

Kemampuan Tiga Jenis Tanaman Famili *Brassicaceae* Dalam Mengurangi Kadar Timbal Di Dalam Tanah

Ability of Three Types of Family *Brassicaceae* Plant in Reducing Levels of Lead (Pb) in Soil

Atikah Dwi Putri¹⁾, Eko Handayanto²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang 65145.

²⁾ Dosen Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang 65145.

ABSTRAK

Pencemaran tanah merupakan salah satu masalah yang sangat serius bagi lingkungan. Hal tersebut karena tanah memiliki peran yang sangat besar bagi keberlangsungan hidup manusia maupun ekosistem. Timbal (Pb) merupakan salah satu contoh logam berat yang dapat mencemari tanah. Beberapa tanaman diketahui mampu menjadi tanaman akumulator logam berat. Famili *Brassicaceae* (kubis-kubisan) sering digunakan dalam fitoekstraksi pada lahan yang tercemar logam berat (Kumar, 2006). Tanaman yang termasuk ke dalam famili *Brassicaceae* seperti *Brassica juncea*, *Brassica oleracea*, dan *Brassica rapa* merupakan jenis tanaman sayur yang sering dikonsumsi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan akan makanan bergizi. Namun dalam proses budidaya ketiga tanaman tersebut penggunaan pestisida seringkali berlebihan sehingga menurut Raymond (2011) penggunaan pestisida berlebihan dapat meningkatkan jumlah logam berat di dalam tanah akibat residu pestisida, khususnya Timbal (Pb). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan tanaman *B. juncea*, *B. oleracea*, dan *B. rapa* dalam mengurangi cemaran Pb pada tanah tercemar Pb.

Hasil penelitian menunjukkan tanaman *Brassica juncea* setelah ditanam pada tanah yang sudah diberi penambahan konsentrasi Pb memiliki kandungan Pb terbanyak dibanding tanaman yang lainnya.

ABSTRACT

Soil pollution is one of the very serious problems for the environment. It is because the ground has a very big role for the survival of human beings as well as ecosystems. Lead (Pb) is one example of a heavy metal that can pollute the soil. Some plants are known to be heavy metal accumulator plants. Family *Brassicaceae* (cabbage family *cleomaceae*) often used in fitoekstraksi on heavy metal contaminated land (Kumar, 2006). Plants which belong to the *Brassicaceae* family such as *Brassica juncea*, *Brassica oleracea*, *Brassica rapa* and a type of vegetable crops that are often consumed the community to meet the need for nutritious food. But in the process of cultivation of the plant's third use of pesticides is often excessively so according to Raymond (2011) excessive use of pesticides can increase the amount of heavy metals in the soil due to pesticide residues, particularly lead (Pb). The purpose of this research is to know the ability of plant *b. juncea*, *b. oleracea*, and *b. rapa* in reducing impurities Pb contaminated soil on the Pb.

The research results showed that the plant *Brassica juncea* once planted on land that was already given the addition of Pb content Pb concentration has the most compared to other plants.

Kata kunci : *Brassicaceae*, Timbal, Tanah

Keyword : *Brassicaceae*, Lead, Soil

PENDAHULUAN

Pencemaran tanah merupakan salah satu masalah yang sangat serius bagi lingkungan. Hal tersebut karena tanah memiliki peran yang sangat besar bagi keberlangsungan hidup manusia maupun ekosistem. Salah satu yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran pada tanah adalah turunnya kualitas tanah akibat pencemaran limbah yang dihasilkan oleh manusia, baik limbah rumah tangga, industri, maupun pertanian. Salah satu faktor penyebab pencemaran tanah yang paling penting berasal dari limbah logam berat. Merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) adalah contoh logam berat yang berasal dari luar tanah yang sudah menjadi perhatian khusus karena berhubungan erat dengan kesehatan manusia, pertanian dan ekotoksikologinya (Alloway dan Peterson, 2012). Timbal (Pb) merupakan salah satu contoh logam berat yang dapat mencemari tanah. Pada dasarnya Timbal (Pb) adalah logam berat toksik yang sudah ada di dalam tanah sebagai akibat dari proses pembentukan tanah dari mineral yang mengandung logam Timbal itu sendiri (Bradl, 2005). Tanah dinyatakan terkontaminasi Pb jika kandungannya telah mencapai 100 mg kg⁻¹ (Raymond dan Felix, 2011).

