

FITOREMEDIASI LAHAN TERCEMAR DI KAWASAN INDUSTRI MEDAN DENGAN TANAMAN HIAS

Phytoremediation of Contaminated Land at Medan Industrial Area by Ornamental Plants

Lamria Sidauruk^{1*} dan Patricius Sipayung²

¹Dosen Kopertis Wilayah I DPK Fakultas Pertanian UMI, Medan -20112

²Dosen Fakultas Pertanian UNIKA St. Thomas, Medan dan Praktisi Lingkungan

*Corresponding author : lamriasidauruk@yahoo.com

ABSTRACT

The development of industrial area in Medan City, North Sumatera impact for the increasing soil polluted by heavy metal at the area. Phytoremediation is an emerging technology for cleaning up contaminated sites, which is inovatif, cost effective, safety and has aesthetic advantages and long term applicability. The important aspect to be noted was the plant should not be used for consumption crops. The goal of our research was to develop the phytoremediation technology by testing different ornamental plant planting under different concentration contaminated soil. So that the plant can use as a phytoremediator agent to recover the land condition at Medan Industrial Area. The experiments included eight ornamental crops such as: Sansevieria trifasciata, Dracaena fragrans, Diffenbachia sp., Phylodendron hederaceam, Agave sp.Codiatum variegatum, :Anthurium crystallium and Chrysalidocarpus lutescens The parameters are biomass production and heavy metal uptake by plant. The result showed that the greatest increase in biomass production contained in Diffenbachia sp. followed by Codiatum variegatum, Chrysalidocarpus lutescens, Sansevieria trifasciata and Dracaena fragrans respectively. Uptake heavy metal is higher at Codiatum variegatum (291 mg/kg) followed by Diffenbachia sp. (246 mg/kg), Chrysalidocarpus lutescens (185 mg/kg), Sansevieria trifasciata (162 mg/kg) and Dracaena fragrans (102 mg/kg).

Keyword : phytoremediation, ornamental plant

ABSTRAK

Pengembangan kawasan industri di Kota Medan, Sumatera Utara berdampak kepada meningkatnya pencemaran tanah oleh logam berat di kawasan tersebut. Fitoremediasi adalah sebuah teknologi yang inovatif, efektif dari aspek biaya, aman dan secara estetika dapat diterapkan untuk jangka panjang. Aspek penting yang perlu dicatat adalah tanaman tidak boleh digunakan untuk tanaman konsumsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan teknologi fitoremediasi dengan menguji beberapa tanaman hias yang berbeda yang ditanam pada tanah dengan tingkat kontaminasi yang berbeda. Penelitian ini menguji delapan jenis tanaman hias yaitu: Sansevieria trifasciata, Dracaena fragrans, Diffenbachia sp, Phylodendron hederaceam, Agave sp.Codiatum variegatum, Anthurium crystallium dan Chrysalidocarpus lutescens . Parameter yang diamati adalah produksi biomassa dan penyerapan logam berat oleh tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan produksi biomassa terbesar terdapat pada tanaman Diffenbachia sp. diikuti oleh Codiatum variegatum, Chrysalidocarpus lutescens, Sansevieria trifasciata dan Dracaena fragrans . Serapan logam berat paling tinggi terdapat pada tanaman Codiatum variegatum (291 mg / kg) diikuti oleh Diffenbachia sp. (246 mg / kg), Chrysalidocarpus

lutescens (185 mg / kg), *Sansevieria trifasciata* (162 mg / kg) dan *Dracaena fragrans* (102mg/kg).

Kata kunci : Fitoremediasi, tanaman hias

PENDAHULUAN

Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman untuk mengekstrak, mengakumulasi dan / atau detoksifikasi polutan dan merupakan teknik baru dan kuat untuk membersihkan lingkungan. Tumbuhan adalah agensia ideal untuk perbaikan tanah dan air, karena sifat genetik tanaman yang unik baik dari aspek biokimia maupun fisiologisnya. (Abdul R. MEMON, Aylin Anastassiiia VERTII, 2001).

