

## REHABILITASI TANAH SAWAH TERCEMAR LOGAM BERAT Pb DAN Cd MELALUI FITOREMEDIASI

Sandra Sukmaning Adji  
Institut Pertanian Bogor

### ABSTRACT

*It is indicated that rice field soil and plants on Rancaekek Bandung is containing heavy metal elements. This research aims to find out rehabilitation method for rice field soil by phytoremediation. Experiment was conducted in greenhouse. Vegetation used for this research were eceng gondok, mendong, akar wangi and haramay. The vegetation treatment was conducted under greenhouse experiments using Complete Randomized Design (CRD). Result showed that the use of vegetation had reduced the volume of Pb and Cd in the soil. Heavy metals are also contained within the roots and the leaves of the indicator plants. Mendong contained the highest concentration of Pb accumulated in its root, while akar wangi was indicated as contained Cd in its roots. Eceng gondok was indicated as containing the highest concentration of Pb and Cd accumulated in its leaves*

*Keywords: eceng gondok, mendong, akar wangi, haramay, Pb, Cd*

Tanah sawah di desa Linggar Kecamatan Rancaekek Kabupaten Bandung terindikasi mengandung logam berat. Penelitian yang dilakukan oleh Suganda *et al.*, (2002) menunjukkan bahwa tanah sawah di daerah sekitar Rancaekek pada 11 titik pengamatan yang diambil dari kedalaman 0 – 20 cm mengandung logam berat yaitu Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, dan Ni. Adanya logam berat dalam tanah berimplikasi pada terangkutnya logam berat tersebut dalam jaringan tanaman, terutama bila logam berat terdapat dalam bentuk terlarut. Bila tanaman yang mengikatnya adalah tanaman pangan seperti padi maka pencemaran logam berat akan lebih berbahaya bagi manusia. Penelitian yang dilakukan oleh Suganda *et al.*, menerangkan bahwa hasil tanaman padi sawah juga mengandung logam berat seperti Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, dan Ni yang tertranslokasi dalam jerami dan beras. Menurut Darmono (2002) beras yang mengandung logam berat bila dikonsumsi terus-menerus akan terakumulasi di dalam tubuh dan dapat menyebabkan toksisitas kronis sehingga dapat merusak fungsi organ hati, ginjal, dan kerapuhan tulang.

Adanya kandungan logam berat dalam tanah dapat dikurangi melalui penanaman tanaman pengikat logam berat. Tanaman ini mempunyai bentuk yang beraneka ragam, baik yang berwujud seperti alang-alang maupun membentuk jalinan berupa rumpun. Teknologi untuk memperbaiki lahan dengan menggunakan tanaman dikenal dengan sebutan fitoremediasi (Hasegawa, 2002). Salah satu mekanisme pengikatan logam berat dalam tanah oleh tanaman pengikat logam dilakukan melalui penyerapan. Namun keberadaan logam berat dalam tanah dapat terjerap atau terikat oleh tanaman bila berada dalam bentuk ion dalam larutan tanah atau dalam bentuk senyawa organik kompleks yang larut (Saeni & Wuryandari, 1997). Logam berat dalam tanah yang diserap oleh akar selanjutnya akan terakumulasi dalam akar, batang, daun, buah dan biji. Beberapa tumbuhan yang

telah dicoba ditanam untuk mengikat logam berat antara lain adalah *Jasione montana*, *Brassica juncea*, *Thiaspia caerulea* (Hasegawa).

Di Indonesia ada beberapa tumbuhan yang dapat digunakan untuk mengikat logam berat di antaranya eceng gondok, mendong, akar wangi dan haramay. Eceng gondok dikenal sebagai biofilter cemaran logam berat (Lukito, 2001), sedang akar wangi digunakan untuk konservasi tanah dan air karena akarnya relatif dalam, kuat dan lebat (Dedi, Roswan, & Laksmanahardja, 1990). Tumbuhan yang digunakan untuk mengikat logam berat dalam tanah ini bukanlah tanaman pangan namun tanaman yang dapat digunakan untuk keperluan lain seperti bahan-bahan kerajinan, seperti: tikar, anyaman tas, dan sebagainya. Tanaman pengikat tersebut pada umumnya tidak banyak mempengaruhi lingkungan (Hasegawa, 2002; Ohkawa, 2001). Dengan demikian keberadaan tumbuhan pengikat logam dapat dicobakan untuk mengurangi kandungan logam berat dalam tanah sehingga perbaikan tanah sawah tercemar logam berat dapat dilakukan melalui tindakan fitoremediasi.