Upaya reklamasi lahan tercemar perlu dilakukan agar tanah yang tercemar dapat difungsikan kembali dengan aman. Pemanfaatan tanaman sebagai upaya penanganan pencemaran tanah yang mengandung polutan khususnya logam berat sudah banyak dilakukan, cara ini dikenal sebagai Fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan metode remediasi dengan mengandalkan tumbuhan untuk menyerap, mentransformasi, dan memobilisasi bahan pencemar. Menurut Sekara et al. (2005),

efesiensinya selain ditentukan oleh sifat kimia dari unsur atau logam yang akan diekstraksi, juga oleh translokasi dan distribusi unsur tersebut pada organ tanaman yang dipanen.

Beberapa tanaman diketahui mampu menjadi tanaman akumulator logam berat. Famili Brassicaceae (kubis-kubisan) sering digunakan dalam fitoekstraksi pada lahan yang tercemar logam berat (Kumar, 2006). Tanaman yang termasuk ke dalam famili Brassicaceae seperti *Brassica juncea*, *Brassica oleracea*, dan *Brassica rapa* merupakan jenis tanaman sayur yang sering dikonsumsi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan akan makanan bergizi. Namun dalam proses budidaya ketiga tanaman tersebut penggunaan pestisida seringkali berlebihan sehingga menurut Raymond et al (2011) penggunaan pestisida berlebihan dapat meningkatkan jumlah logam berat di dalam tanah akibat residu pestisida, khususnya Timbal (Pb). Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang ketersediaan Timbal (Pb) dan pertumbuhan 3 jenis tanaman sayuran famili Brassicaceae, yaitu Kailan (*B. oleracea*), sawi hijau (*B. juncea*), dan sawi pakcoy (*B. rapa*) yang ditanam pada tanah yang dikontaminasi oleh Timbal (Pb).

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2016 sampai dengan bulan April 2016 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan duabelas perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan ialah kombinasi antara tiga jenis tanaman (*B. Juncea*, *B. Oleracea*, *B. rapa*) dengan tiga konsentrasi Timbal berbeda yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan dalam penelitian

Perlakuan	Keterangan
F1T0	Tanaman Brassica juncea dengan penambahan Timbal 0 mg kg ⁻¹
F1T1	Tanaman Brassica juncea dengan penambahan Timbal 100 mg kg ⁻¹
F1T2	Tanaman Brassica juncea dengan penambahan Timbal 200 mg kg ⁻¹
F1T3	Tanaman Brassica juncea dengan penambahan Timbal 300 mg kg ⁻¹
F2T0	Tanaman Brassica oleracea dengan penambahan Timbal 0 mg kg ⁻¹
F2T1	Tanaman Brassica oleracea dengan penambahan Timbal 100 mg kg ⁻¹
F2T2	Tanaman Brassica oleracea dengan penambahan Timbal 200 mg kg ⁻¹
F2T3	Tanaman Brassica oleracea dengan penambahan Timbal 300 mg kg ⁻¹
F3T0	Tanaman Brassica rapa dengan penambahan Timbal 0 mg kg ⁻¹
F3T1	Tanaman Brassica rapa dengan penambahan Timbal 100 mg kg ⁻¹
F3T2	Tanaman Brassica rapa dengan penambahan Timbal 200 mg kg ⁻¹
F3T3	Tanaman Brassica rapa dengan penambahan Timbal 300 mg kg ⁻¹

Analisis kandungan Pb di dalam daun, akar, dan tanah diekstrak dengan cara pengabuan basah menggunakan asam campuran pekat HNO₃ dan HClO₄. Kadar logam berat Pb dalam ekstrak diukur menggunakan AAS (Atomic Absorbation Spectrofotometri), (Sulaeman et al, 2005). Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji F 5% dengan aplikasi Genstat. Selanjutnya dilakukan Uji BNJ pada taraf 5% dan uji korelasi untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pb Pada Tanah

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan konsentrasi Pb pada tanah, karena tanah yang tercemar oleh Pb sangat tidak produktif dan bahkan dapat mengganggu kesehatan manusia dan mengancam kelestarian lingkungan.