Banyak kemajuan penelitian pada beberapa dekade terakhir untuk mengembangkan tumbuhan yang dapat dimanfaatkan dalam remediasi termasuk melalui rekayasa genetika (Abdul R. MEMON, Aylin Anastassiiia VERTII, 2001). Berbagai hasil penelitian telah membuktikan bahwa banyak spesies tumbuhan yang berasal dari daerah tropis berhasil dalam remediasi polutan (khususnya logam berat) pada tanah ataupun perairan yang tercemar, bahkan beberapa diantaranya adalah hiperakumulator. Spesies tersebut diantaranya *Thlaspi calaminare* untuk seng (Zn), *T. caerulescens* untuk kadmium (Cd), *Aeolanthus biformifolius* untuk tembaga (Cu), *Phylanthus serpentinus* untuk nikel (Ni), *Haumaniastrum robertii* untuk kobalt (Co) *Astragalus racemosus* untuk selenium (Se), dan *Alyxia rubricaulis* untuk mangan (Mn) (Li, et. al., 2000 dalam Titi et al. 2005).

Kebanyakan teknologi saat ini tidak dapat selektif menghilangkan logam berat, banyak daerah terkontaminasi dapat diremediasi hanya dengan menggunakan tenaga kerja-intensif dan mahal melalui penggalian dan pengisian tanah tercemar (*landfilling*). Banyak daerah di seluruh dunia tetap tercemar tanpa perbaikan yang terlihat hanya karena

terlalu mahal teknologi remediasinya. (Salt et al. 1998).

Fitoremediasi dianggap teknologi yang inovatif, ekonomis, dan relatif aman terhadap lingkungan sehingga merupakan solusi untuk remediasi beberapa daerah yang tercemar logam berat. Fitoremediasi adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan berbagai mekanisme yang pada tanaman hidup untuk mengubah komposisi kimia dari matriks tanah tercemar di mana mereka tumbuh. Pada dasarnya, ini adalah penggunaan tanaman hijau untuk pembersihan tanah yang terkontaminasi, sedimen, atau air. Keuntungan teknik ini adalah jelas bahwa biaya lebih murah bila dibandingkan dengan teknik in situ atau ex situ lainnya. Tanaman dapat dengan mudah dimonitor untuk memastikan pertumbuhan, logam berharga dapat direklamasi dan dipakai ulang melalui fitoremediasi (Raskin & Ensley, 2000).

Keuntungan utama dari aplikasi teknik fitoremediasi dibandingkan dengan sistem remediasi lainnya adalah kemampuannya untuk menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksiknya, lebih bersahabat dengan lingkungan serta lebih ekonomis. Kelemahan fitoremediasi adalah dari segi waktu yang dibutuhkan lebih lama dan juga terdapat kemungkinan masuknya kontaminan ke dalam rantai makanan melalui konsumsi hewan dari tanaman tersebut (Sodiq Pratomo, Sumarno dan Ahkam Subroto, 2004).

Fitoremediasi juga menawarkan remediasi permanen pada lokasi atau daerah tercemar. Namun fitoremediasi tetap saja mempunyai kekurangan karena sangat tergantung pada kedalaman akar dan toleransi tanaman terhadap kontaminan. Disamping itu polutan dapat masuk ke rantai makanan melalui tumbuhan hiperakumulator yang

dikonsumsi oleh binatang sehingga perlu menjadi perhatian bagi lingkungan hidup sebagai hewan herbivora dapat menumpuk mengotori partikel di jaringan mereka yang pada gilirannya dapat mempengaruhi keseluruhan jaringan makanan.

Fitoremediasi terdiri dari lima proses utama, yang ditunjukkan pada Tabel dibawah ini. Tulisan ini memfokuskan studi tentang phytoremediation terutama phytoextraction logam berat pada tanah dengan menggunakan teknik in-situ.

Tabel 1. Proses dan Mekanisme Fitoremediasi Polutan

| Proses | Mekanisme | Kontaminan |
|----------------------------------|---|-----------------------|
| Phytostabilisasi | Tanaman menstabilkan polutan dalam tanah, sehingga membuat mereka tidak berbahaya | Anorganik |
| Phytoekstraksi | Hyperaccumulasi logam berat pada biomas tanaman tinggi, logam-mengumpulkan tanaman mengumpulkan logam dalam jaringannya khususnya pada bagian tajuk tanaman yang diserap dari dalam tanah yang dipanen dengan metode pertanian konvensional | Anorganik |
| Phytofiltrasi atau rhizofiltrasi | Akar tanaman tumbuh di air yg bercampur dgn endapan berkonsentrasi logam beracun yang tercemar limbah | Organik dan anorganik |
| Phytovolatilisasi | Tumbuhan menyerap logam (misalnya, Hg dan Se) dari tanah dan menguapkan logam tersebut melalui dedaunan | Organik dan anorganik |
| Phytotransformasi | Tumbuhan mendegradasi/ merubah bentuk/valensi dari polutan sehingga tidak berbahaya atau memanfaatkannya sebagai unsur hara. | Organik |

