kotoran ayam) cenderung memiliki konsentrasi Pb tertinggi di dalam akar dan tajuk sebesar 0,393 ppm dan 0,215 ppm. Peningkatan konsentrasi Pb dalam tajuk memberikan efek negatif terhadap pertumbuhan tanaman hanjuang.

Kata kunci : EDTA, bahan organik, logam timbal Pb, penyerapan

PENDAHULUAN

Logam berat secara alamiah akan terus-menerus berada di alam karena tidak mengalami transformasi sehingga menyimpan potensi racun. Logam berat juga tidak dapat didegradasi oleh tubuh makhluk hidup walaupun dalam konsentrasi yang rendah serta dapat terakumulasi dalam jangka waktu tertentu (Buhani, 2007). Beberapa logam berat yang umum mencemari habitat adalah: Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Nikel (Ni) dan Seng (Zn).

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat terjadi melalui tiga proses, yaitu: penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut. (Misbachul M. 2010). Keberhasilan fitoremediasi sangat dipengaruhi oleh toleransi tanaman terhadap logam berat, kemampuan metabolisme dan imobilisasinya, dan besar biomassa tanaman untuk meremediasi logam berat dalam tanah (Sunitha dkk., 2013). Tanaman Hanjuang (*Cordyline frucosa* L.) adalah salah satu jenis tanaman hias yang memiliki kemampuan menyerap logam Pb di dalam tanah. Hanjuang memiliki respon pertumbuhan yang baik terhadap bahan pencemar Pb karena memiliki kemampuan dalam menyerap Pb tanpa mempengaruhi pertumbuhannya (Haryanti *et al.*, 2013).

Akumulasi logam pada tanaman selain dipengaruhi oleh faktor tanaman juga dipengaruhi oleh sifat unsur logam, faktor tanah dan bahan organik. Untuk meningkatkan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam berat dari akar ke tanaman diperlukan pengkhelat (Farid *et al.*, 2013). Ada beberapa pengkhelat yang dapat berfungsi meningkatkan kemampuan tanaman mengakumulasi Pb antara lain EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid), DTPA (Diethylene Triamine Penta Acetic Acid), HEDTA (Hydroxy Ethylene Diamine Tri Acetic

Acid), dll). (Huang *et al*, 1997).). Penelitian ini menggunakan EDTA. EDTA adalah asam kompleks, berupa asam karbositat poliamino yang dapat digunakan sebagai agensia pengkheletat atau ligan beberapa ion atau unsur logam. Kompleks EDTA sebagai agen khelating ini bersifat stabil dengan ion logam yang terdapat di dalam tanah, sehingga akan meningkatkan kelarutan logam dan memudahkan akar tanaman dalam menyerap logam berat. Penambahan EDTA akan meningkatkan translokasi logam dari akar ke tajuk tanaman (Chen *et al.*, 2001).

Untuk mengurangi bahaya dari tanah yang terkontaminasi Pb dapat dilakukan dengan menggunakan bahan amandemen tanah yang dapat mereduksi ketersediaan Pb dalam tanah. Proses ini dikenal dengan Phytostabilization/Fitostabilisasi. Proses ini dapat dilakukan dengan aplikasi bahan organik dalam tanah. Penambahan bahan organik akan meningkatkan fraksi humat tanah yang dapat mengikat logam berat. (Tan, 1991; Huang *et al.*1997). Berdasarkan informasi diatas perlu dilakukan penelitian tentang efektifitas penambahan EDTA dan macam bahan organik dalam mengatasi pencemaran Pb di lahan pertanian dengan menggunakan tanaman hanjuang (*Cordyline Frruicosa L.*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang dengan ketinggian tempat 540 meter di atas permukaan laut dan suhu 21 °C – 30 °C. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus -November 2018.

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 faktor . Faktor pertama pemberian EDTA terdiri dari 2 level, yaitu : (Eo : Tanpa EDTA), (E1 : Ditambah EDTA) dan factor kedua macam bahan organik terdiri dari 3 level, yaitu : (M0 : Tanpa bahan organik), (M1 : Kotoran ayam), (M2 : *Thitonia diversifolia L.*). Masing-masing perlakuan dalam satu ulangan terdiri atas 3 sampel tanaman. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan 3 sampel tanaman sehingga diperoleh 54 pot tanaman hanjuang.