Pencemaran logam berat Timbal pada tanah dapat diminimalisir dengan proses fitoremediasi, yaitu proses biologis yang menggunakan tanaman untuk mengurangi polutan logam berat di tanah yang terkontaminasi (Alloway, 2012). Hasil analisis kandungan Timbal pada tanah dan jaringan tanaman disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kandungan Pb pada Tanah dan Jaringan Tanaman

Perlakuan	Pb Tanah mg kg ⁻¹	Pb Daun mg kg ⁻¹	Pb Akar mg kg ⁻¹
F1T0	0,15 a	0,82 a	0,54 abc
F1T1	0,23 abc	3,70 d	0,50 ab
F1T2	0,31 cd	4,49 e	0,82 cde
F1T3	0,44 e	5,54 f	1,08 ef
F2T0	0,20 ab	0,74 a	0,41 a
F2T1	0,34 de	2,27 b	0,70 bcd
F2T2	0,44 e	2,92 c	1,31 f
F2T3	0,64 f	3,92 d	1,74 g
F3T0	0,30 bcd	1,05 a	0,64 abc
F3T1	0,26 bcd	2,62 bc	0,95 de
F3T2	0,44 e	3,01 c	1,05 ef
F3T3	0,58 f	3,71 d	1,28 f

Keterangan : Huruf yang sama yang mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. (*) : Berbeda Nyata; (tn) : Tidak Nyata. Nilai BNJ Pb Tanah 0,07; BNJ Pb Daun 0,3; BNJ Pb Akar 0,17.

Dalam penelitian ini tanaman yang dimanfaatkan untuk mengurangi polutan logam Timbal pada tanah adalah tanaman kailan, sawi hijau, dan sawi pakcoy. Hasil pengukuran konsentrasi awal Timbal pada media tanam sebelum diberi perlakuan penambahan konsentrasi Timbal mencapai 4,9 mg kg⁻¹ yang artinya tanah yang dipakai media tanam belum termasuk dalam keadaan tercemar. Namun, setelah diberi perlakuan berupa penambahan konsentrasi Timbal sebesar 100 mg kg⁻¹ (T1), 200 mg kg⁻¹ (T2), dan 300 mg kg⁻¹ (T3), hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Timbal terbesar pada tanah setelah ditanami

tanaman fitoekstraktor terdapat pada perlakuan F1T3, F2T3, dan F3T3 (Tabel 2).

Pada perlakuan F1T3, F2T3, dan F3T3 mengalami penurunan kadar Timbal sebesar 98% yaitu sebesar 0,44 mg kg⁻¹, 0,64 mg kg⁻¹, dan 0,58 mg kg⁻¹ atau dapat dikatakan tanah tidak lagi tercemar Timbal. Persentase perbandingan penurunan kadar Timbal pada tanah setiap perlakuan tidak berbeda jauh yaitu berkisar 97% hingga 99%. Dengan kata lain tanah di setiap perlakuan mengalami penurunan konsentrasi kadar Timbal menjadi “Tidak Tercemar”. Sumber logam berat dalam tanah berasal dari bahan induk pembentuk tanah itu sendiri, seperti Cd banyak terdapat pada batuan sedimen schales (0,22 ppm berat), Cr pada batuan beku ultrafanik (2,980 ppm berat), Hg pada bauan sedimen pasir (0,29 ppm berat), Pb pada batuan granit (24 ppm berat (Zoidis, et. al.2010)).