POTENSI TUMBUHAN UNTUK FITOREMEDIASI

Seperti telah diuraikan diatas, berbagai jenis tumbuhan yang tumbuh di daerah tercemar mengindikasikan tumbuhan tersebut mempunyai sifat toleran. Sifat hipertoleran terhadap logam berat adalah kunci karakteristik yang mengindikasikan sifat hiperakumulator suatu tumbuhan. Suatu tumbuhan dapat disebut hiperakumulator apabila memiliki karakter-karakter sebagai berikut: (i) Tumbuhan memiliki tingkat laju penyerapan unsur dari tanah yang lebih

tinggi dibanding tanaman lainnya, (ii) Tumbuhan dapat mentoleransi unsur dalam tingkat yang tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, dan (iii) Tumbuhan memiliki laju translokasi logam berat dari akar ke tajuk yang tinggi sehingga akumulasinya pada tajuk lebih tinggi dari pada akar (Brown *et al*, 1995).

Hasil penelitian Titi, dkk. (2005) tentang inventarisasi tumbuhan potensial untuk fitoremediasi lahan dan air tercemar limbah logam berat dari tambang emas menunjukkan bahwa beberapa tumbuhan memiliki potensi untuk menyerap logam berat maupun sianida (lihat tabel 2).

Tabel 2. Kandungan Sianida dan timbal pada tumbuhan yang tumbuh di sekitar tailing dan PT Antam Pongkor Bogor

| Jenis Tumbuhan | Famili | Kandungan (ppm) | |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| | | Sianid | Pb |
| <i>Sonchus anensis</i> | Asteraceae | 3.09 | 3.46 |
| <i>Mikania cordata</i> | Asteraceae | 3.99 | 11.65 |
| <i>Limnochoris flava</i> | Butomaceae | 9.59 | n.a |
| <i>Ipomoea sp.</i> | Convolvulceae | 35.7 | 7.30 |
| <i>Fimbristylis miliaceae</i> | Cyperaceae | 1.54 | 4.93 |
| <i>Cyperus compaqtus</i> | Cyperaceae | 2.91 | 1.79 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | Cyperaceae | 1.05 | 0.63 |
| <i>Echinocloa colona</i> | Poaceae | 6.13 | 2.00 |
| <i>Calopogonium mucoides</i> | Poaceae | 3.35 | 6.16 |
| <i>Eleusine indica</i> | Poaceae | 1.18 | 4.67 |
| <i>Ishaemum timorense</i> | Poaceae | n.a | 0.63 |
| <i>Azola</i> | Salvinaceae | 4.62 | n.a |
| <i>Scoparia dulcis</i> | Scropulariaceae | 4.72 | 6.13 |

Keterangan : n.a. tidak dilakukan analisa terhadap jaringan tumbuhan Sampel diambil dari perairan sekitar tailing

Tabel tersebut menunjukkan bahwa *Ipomoea sp* mampu menyerap sianida cukup tinggi yang berarti cukup potensial dikembangkan untuk fitoremediasi sianida. Sementara itu *Mikania cordata* (Burm.f.) mampu menyerap timbal (Pb). Hal ini menunjukkan bahwa ke dua tumbuhan tersebut mempunyai toleransi yang tinggi terhadap lingkungan marginal di lahan penimbunan lumpur tailing sehingga diduga tumbuhan ini potensial sebagai fitoremediator terutama pada sianida dan Pb.

Tanaman dari famili *Brassicaceae* dikenal memiliki banyak jenis tumbuhan hiperakumulator, terutama dari genus *Brassica* yang dapat mengakumulasi logam Cd atau logam toksik lainnya dalam konsentrasi tinggi. Hasil penelitian Rina (2009) menunjukkan bahwa Akumulasi kadmium pada tanaman meningkat seiring dengan penambahan kadmium. Tanaman yang diberi perlakuan 1 ppm dapat mengakumulasi kadmium tertinggi sebanyak 1,213 ppm dan terendah pada perlakuan 0,25 ppm yaitu 0,318 ppm. Demikian juga halnya hasil penelitian Nathalie, *et al.* (2009) yang menunjukkan bahwa hiperakumulasi kadmium banyak

dijumpai pada tanaman famili *Brassicaceae* yaitu *Thalpsi caerulescens*, *T. Praecox*, dan *Arabidopsis halleri* dan dari famili *Crassulaceae* yaitu *Sedum afredii*. Sedangkan tumbuhan hiperakumulasi terhadap Arsenic dijumpai pada famili *Pteridaceae*. Ma *et. al.* In Jose, *et.al* (2009) melaporkan bahwa tumbuhan *Pteris vittata* merupakan hiperakumulator terhadap arsenic (lebih dari 1000 mg As per kg berat kering tunas). Hasil penelitian Reginawanti, dkk. (2004) menunjukkan ada korelasi nyata antara peningkatan akumulasi Pb dan Cadmium pada buah tomat dengan peningkatan pemberian dosis lumpur yang mengandung logam berat tersebut.