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pasir (4:1) sebanyak 5 kg. Selanjutnya media tersebut ditambahkan bahan organik kotoran ayam dan *Thitonia difersifolia L.* sesuai perlakuan. Masing – masing perlakuan ditambahkan sebanyak 20 ton ha⁻¹ atau setara dengan 50 gram per polybag. Bahan organik yang telah dicampurkan dengan media tanaman ke polybag diinkubasi selama 3 minggu. Timbal di aplikasikan 1 minggu setelah aplikasi bahan organik, dengan konsentrasi 350 mg/kg tanah (1,75 gram/polybag, EDTA ditambahkan pada media tanam dengan dosis 1 gram/kg tanah (Liphadzi dkk, 2003). EDTA diaplikasikan 1 minggu setelah aplikasi Pb, dengan cara dicampur secara merata dengan media

yang sudah disiapkan. Selanjutnya dilakukan penanaman tanaman indikator hanjuang pada 3 minggu setelah inkubasi bahan organik. Tanaman indikator yang digunakan adalah tanaman hanjuang berumur 3 bulan dengan jumlah daun 6-7 helai dan tinggi tanaman berkisar 19 cm sampai dengan 21 cm. Penanaman dilakukan setelah inkubasi bahan organik selama 3 minggu, inkubasi logam timbal Pb selama 2 minggu dan inkubasi EDTA selama 1 minggu. Penanaman tanaman hanjuang dilakukan pada sore hari. Pb (Timbal) ditambahkan pada tiap polybag dengan dosis 350 mg/kg tanah (1,75 gram/polybag) (Setyaningsih, 2012) dengan berat tanah dalam polybag 5 kg.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf nyata 5%, dan apabila pada uji F menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi logam berat Pb didalam tanah, akar dan tajuk pada pemberian EDTA dan macam bahan organik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi nyata antara perlakuan EDTA dan macam bahan organik terhadap konsentrasi logam Pb di tanah, akar, dan tajuk. Rata-rata konsentrasi Pb di tanah, akar, dan tajuk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Pertambahan Kandungan Logam Berat Pb di Tanah, Akar, dan Tajuk

Perlakuan	Rata-rata Logam Pb di Tanah (ppm)	Rata-rata Logam Pb di Akar (ppm)	Rata-rata Logam Pb di Tajuk (ppm)
E0M0	0,424 a	0,329 a	0,167 a
E0M1	0,475 b	0,357 ab	0,202 bc
E0M2	0,563 bc	0,332 ab	0,190 b
E1M0	0,527 bc	0,365 b	0,208 c
E1M1	0,564 bc	0,375 b	0,209 c
E1M2	0,574 c	0,393 b	0,215 c
BNJ 5%	0,019	0,034	0,015

Keterangan : - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%.

Hasil penelitian diketahui bahwa terdapat perbedaan yang nyata ($p>0.05$) konsentrasi Pb dalam tanah, akar dan tajuk pada pemberian EDTA dan macam bahan organik. Rata-rata konsentrasi timbal (Pb) pada tanah yang diamati pada akhir penelitian tertinggi terdapat pada perlakuan E1M2 (EDTA + *Tithonia diversifolia* L.), yang tidak berbeda nyata dengan E1M1 (EDTA + kotoran ayam), E1M0 (EDTA + tanpa bahan organik), E0M2 (tanpa EDTA + *Tithonia diversifolia* L.) dan yang terendah adalah E0M0 (tanpa EDTA + tanpa bahan organik) (tabel 9). Hasil ini menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol, tanaman menyerap Pb

dalam tanah, sehingga kandungan Pb dalam tanah menurun karena diserap oleh tanaman Hanjuang, sedangkan perlakuan yang menggunakan bahan organik kandungan Pb dalam tanah lebih tinggi karena bahan organik menstabilkan Pb dalam tanah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Retno (1992) bahwa keberadaan bahan organik tersebut dapat menahan laju aliran ion Pb hanya sampai pada sistem perakaran saja tidak sampai masuk kedalam jaringan akar. Hal ini menunjukkan keberadaan bahan organik secara nyata mampu menghentikan serapan ion logam berat (Pb) oleh tanaman.