Logam berat dalam tanaman padi yang tumbuh pada tanah persawahan mengandung logam berat menunjukkan bahwa tanah sawah tersebut telah tercemar logam berat. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya perbaikan tanah, misalnya dengan penggunaan tanaman pengikat logam berat agar kandungan logam berat menurun. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dipelajari pengaruh beberapa tanaman pengikat logam berat untuk menurunkan kandungan Pb dan Cd di dalam tanah.

Selanjutnya penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan cara rehabilitasi tanah sawah tercemar logam berat melalui penggunaan tumbuhan penjerap logam. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Kemampuan tumbuhan eceng gondok, mendong, akar wangi, dan haramay dalam menurunkan kandungan Pb dan Cd dalam tanah.
2. Konsentrasi dan serapan logam Pb dan Cd dalam akar tumbuhan eceng gondok, mendong, akar wangi, dan haramay.
3. Konsentrasi dan serapan logam Pb dan Cd dalam daun tumbuhan eceng gondok, mendong, akar wangi, dan haramay.

Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai masukan bagi para petani dalam usaha rehabilitasi tanah tercemar logam berat, khususnya tanah sawah yang terkena dampak negatif dari kegiatan industri di sekitar daerah pertanian.

## **METODOLOGI**

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor di jalan Laladon Raya. Tanah yang terindikasi mengandung logam berat di ambil dari tanah sawah di Blok Rancakeong desa Linggar, kecamatan Rancaekek, yaitu suatu wilayah perbatasan antara Kabupaten Bandung dan Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Lokasi tanah sawah berjarak sekitar 300 meter sebelah kiri dari sungai Cikijing yang juga terindikasi mengandung logam berat

Analisis awal dan akhir sampel tanah serta uji kandungan logam berat dalam tanah dan tanaman dilakukan pada Laboratorium Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2003 hingga Juli 2004.

Bahan penelitian yang digunakan antara lain: bibit eceng gondok, mendong, akar wangi dan haramay yang diperoleh dari daerah yang jauh dari industri. Bibit eceng gondok diperoleh dari daerah Pacet – Puncak, Cianjur, sedang bibit mendong diperoleh dari Ciamis, bibit akar wangi diperoleh dari Leuwiliang dan bibit haramay diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Cimanggu Bogor. Pupuk urea, SP 36, KCl, dan contoh tanah yang digunakan adalah tanah sawah yang tercemar logam berat dari wilayah Desa Linggar Kecamatan Rancaekek.

Sebanyak 8 kg tanah dimasukkan dalam pot/ember ukuran diameter 30 cm dan tinggi 30 cm, kemudian ditanami tumbuhan sesuai dengan perlakuan. Benih yang dipakai adalah 0,5 g/pot dan perlakuan yang digunakan adalah; tidak ditanami, ditanami eceng gondok, mendong, akar wangi dan haramay. Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap dengan menggunakan empat ulangan, sehingga total satuan percobaan adalah 20. Panen dilakukan setelah umur 4 bulan. Analisis dilakukan pada tanah, akar, dan daun terhadap unsur Pb dan Cd.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### PENGARUH FITOREMEDIASI TERHADAP KANDUNGAN Pb DAN Cd

#### Kandungan Logam Berat dalam Tanah

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan tumbuhan berpengaruh nyata pada penurunan kandungan logam Cd dalam tanah (ekstrak dengan  $\text{NH}_4\text{COOH}$ ) namun tidak demikian untuk logam Pb. Pengaruh eceng gondok dalam menurunkan kandungan Cd tanah lebih tinggi dibandingkan dengan tiga tumbuhan lainnya.