Tanaman telah mengembangkan tiga strategi dasar untuk tumbuh di tanah yang terkontaminasi oleh logam yaitu : (Baker and Walker, 1990 dalam Abdul, *et.al.* 2001).

1. Metal excluders: Tanaman ini secara efektif mencegah logam berat memasuki area bagian atas tanaman, namun konsentrasi logam di sekitar area perakaran masih tinggi demikian juga di akar.

2. Metal indicators : Tanaman ini mengakumulasi logam pada jaringan bagian atas tanaman dan kadar logam dalam jaringan tanaman ini umumnya mencerminkan kadar logam di dalam tanah.

3. **Akumulator** : tanaman hiperakumulator dapat menimbun konsentrasi logam yang tinggi dalam jaringan tanamannya bahkan melebihi konsentrasi didalam tanah. Tanaman yang mengandung lebih dari 0.1% unsur Ni, Co, Cu, Cr atau Pb atau 1% unsur Zn pada daun atau per berat kering biomassa terlepas dari konsentrasi logam dalam tanah disebut sebagai tanaman hiperakumulator.

Tanaman bunga matahari (*Tithonia diversifolia* dan *Helianthus annuus*) juga merupakan tanaman yang efektif untuk remediasi logam Pb dan Zn. Hasil penelitian Johnson Kayode Adesodun & Mutiau O. Atayese & T. A. Agbaje & Bose A. Osadiaye & O. F. Mafe & Adeniyi A. Soretire (2009) menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Pb dan Zn berkurang di dalam tanah sejalan dengan meningkatnya umur tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap yaitu tahap pertama analisis konsentrasi kandungan polutan yang terdapat pada beberapa sampel lahan di sekitar Kawasan Industri Medan (KIM)

Tabel 1. Hasil analisa logam berat dari tanah kawasan industri medan

| Daerah Sampel | Cadmium (Cd) mg/l | Plumbum (Pb) mg/l | Arsen (Ar) mg/l |
|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| I | 0.38 | 0.54 | 0.16 |
| II | 0.47 | 0.98 | 0.24 |
| III | 0.35 | 0.61 | 0.18 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada ketiga sampel yang diamati diatas ambang toleransi. Hal ini disebabkan daerah pengambilan sampel masih dalam radius 500 meter dari kawasan industry sehingga

dan tahap kedua menguji kemampuan beberapa jenis tanaman hias tumbuh dan beradaptasi terhadap konsentrasi polutan yang berbeda pada media tanam. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan pot tanaman di rumah kaca. Penelitian dirancang dengan Rancangan acak kelompok faktorial 2 (dua) faktor. Faktor pertama (I) adalah perbandingan kompos dengan tanah terkontaminasi terdiri dari 6 taraf :

P1: Tanpa pencemaran

P2: 20% tanah terkontaminasi

P3: 40% tanah terkontaminasi

P4: 60% tanah terkontaminasi

P5: 80% tanah terkontaminasi

Faktor kedua (II) adalah jenis tanaman hias:

T1: *Sansevieria trifasciata*.

T2: *Dracaena fragrans*.