Sebaliknya pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik konsentrasi ion Pb dalam jaringan akar justru lebih tinggi dari konsentrasi di dalam tanah media tanam. Hal itu terjadi karena terbatasnya sistem buffer yang mampu menahan pertukaran ion Pb pada kompleks pertukaran ion antara sistem perakaran tanaman dengan sistem larutan tanah. Sistem larutan organik dalam tanah secara baik dapat menahan laju pergerakan adsorpsi ion Pb ke jaringan akar tanaman, sehingga residu Pb dalam tanah menjadi tinggi. (Stevenson, 1982).

Rata-rata konsentrasi timbal Pb pada akar tertinggi adalah E1M2 (EDTA + *Tithonia diversifolia* L.), yang tidak berbeda nyata dengan E1M1, E1M0, E0M2 dan E0M1 dan yang terendah E0M0 (tanpa EDTA + tanpa bahan organik). Konsentrasi Pb pada tajuk tertinggi adalah E1M2 (EDTA + *Tithonia diversifolia* L.) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan E1M1, E1M0, dan E0M1, dan yang terendah adalah E0M0 (tanpa EDTA + tanpa bahan organik). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan senyawa pengkhelet (EDTA) dalam tanah dapat meningkatkan bukan hanya total konsentrasi logam yang terlarut tetapi juga mengubah mekanisme penyerapan. Hal ini tergantung pada jenis logam, jenis tanaman, dan konsentrasi senyawa pengkhelet yang secara signifikan meningkatkan penyerapan (Norway *et al*, 2006). Penyerapan logam timbal (Pb) dalam jaringan tanaman dapat dilakukan melalui dua cara yaitu, penyerapan melalui akar dan daun (Endes, 2000).

Pengaruh EDTA dan macam bahan organik terhadap nilai TF (Translocation Factor)

Hasil penelitian menunjukan pengaruh interaksi yang nyata ($p > 0.05$) antara perlakuan EDTA dan macam bahan organik terhadap nilai TF. Seluruh perlakuan memperlihatkan nilai $TF < 1$ (Tabel 2). Nilai $TF < 1$ menunjukkan terjadinya mekanisme fitostabilisasi. Sedangkan $TF > 1$ menunjukkan mekanisme fitoekstraksi (Baker, 1981).

Tabel 2. Analisis Nilai TF (*Translocation factor*) Tanaman Hanjuang pada Interaksi Perlakuan EDTA dan Macam Bahan Organik.

Perlakuan	Translocation Factor
EOMO	0,499 a
EOM1	0,566 b
EOM2	0,572 b
E1MO	0,571 b
E1M1	0,557 ab
E1M2	0,547 ab
BNJ 5%	0,060

Keterangan : - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.

Fitostabilisasi adalah kemampuan tanaman dalam mengekresikan (mengeluarkan) suatu senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi logam berat di daerah rizosfer (perakaran). Ma *et al.* (2001) melaporkan jika nilai TF nya kurang dari satu terjadi penyerapan yang ditajuk kecil daripada diakar.

Mekanisme logam timbal Pb oleh tanaman hanjuang adalah fitostabilisasi. Akar tanaman hanjuang menyerap lebih banyak dan tidak banyak ditranslokasikan ke tajuk.