Tabel 1. Nilai Rata-rata Kandungan Logam di Tanah

Jenis Perlakuan	Kandungan Logam dalam Tanah (ppm)		
	Pb	Cd	
Tanpa tumbuhan	1,8325	0,4550	a
Eceng gondok	1,6375	0,3525	c
Mendong	1,6325	0,4175	ab
Akar wangi	1,6300	0,3800	bc
Haramay	1,7275	0,4050	ab

#### Keterangan:

Angka/nilai dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut BNJ

Bila dibandingkan dengan tanpa tumbuhan maka haramay mampu menurunkan Pb tersedia sebesar 5,72%, eceng gondok sebesar 10,64%, mendong sebesar 10,91% dan akar wangi sebesar 11,05%. Sementara untuk logam Cd tumbuhan mendong mampu menurunkan logam Cd tersedia dalam tanah sebesar 8,24%, haramay sebesar 10,98%, akar wangi sebesar 16,48% dan eceng gondok sebesar 22,52%.

Dengan demikian masing-masing tumbuhan mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menurunkan kandungan logam dalam tanah. Adanya penurunan kandungan logam berat dalam tanah diduga karena sebagian ion logam diserap tumbuhan. Selanjutnya bila ditinjau keberadaan

logam berat total dalam tanah (ekstrak  $\text{HClO}_4 + \text{HNO}_3$  pekat), hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan tanaman pengikat logam yaitu eceng gondok, mendong, akar wangi, dan haramay tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan logam Pb total di dalam tanah kecuali eceng gondok terhadap kandungan Cd. Namun penggunaan keempat tumbuhan ini cenderung menurunkan logam berat dalam tanah. Kandungan logam berat dalam tanah tertera pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa eceng gondok merupakan tumbuhan tertinggi dalam menurunkan kandungan Pb dan Cd dalam tanah.

Tabel 2. Nilai Rata-rata Kandungan Logam di Tanah

Jenis Perlakuan	Kandungan Logam dalam Tanah (ppm)	
	Pb	Cd
Tanpa tumbuhan	30,03	2,75 a
Eceng gondok	27,26	1,69 b
Mendong	28,28	1,91 ab
Akar wangi	28,81	1,96 ab
Haramay	28,89	2,05 ab

Keterangan:

Angka/nilai dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut BNJ

Bila dibandingkan dengan tanpa tumbuhan (kontrol), penggunaan eceng gondok mampu menurunkan kandungan Pb di tanah sebesar 9,22%, dan Cd sebesar 38,54%. Mendong mampu menurunkan kandungan Pb sebesar 5,83% dan Cd sebesar 30,54%. Selanjutnya akar wangi mampu menurunkan kandungan Pb sebesar 4,06%, dan Cd sebesar 28,73%. Sementara haramay mampu menurunkan kandungan Pb sebesar 3,46% dan Cd sebesar 25,45%.

Sementara penelitian serupa yang dilakukan di lapang oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Agroklimat dan Tanah bekerjasama dengan Dinas Kependudukan dan Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung seperti dilaporkan oleh Kurnia, *et al.* (2003) menunjukkan bahwa eceng gondok dan mendong mampu menurunkan kandungan logam berat dalam tanah sawah namun tidak demikian untuk akar wangi dan haramay. Adapun hasil analisis tanah sawah dengan menggunakan pengestrak  $\text{HClO}_4 + \text{HNO}_3$  seperti tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kandungan Logam di Tanah

Jenis Perlakuan	Kandungan Logam dalam Tanah (ppm)*	
	Pb	Cd
Tanpa tumbuhan	13,74	0,13
Eceng gondok	11,52	0,11
Mendong	12,71	0,11