T3: *Diffenbachia sp.*

T4: *Phylodendron hederaceam*

T5 : *Agave sp.*

T6 : *Codiatum variegatum*

T7 : *Anthurium crystallium*

T8 : *Chrysalidocarpus lutescens*

Sehingga diperoleh 40 kombinasi perlakuan

HASIL PENELITIAN

1. Analisa awal

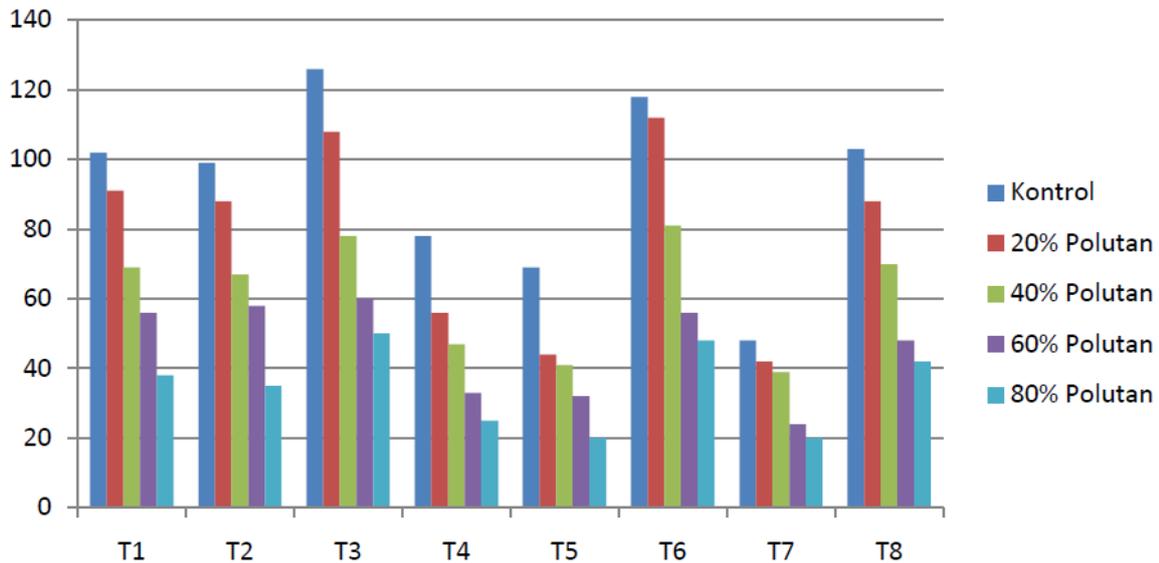
Hasil analisa tanah dari daerah kawasan industri medan yang merupakan sampel penelitian disajikan pada tabel 1.

potensi pencemaran tanah masih relatif tinggi.

2. Pertambahan Biomassa Tanaman

Hasil pengamatan terhadap pertambahan biomassa tanaman selama 3

bulan pengamatan tanaman hias yang diuji disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan biomassa tanaman pada kadar polutan yang berbeda

Gambar 1 menunjukkan ada 3 jenis tanaman dengan pertambahan biomassa paling besar yaitu *Diffenbachia* sp. *Codiatum* sp dan *Chrysalidocarpus lutescens*. Hal ini menunjukkan ketiga jenis tanaman hias tersebut mempunyai toleransi yang relative tinggi terhadap tanah yang tercemar logam berat.

3.Serapan Logam Berat pada Tanaman

Hasil pengamatan terhadap serapan logam berat oleh tanaman selama 3 bulan pengamatan tanaman hias yang diuji disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Kandungan logam berat pada tanaman selama 3 bulan

| Perlakuan | Kandungan logam berat (mg/kg) |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| <i>Sansevieria</i> sp. | 162 mg/kg |
| <i>Dracaena</i> sp. | 102 mg/kg |
| <i>Diffenbachia</i> sp. | 246 mg/kg |
| <i>Phylodendron</i> sp. | 81 mg/kg |
| <i>Agave</i> sp. | 68 mg/kg |
| <i>Codiatum</i> sp. | 291 mg/kg |
| <i>Anthurium</i> sp. | 72 mg/kg |
| <i>Chrysalidocarpus lutescens</i> | 185 mg/kg |

Tabel 2 menunjukkan kemampuan tanaman hias sebagai akumulator logam berat pada jaringan tanaman. Hyperakumulatyor terbaik adalah *Codiatum* sp., *Diffenbachia*, sp dan *chrysalidocarpus lutescens*. Hal ini

disebabkan karena kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan tercemar relative lebih baik dibandingkan dengan jenis tanaman hias lainnya. Perbandingan serapan logam berat pada masing-masing

tanaman hias disajikan pada gambar berikut ini.