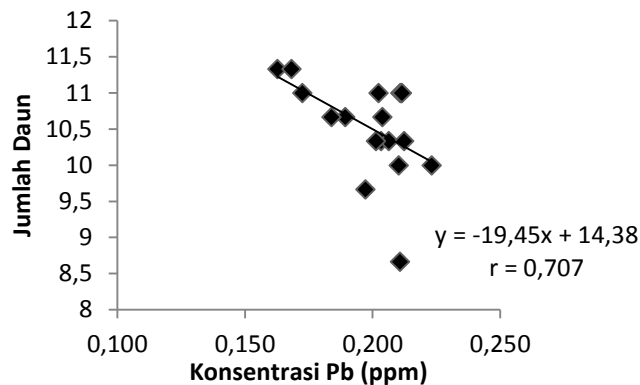
Peranan EDTA pada nilai TF ini menghantarkan dari yang sudah diserap di akar untuk diteruskan ditajuk. Seperti tumbuhan yang umum digunakan untuk remediasi, pada fitostabilisasi tumbuhan yang banyak digunakan yaitu yang memiliki jumlah akar yang banyak dimana akar tersebut memiliki luasan area tutupan yang besar sehingga efektif dalam pengikatan polutan, dapat menghasilkan biomassa yang tinggi walaupun terdapat polutan (logam berat) dalam konsentrasi yang tinggi di tanah dan mampu mencegah translokasi polutan dari akar ke bagian lateral tumbuhan.

Efek konsentrasi Pb akar dan tajuk terhadap pertumbuhan tanaman hanjuang (Cordyline frucosa).

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa EDTA dan macam bahan organik yang diujikan sebagai upaya proses fitoremediasi tanah tercemar logam berat menunjukkan bahwa secara umum pertumbuhan tanaman pada perlakuan tersebut tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata, kecuali jumlah daun dimana perlakuan tanpa EDTA memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang ditambahkan EDTA dan macam bahan organik, dimana aplikasi *Tithonia diversifolia* L. menghasilkan luas daun terbesar.

Berdasarkan hasil analisis korelasi (Gambar. 1) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar Pb, pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan oleh jumlah daun semakin rendah dengan nilai koefisien korelasi ($r = 0,50$). Hal ini berarti bahwa terdapat efek racun dari logam Pb terhadap tanaman, karena Pb

mengganggu pertumbuhan tanaman. Ada sebagian pembahasan yang menyinggung bahwa konsentrasi Pb semakin tinggi maka pertumbuhan tanaman akan terhambat.(Gothberg, 2008).



Gambar 1. Korelasi antara konsentrasi Pb di tajuk dan Jumlah daun tanaman

Kandungan logam Pb pada perlakuan EDTA yang lebih besar dengan kandungan logam dari perlakuan lainnya menunjukkan bahwa adanya pengaruh penambahan EDTA sebagai senyawa pengelat sintetis. Kemampuan EDTA sebagai pengikat logam berat disebabkan EDTA tersebut membentuk ikatan kompleks dengan ion logam yang terdapat dalam medium tanah (Winarno, 1995; Furia, 1972). Molekul EDTA mampu mengikat ion logam dengan pembentukan 6 ikatan yaitu 2 ikatan untuk atom nitrogen pada gugus amino dan 4 untuk atom oksigen pada gugus karboksil (Winarno, 1995; Furia, 1972).

Keberadaan ion logam berat (Pb) sangat dinamis dalam sistem transportasi unsur hara tanaman. Tingginya konsentrasi akumulasi ion logam berat (Pb) dalam tanah media tanam tanpa penambahan bahan organik, menunjukkan bahwa bahan pupuk kandang dan *Tithonia diversifolia* L. sebagai bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah secara positif dapat mencegah pergerakan ion logam berat bergerak masuk ke dalam sistem jaringan tanaman, dibandingkan dengan tanah tanpa bahan organik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian EDTA dan bahan organik menurunkan pH tanah. Pemberian EDTA dan bahan organik menyisakan logam berat Pb yang lebih banyak daripada kontrol, dimana perlakuan yang menyisakan logam berat Pb terbanyak ditemukan pada perlakuan E1M2 (EDTA + *Tithonia diversifolia* L.). Perlakuan E1M2 (EDTA + kotoran ayam) cenderung memiliki konsentrasi Pb tertinggi di akar, tajuk dengan kandungan Pb masing-masing sebesar 0,393 ppm dan 0,215 ppm. Pemberian EDTA dan macam bahan organik pada pertumbuhan tanaman hajuang (*Cordyline fruticosa* L) tidak memberikan pengaruh interaksi yang nyata.