Kandungan Pb pada Jaringan Tanaman

Hasil analisis Pb pada tanaman setelah digunakan sebagai fitoremediator terdapat logam Pb pada jaringan tanaman, baik dalam daun maupun pada bagian akar tanaman. Adapun konsentrasi Pb pada daun tanaman dapat dilihat pada Analisis keragaman (ANOVA) yang menunjukkan bahwa faktor jenis tanaman berpengaruh sangat nyata terhadap konsentrasi Timbal pada daun dan akar ($P < 0,01$). Uji BNJ menunjukkan bahwa ketiga jenis tanaman yang ditanam tanpa pemberian konsentrasi Timbal (F1T0, F2T0, dan F3T0) berbeda tidak nyata. Perlakuan F1T0, F2T0, dan F3T0 rerata kandungan Pb secara berturut-turut sebesar 0,82 mg kg⁻¹, 0,74 mg kg⁻¹, dan 1,05 mg kg⁻¹. Perlakuan terbaik dalam penyerapan logam berat Pb adalah pada tanaman sawi hijau. Tanaman sawi hijau setelah ditanam pada tanah

yang sudah diberi penambahan konsentrasi Pb memiliki kandungan Pb terbanyak dibanding tanaman yang lainnya. Dari hasil pengujian serapan Pb di laboratorium terlihat bahwa pada penanaman tanaman sawi hijau (F1) pada media tanah dengan konsentrasi Pb sebesar 300 mg kg⁻¹ (T3) dapat menyerap Pb sebesar 5,54 mg kg⁻¹, begitu juga pada konsentrasi Pb 100 mg kg⁻¹ (T1) dan 200 mg kg⁻¹ (T2) tanaman sawi hijau mampu menyerap Pb secara berturut-turut sebesar 3,70 mg kg⁻¹ dan 4,49 mg kg⁻¹.

Tanaman lainnya yang diupayakan untuk mengakumulasi logam Timbal yaitu *Brassica oleracea* dan *Brassica rapa*. Tanaman *Brassica oleracea* (Kailan) memiliki rata-rata konsentrasi Timbal paling sedikit di setiap perlakuannya, berdasarkan hasil uji laboratorium perlakuan tanaman kailan yang ditanam pada tanah dengan konsentrasi Timbal 100 mg kg⁻¹ (F2T1) mampu menyerap Timbal sebesar 2,27 mg kg⁻¹, sedangkan pada perlakuan F2T2 dan F2T3 mampu menyerap Pb sebesar 2,92 mg kg⁻¹ dan 3,92 mg kg⁻¹. Kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam berat dapat diprediksi dari nilai *Transfer Factor* (TF). *Translocation Factor* menurut Sharma *et al.* (2010) adalah rasio konsentrasi logam pada bagian pucuk terhadap akar, menunjukkan kemampuan transfer logam dari akar ke pucuk tanaman, yang dihitung dengan membagi konsentrasi logam di bagian pucuk dengan bagian akar.

Tanaman kailan menyerap paling sedikit Pb pada bagian daun. Namun, tanaman kailan memiliki nilai TF paling kecil (Tabel 3) bila dibandingkan dengan tanaman lainnya. Rasio translokasi Pb dari akar ke pucuk (Nilai TF) dari ketiga jenis tanaman lebih dari satu (4,89 ; 2,39 ; 2,54) Tabel 4, hal ini mengindikasikan bahwa Pb pada jaringan akar dapat ditransfer pada bagian daun, dan terdapat pula Pb yang tertahan pada jaringan akar. Kailan dengan TF paling kecil (2,39) menunjukkan bahwa tanaman ini mempunyai kemampuan menahan Pb di akar

lebih besar dari sawi hijau dan sawi pak coy. Gupta dan Sinha (2008) menyatakan bahwa tanaman yang mengakumulasi Pb di akarnya lebih besar dari yang ditransfer di pucuk menunjukkan bahwa akar tanaman tersebut dapat mengenali Pb sebagai unsur toksik sehingga terjadi mekanisme inaktivasi seperti sekuestrasasi unsur tersebut di vakuola atau pada dinding sel.