\* = Kurnia *et al.*, 2003

**Konsentrasi Logam serta Serapannya di Akar**

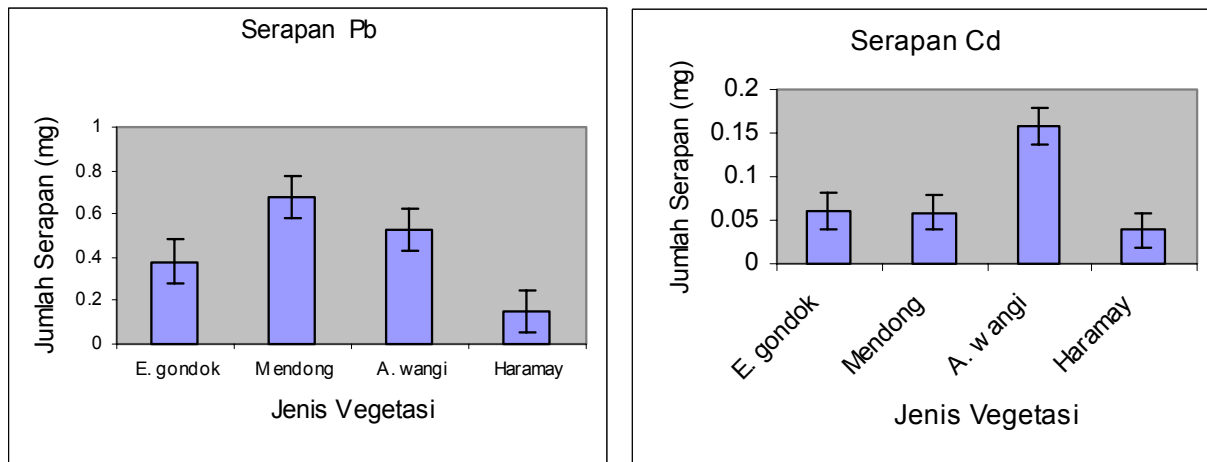
Data kandungan logam dalam akar tertera pada Tabel 4 dan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata kandungan Pb dan Cd pada akar dari keempat tumbuhan.

Tabel 4. Kandungan Logam Berat dalam Akar

Macam Tumbuhan	Kandungan Logam Berat dalam Akar (ppm)	
	Pb	Cd
Eceng gondok	21,37 a	2,71 a
Mendong	21,69 a	2,06 a
Akar wangi	5,95 b	1,78 ab
Haramay	6,15 b	1,26 b

Keterangan:

Angka/nilai dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut BNJ



Gambar 1. Serapan Logam dalam Akar Tumbuhan

Berdasarkan uji nilai tengah berpasangan dapat diterangkan bahwa kandungan Pb pada Eceng gondok tidak berbeda nyata dengan mendong namun berbeda nyata dengan akar wangi dan haramay, selanjutnya akar wangi tidak berbeda nyata dengan haramay. Sementara untuk logam Cd, eceng gondok tidak berbeda nyata dengan mendong dan akar wangi akan tetapi berbeda nyata dengan haramay, selanjutnya akar wangi tidak berbeda nyata dengan haramay. Berdasarkan uraian tersebut dapat dijelaskan bahwa eceng gondok dan mendong mampu mengakumulasi logam di akar lebih tinggi dibandingkan dengan akar wangi dan haramay. Tingginya kandungan Pb dan Cd pada akar eceng gondok dan mendong diduga karena kedua tumbuhan ini mempunyai banyak bulu-bulu akar yang memungkinkan ion logam lebih banyak diserap oleh akar.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata serapan Pb dan Cd dalam akar dari keempat tumbuhan pada taraf 0,05. Selanjutnya hasil uji nilai tengah berpasangan menunjukkan bahwa tumbuhan yang menyerap Pb di akar tertinggi adalah mendong sebesar 0,6781 mg/pot, dan secara statistik berbeda nyata dengan haramay, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan eceng gondok dan akar wangi. Selanjutnya akar wangi merupakan tumbuhan yang paling tinggi menyerap Cd (0,1579 mg/pot), dan berbeda nyata dibandingkan dengan tiga tumbuhan lainnya. Besarnya serapan pada akar keempat tumbuhan seperti tertera pada Gambar 1.