Namun peningkatan konsentrasi Pb dalam tajuk memberikan efek negatif terhadap pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan bahwa untuk meningkatkan fitoekstraksi logam pencemar pada tanaman hiperakumulator perlu ditambahkan EDTA dengan cara dilarutkan ke dalam air kemudian dicampur ke dalam media. Sedangkan penambahan bahan organik hanya dapat dilakukan pada tanah tercemar untuk mengurangi efek meracun pada tanaman karena logam Pb tetap tertinggal dalam tanah, pada penambahan bahan organik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Unisma yang telah memberikan fasilitas selama pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, A.J.M, R.R, Brooks. 1981. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metal elements- a reveiw of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery* 1:81-126.
- Buhani, Suharso, S.E. Putra. 2007. *Isoterm Adsorpsi Ion Logam Pb(II), Cd(II) dan Cu(II) pada Biomassa Nannochloropsis sp. yang Diimobilisasi Polietilamina-Glutaraldehida*. Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian di Universitas Lampung. Lampung. 9 (2): 170-176.
- Chen, H., T. Cutright. 2001. EDTA and HEDTA effects on Cd, Cr, and Ni uptake by *Helianthus annuus*. *Chemosphere*.45(2):21-28.
- Endes, N.D. 1989. Studi kemampuan tanaman dalam menyerap dan menyerap timbal emisi dari kendaraan bermotor. Tesis. Fakultas Pascasarjana. IPB, Bogor. Hal 102.
- Farid, M., S. Ali., M.B. Shakoora., S. A, Bharwana., H, Rizvi., S, Ehsan., H. M, Tauqeer., U, Iftikhar., and H, Hanna 2013. EDTA assisted phytoremediation of cadmium, lead, zinc. *Inter J of Agro and Plant Prod* 4(11): 2833-2846.
- Furia, T. E. 1972. *Handbook of Food Additives*. 2nd Edition Vol 1. CRC Press, Florida. Hlm 126.
- Gothberg, A. 2008. *Metal Fate and Sensitivity In The Aquatic Tropical Vegetable Ipomea Aquatica*. Departement of Applied Enviromental Science. Stockholm University. pp. 1 - 39.

- Haryanti, D., D. Budianta., dan Salni. 2013. Potensi beberapa jenis tanaman hias sebagai fitoremediasi logam timbal (Pb) dalam tanah. *Jurnal Penelitian Sains* 16(2): 52-58.
- Huang J.W, J. Chen, W.B. Berti, S.D, Cunningham. 1997. Phytoremediation of lead-contaminated soils: role of synthetic chelates in lead phytoextraction. *Environ Sci Technol.* 31(2):800-805.
- Liphadzi, M. S., M. B, Kirkham., K. R, Mankin., G. M, Paulsen. 2003. EDTA-assisted heavy-metal uptake by poplar and sunflower grown at a long-term sewage-sludge farm. *Plant and Soil.* 257(2): 171-182.
- Ma, J. F., S.Goto., K.Tamai., M.Ichii. 2001.Role of root hairs and lateral roots in silicon uptake by rice. *Plant Physiology*, 127(4): 1773-1780.
- Misbachul, M. 2010. Kajian Fitoremediasi Sebagai Alternatif Pemulihan Tanah Tercemar Logam Berat. *Jurnal Riset: Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri.* 1(2):12-25.
- Retno W. 1992. Pengaruh Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) terhadap Pertumbuhan, Pro-duksi dan Kandungan dalam Jaringan Tanaman Kangkung (*Ipomea replan s Poir*) Berta Perubahan Sifat Fisika Tanah Akibat Limbah Industri yang Mengandung Timbal. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. Hal 142.
- Setyaningsih, L., Y. Setiadi, D. Sopandie, S. W. Budi, 2012. Organic acid charateristic and Tolerance of sengeron (*Paraserianthes falcataria L Nielsen*) to lead. *JMHT* 18 (3), pp. 177-183.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction. John Wileyand Sons. New York. Hal 172.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. D. H. Goenadi [Penerjemah]; B. Radjaguguk [Editor]. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. Hal 156.
- Winarno, F. G. 1995. *Enzim Pangan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hlm 103-107.