Tabel 3. Nilai TF Pada Tanaman

Perlakuan	Daun	Akar	TF
F1T0	0,82	0,54	1,50
F1T1	3,70	0,50	7,40
F1T2	4,49	0,82	5,50
F1T3	5,54	1,08	5,14
F2T0	0,74	0,41	1,82
F2T1	2,27	0,70	3,25
F2T2	2,92	1,31	2,23
F2T3	3,92	1,74	2,26
F3T0	1,05	0,64	1,64
F3T1	2,62	0,95	2,76
F3T2	3,01	1,05	2,87
F3T3	3,71	1,28	2,90

Keterangan : Jika nilai TF < 1, disebut mekanisme fitostabilisasi, jika nilai TF > 1 maka disebut fitoekstraksi (Liong et al, 2010).

pH Tanah Setelah Proses Fitoremediasi

Analisa pH tanah merupakan salah satu parameter penting pada penelitian ini. Nilai pH dalam tanah menunjukkan banyaknya konsentrasi ion H^+ dan OH^- di dalam tanah. Semakin tinggi ion H^+ di dalam tanah maka semakin asam kondisi tanah tersebut dan sebaliknya. Pada penelitian ini pengukuran pH tanah menggunakan pH meter. Adapun hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada tanah asam, jumlah ion H^+ lebih banyak daripada OH^- . Bila kandungan H^+ sama dengan OH^- maka, tanah tersebut bereaksi netral dengan pH= 7. pH tanah merupakan salah satu parameter yang saling berhubungan antara logam berat dengan pertumbuhan tanaman (Ornella, 2011). Dari Tabel 4 terlihat bahwa kondisi pH tanah berada dalam kondisi asam karena nilai pH berada dibawah 7. Adapun

kondisi pH tanah sebelum diberi penambahan konsentrasi Timbal sebesar 6,35.

Tabel 4 pH Tanah Setelah Fitoremediasi

Perlakuan	pH
F1T0	5,05 b
F1T1	4,94 ab
F1T2	4,81 ab
F1T3	4,74 ab
F2T0	4,96 ab
F2T1	4,77 ab
F2T2	4,76 ab
F2T3	4,71 a
F3T0	4,93 ab
F3T1	4,86 ab
F3T2	4,80 ab
F3T3	4,71 a

Keterangan : Huruf yang sama yang mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. (*) : Berbeda Nyata; (tn) : Tidak Nyata. BNJ pH Tanah 0,18.

Tingkat ketersediaan logam berat tergantung pada pH lingkungan dimana logam tersebut berada. Pada pH rendah ketersediaan beberapa logam berat meningkat. pH asam akan menyebabkan removal yang besar karena logam berat akan larut dalam pH asam, sedangkan pada pH basa penyerapan akan kecil dikarenakan logam berat akan mengendap di dalam tanah oleh pH basa (Putri, 2012). Logam Pb pada suasana asam berupa Pb^{2+} sehingga akan lebih mudah diserap oleh akar jika dibanding Pb berupa partikel (Imanudi, 2001).

Pembahasan Umum

Hasil korelasi antar parameter memiliki hubungan yang kuat hingga sangat kuat. Hubungan antara nilai pH dengan kandungan Timbal (Pb) pada tanah disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Korelasi Antar Parameter

	Pb Akar	Pb Daun	Pb Tanah	pH
pH	-0,6071	-0,5657	-0,6474	
Pb Tanah	0,8939	0,5568		
Pb Daun	0,5400			
Pb Akar				

Hubungan antara nilai pH dengan kandungan Timbal (Pb) pada tanah berkorelasi negatif dengan nilai $r = -0,6474$, begitu juga dengan hubungan pH dengan konsentrasi Timbal pada daun dan jaringan akar tanaman yang masing-masing memiliki nilai $r = -0,5657$ dan $r = -0,6071$ (Tabel 8). Hubungan ini berarti perlakuan penambahan konsentrasi Timbal pada tanah berbanding terbalik dengan nilai pH pada tanah, konsentrasi Timbal pada tanah dan jaringan tanaman. Semakin tinggi nilai pH pada tanah, maka semakin rendah nilai konsentrasi Timbal pada Tanah.