SIMPULAN

Biomassa tanaman tertinggi diperoleh pada *Diffenbachia sp.* diikuti oleh *Codiatum variegatum*, *Chrysalidocarpus lutescens*, *Sansevieria trifasciata* dan *Dracaena fragrans*. Serapan logam berat terbesar diperoleh pada *Codiatum variegatum* (291 mg/kg) diikuti oleh *Diffenbachia sp.* (246 mg/kg), *Chrysalidocarpus lutescens* (185 mg/kg), *Sansevieria trifasciata* (162 mg/kg) dan *Dracaena fragrans* (102 mg/kg). *Diffenbachia sp.*, *Codiatum variegatum* dan *Chrysalidocarpus lutescens* adalah tanaman hias potensial sebagai hyperakumulator untuk logam berat di kawasan industry

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul R. MEMON, DiÜdem AKTOPRAKLIGÜL, Aylin .ZDEMÜR, Anastassia VERTII, 2001. Heavy metal accumulation and detoxification mechanism in plants. Turk Journal of. Bot. 25. p 11-121.
- Arif Sumantri, Nanny Harmani, Bambang Wibisono, 2008. Studi pengelolaan Lingkungan berkelanjutan di Wilayah Pengendapan Pasir Sisa Tambang. Study on Environmental Management Sustainability in the Deposition Area. Jurnal Ekologi Kesehatan Vol. 7 No. 2, Agustus 2008. Hal. 758 - 768
- Brown S.L., R.L.Chaney, J.S.Angle and A.J.M. Baker. 1995. Zink and Cadmium uptake by hyperaccumulator **Thlaspi caerulescens** grown in nutrient solution. *Soil science Society of America Journa* 59:125-133.
- Charlene, 2005. Pencemaran logam berat timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-sayuran. Makalah pada PS. PSL.
- Johnson Kayode Adesodun & Mutiau O. Atayese & T. A. Agbaje & Bose A. Osadiaye & O. F. Mafe & Adeniyi A. Soretire, 2009. Phytoremediation Potentials of Sunflowers (*Tithonia diversifolia* and *Helianthus annuus*) for Metals in Soils Contaminated with Zinc and Lead Nitrates. *Water Air Soil Pollut.* DOI 10.1007/s11270-009-0128-3
- Jose R. Peralta-Video, Martha Laura Lopez, Mahesh Narayan, Geoffrey Saupe and Jorge Gardea-Torresdey, 2009. The Biochemistry of environmental heavy metal uptake by plants : Implications for the food chain. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 41. p. 1665-1677.
- Nathalie Verbruggen, Christian Hermans and Henk Schat, 2009. Mechanism to cope with Arsenic or Cadmium excess in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 12 p. 364-372.
- Prasad, M.N, and Helena Maria de Oliveira Freitas, 2003. Metal in plants - Biodiversity prospecting for phytoremediation technology *Electronic Journal of Biotechnology* ISSN: 0717-3458 Vol.6 No.3, Issue of December 15, 2003. by Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – Chile.
- Reginawanti Hindersah, A. Marthin Kalay dan Barti Setiani Muntalif, 2004. Akumulasi Pb dan Cd pada buah tomat yang ditanam di tanah mengandung Lumpur kering dari instalasi pengilahan air limbah domestic. Makalah seminar PATPI.
- Rina, 2009. Pengaruh kadmium terhadap pertumbuhan pakcoy (*Brassica*

- rapa*). Skripsi. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB.
- Rufus L. Chaney^{1*}, Minnie Malik², Yin M. Li¹, Sally L. Brown¹, Eric P. Brewer², J. Scott Angle² and Alan J.M. Baker³, 200 ,
Phytoremediation of Soil Metals.
- ¹ Environmental Chemistry Lab, US Department of Agriculture-Agricultural Research Service, Bldg.
- ² Dept. Natural Resources and Landscape Architecture, University of Maryland, College Park,.
- ³ Dept. Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield, S10 2UO, United Kingdom.
- Salt, D.E., Smith, R.D., Raskin, I., (1998): Phytoremediation. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49; 643-668.
- Sodiq Pratomo, Sumarno & M. Ahkam Subroto ,2004. Fitoremediasi Zn (Seng) Menggunakan Tanaman Normal dan Transgenik *Solanum nigrum* L. PROSIDING SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2004 ISSN : 1411 – 4216.
- Titi Juhaeti, fauzia Syarif dan Nuril Hidayati, 2005. Inventarisasi tumbuhan potensial untuk fitoremediasi lahan dan air terdegradasi penambangan emas. Biodivesitas vol. 6 No. 1. hal. 31-33.
- Vanessa Nessner Kavamura and Elisa Esposito, 2009. Biotechnological strategies applied to the decontamination of soil polluted with heavy metals. Biotechnology advances 28. p. 61 – 69.
- Wensheng Shu and Hanping Xia, 200 , Integrated Vetiver Technique for Remediation of Heavy Metal Contamination: Potential and Practice. 2School of Life Science,

Sun Yatsen (Zhongshan) University, Guangzhou 510500, China 1South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China