### Kandungan dan Serapan Logam di Daun

Daun tumbuhan yang tumbuh pada tanah yang mengandung logam berat tinggi akan mengandung logam berat yang tinggi pula karena daun tanaman mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi logam. Hasil ini ditunjukkan pada hasil percobaan rumah kaca seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Logam Berat dalam Daun

Macam Tumbuhan	Kandungan Logam Berat di Daun (ppm)	
	Pb	Cd
Eceng gondok	14,01 b	1,75 b
Mendong	5,44 c	0,94 c
Akar wangi	5,94 c	0,56 d
Haramay	24,64 a	2,90 a

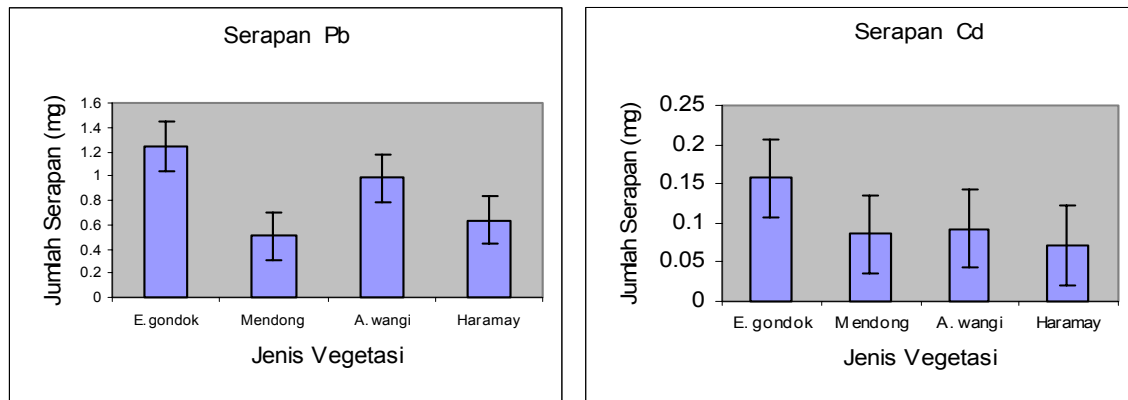
Keterangan:

Angka/nilai dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut BNJ

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata kandungan Pb dan Cd pada daun dari keempat tumbuhan. Kandungan Pb pada haramay lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan ketiga tumbuhan lainnya. Selanjutnya kandungan Pb pada eceng gondok lebih tinggi dibandingkan akar wangi dan mendong, namun antara akar wangi dan mendong tidak berbeda nyata. Sementara untuk Cd, kandungan Cd di daun tertinggi ada pada haramay, urutan berikutnya eceng gondok, akar wangi dan mendong.

Berdasarkan uraian diatas dapat dijelaskan bahwa eceng gondok dan haramay mampu mengakumulasi Pb dan Cd lebih tinggi dibanding dengan mendong dan akar wangi. Tingginya kandungan logam berat pada eceng gondok diduga karena tumbuhan ini mempunyai kemampuan tinggi dalam mengikat logam melalui akarnya. Sementara pada haramay diduga karena adanya pengaruh respirasi akar dan asam-asam organik di daerah perakaran, akibatnya Pb dan Cd yang ada disekitar akar menjadi lebih mudah diserap oleh perakaran tumbuhan. Pendias & Pendias (2000) menjelaskan bahwa adanya eksudat akar akan menyebabkan tersedianya asam-asam organik disekitar perakaran sehingga pH tanah menurun, dan adanya penurunan pH menyebabkan logam berat mudah terserap.

Adanya tanaman yang mengandung logam berat menunjukkan adanya kemampuan serapan dari tumbuhan tersebut terhadap Pb dan Cd di daun seperti tertera pada Gambar 2. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan ada pengaruh nyata pemberian keempat tumbuhan terhadap serapan logam berat dalam daun. Eceng gondok merupakan tumbuhan tertinggi (1,2423 mg/pot) dalam menyerap Pb di daun dibandingkan dengan mendong, akar wangi dan haramay. Akan tetapi secara statistik eceng gondok tidak berbeda nyata bila dibandingkan dengan akar wangi, dan haramay, namun berbeda nyata dengan mendong. Selain Pb, eceng gondok juga menyerap Cd tertinggi (0,1577 mg/pot) di daun dan berbeda nyata dengan mendong dan haramay namun tidak berbeda nyata dengan akar wangi.