Sedangkan hubungan antara nilai pH dengan konsentrasi Timbal Pada jaringan tanaman (daun dan akar) juga berkorelasi negatif, semakin tinggi nilai pH pada tanah, maka semakin rendah konsentrasi Timbal yang dapat diserap oleh jaringan tanaman. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Imanudi (2001), kandungan Pb yang lebih tinggi di dalam tanah juga dipengaruhi oleh pH tanah, tingginya nilai pH tanah menyebabkan keasaman tanah berkurang, sehingga logam yang ada di dalam tanah tidak akan larut dan tidak bisa ditransfer ke jaringan tanaman yang tumbuh di atasnya. Menurut Siahaan (2014), kemampuan dalam mengakumulasi logam berat tidak dimiliki oleh semua tumbuhan, setiap tanaman memiliki tipe jaringan yang berbeda sehingga kemampuan dan tingkat toleransi penyerapannya juga berbeda dan kandungan logam berat yang akan terserap juga bervariasi.

KESIMPULAN

Tanaman *Brassica juncea*, *Brassica oleracea*, dan *Brassica rapa* mampu mengurangi kadar Timbal pada tanah, Namun tidak aman untuk kegiatan budidaya pertanian. Perlakuan paling baik dalam penyerapan logam berat Pb adalah pada tanaman *Brassica juncea* L. Tanaman *Brassica juncea* setelah ditanam pada tanah yang sudah diberi penambahan konsentrasi Pb memiliki kandungan Pb terbanyak dibanding tanaman yang lainnya. Penanaman tanaman *Brassica juncea* (F1) pada media tanah dengan konsentrasi Pb sebesar 300 mg kg⁻¹ (T3) dapat menyerap Pb sebesar 5,54 mg kg⁻¹, begitu juga pada konsentrasi Pb 100 mg kg⁻¹ (T1) dan 200 mg kg⁻¹ (T2) tanaman *Brassica juncea* mampu menyerap Pb secara berturut-turut sebesar 3,70 mg kg⁻¹ dan 4,49 mg kg⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

Alloway, B. J. 2012. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and Their Bioavailability, Springer Publisher, London, UK, 3rd edition.

Bradl, H. 2005. Sources and Origins Of Heavy Metals. p 1-27 in Heavy Metals in The Environment. HB Bradl (Ed). Elsevier Ltd, Amsterdam.

Gupta, A. K and Sinha, S. (2008). Decontamination and/or revegetation of fly ash dykes through naturally growing plants, Journal of Hazardous Materials 153, p 1078-1084

Imanudi, 2001, Penyerapan Logam Timbal (Pb) pada tanaman Singkong di Tepi Jalan Tol Jakarta Bogor

Kumar, A. 2006. Heavy Metal Pollution Research, Recent Advances, Daya Publishing House, New Delhi.

Ornella, D.R. Chonny; Sarwoko Mangkoedihardjo, 2011. Pengaruh Penambahan Ph Terhadap Removal Logam Berat Timbal (Pb) Oleh Bunga

Kana (*Canna Indica*) Di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran, Surabaya.

Putri, Litany Mega; Sarwoko Mangkoedihardjo, 2012, Pengaruh Penambahan pH Terhadap Removal Logam Berat Timbal(Pb) Oleh Tumbuhan Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*) Di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran, Surabaya

Sharma S., Sharma P. and Mehrotra. 2010. Bioaccumulation of heavy metals in *Pisum sativum* L. growing in fly ash amended soil. *Journal of American science*, 6 (6): 43-50.

Raymond. A. Wuana and Felix E. Okieimen. 2011. Heavy Metals in Contaminated Soils: A review of Sources, Chemistry, Risk and Best Available Strategies for Remediation. Volume 2011, Article ID 402647, 20 pages.

Siahaan, Bonauli Christianoyd, dkk, 2014, Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg) Limbah Tailing Tambang Emas Menggunakan *Lindernia Crustacea*, *Digitaria Radicosa*, Dan *Cyperus Rotundus* Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung, *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan* 1 (2) 38-48.

Sekara, A., Poniedzialek M., Ciura J., Jedrzczyk E. 2005. Cadmium and lead accumulation and distribution in the organ of nine crops: implications for phytoremediation, *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(4): p 509- 516.

Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Laboratorium Tanah Balai Penelitian Tanah. Bogor.

Zoidis E, Fegeros K, Zervas G, Surai PF, Pappas AC. 2010. Cadmium Toxicity and The Antioxidant System. New York: Nova Science Pub Inc.