Gambar 2. Serapan Logam di Daun

Tingginya kemampuan eceng gondok dalam melakukan penyerapan diduga karena eceng gondok mempunyai vakuola yang besar dalam struktur selnya sehingga mampu menyimpan logam berat dalam jaringan tanaman.

Berdasarkan uraian tersebut dapat diterangkan bahwa pengikatan logam berat dalam tanah bervariasi pada setiap tanaman. Meskipun eceng gondok relatif lebih tinggi menyerap logam dalam daun, namun akar wangi mampu mengikat kuat logam dalam akar. Selanjutnya dapat dijelaskan bahwa kemampuan menyerap atau mengakumulasi logam berat pada jaringan tanaman berbeda untuk setiap jenis tumbuhan. Kemampuan menerima dan mengakumulasi logam berat pada berbagai jaringan tanaman berbeda untuk tiap jenis tumbuhan. Hal ini sejalan dengan pendapat Fergusson (1991) yang menerangkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kadar logam berat pada tumbuhan di antaranya adalah jenis tumbuhan, kadar, dan ketersediaan logam berat tersebut dalam tanah.

Dengan demikian dapat diterangkan bahwa untuk merehabilitasi tanah sawah di wilayah Rancaekek dapat dilakukan melalui fitoremediasi dengan menggunakan eceng gondok dan mendong. Penggunaan tumbuhan dapat menjadi satu masukkan karena penanaman dengan jangka waktu yang lama diharapkan dapat menghasilkan penurunan kandungan logam berat yang lebih besar lagi.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Tanah sawah tercemar Pb dan Cd dapat dikurangi melalui tindakan fitoremediasi.
- Eceng gondok, mendong, akar wangi, dan haramay merupakan tumbuhan yang dapat digunakan untuk rehabilitasi tanah sawah tercemar logam berat.
- Kemampuan menyerap logam berat pada masing-masing tumbuhan berbeda.

Sedangkan saran yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut.

- Tumbuhan dapat digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat dalam tanah tercemar logam berat.

- b. Untuk keberlangsungan kegiatan usahatani di desa Linggar disarankan adanya koordinasi bersama dengan melibatkan dukungan berbagai pihak, baik dari pihak pemerintah daerah, pengusaha maupun masyarakat setempat untuk menjaga kualitas tanah sawah sekitarnya.

## **REFERENSI**

- Darmono. (2001). *Lingkungan hidup dan pencemaran; Hubungannya dengan toksikologi senyawa logam*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Dedi, S.E., Rosman, R. & Laksmanahardja, M.P. (1990). Budidaya akar wangi. *Prosiding Symposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Buku VII. Tanaman Akar Wangi Nomor 13*. Hal. 1069 – 1074. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.
- Fergusson, J.E. (1991). *The heavy elements: Chemistry, environmental impact and health effects*. London: Pergamon Press,
- Hasegawa, I. (2002). Phytoremediation a novel strategy for removing toxic heavy metals for contaminated soils using plants. *Farming Japan*. 36 (6): 10 –15.
- Kurnia, U., Erfandi, D.D., Sutono, S., & Kusnadi, H. (2003). Penelitian rehabilitasi dan reklamasi tanah sawah tercemar limbah industri tekstil di Kabupaten Bandung. *Laporan akhir. Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif dengan Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Daerah Kabupaten Bandung*. Bogor: Balai Penelitian Tanah Puslitbangtanak.
- Lukito, A.M. (2001). *Tanaman air*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Ohkawa, H. (2001). Strategies for transgenic plants reducing contamination of environmental chemicals. *Farming Japan*, 36 (6): 22 - 27
- Pendias, A.K. & Pendias, H. (2000). *Trace elements in soil and plants*, 2<sup>nd</sup> Ed. London: CRC Press
- Saeni, M.S. & Wuryandari, H.R. (1997). Pencemaran Pb, Cd dan Cu dalam kangkung, bayam dan air terhadap pencemaran dalam rambut di Kotamadya Bogor. *Buletin Kimia*, 12: 55-65.
- Suganda, H., Setyorini, D., Kusnadi, H., Saripin I., & Kurnia, U. (2002). *Evaluasi pencemaran limbah industri untuk kelestarian sumberdaya lahan sawah*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.