

**FITOREMEDIASI LIMBAH YANG MENGANDUNG TIMBAL (Pb) DAN KROMIUM (Cr)  
DENGAN MENGGUNAKAN KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica*)**

Imbar Agusetyadevy<sup>\*)</sup>, Sri Sumiyati<sup>\*)</sup>, Endro Sutrisno<sup>\*)</sup>

**ABSTRACT**

*Heavy metal contamination of waste containing lead (Pb) and chromium (Cr) is a serious problem on the current environmental conditions. Many industries that lead to increased pollution of water sources from waste discharged into waters without first processing. One of the processing environment is contaminated with lead and chromium phytoremediation technology. Plants absorb Pb and Cr potentially one of the plant water spinach (*Ipomoea aquatica*). The study was conducted to determine how much decrease in the concentration of lead (Pb) and chromium (Cr) and for analysis of wet plant water spinach (*Ipomoea aquatica*) and the long residence time of optimum to reduce waste containing concentrations of lead (Pb) and chromium (Cr) . Results of the study was a large decrease in Pb concentration of 0.5 mg/l and 0.8 mg/l by the swamp water, reaching 0.001 mg/l and 0.034 mg/l. While the decline in the concentration of Cr 1.5 mg/l and 2 mg/l was 0.25 mg/l and 0.623 mg/l. Analysis of wet kale optimum water is 100 grams. The method of absorption of Pb and Cr concentrations by water spinach is rhizofiltrasi and fitoekstraksi.*

**Keywords:** *Phytoremediation, Lead (Pb), chromium (Cr), Ipomoea aquatic, decrease in concentration*

## PENDAHULUAN

Pencemaran limbah logam berat mengandung timbal (Pb) dan kromium (Cr) merupakan masalah terhadap kondisi lingkungan saat ini. Logam berat banyak ditemukan hampir pada semua jenis limbah industri. Semakin banyaknya industri akan menyebabkan peningkatan pencemaran terhadap sumber air yang berasal dari limbah industri yang dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Salah satu buangan limbah berbahaya yang mencemari lingkungan yaitu timbal (Pb) dan kromium (Cr). Timbal (Pb) dihasilkan di industri baterai, industri kimia menggunakan bahan pewarna, dll. Sedangkan logam kromium (Cr) dihasilkan di industri tekstil, industri *electroplating*, industri obat-obatan. Konsentrasi Pb dan Cr yang berlebih akan menimbulkan terganggunya biota perairan dan kesehatan manusia seperti anemia berat, kerusakan susunan saraf, terganggunya fungsi imun, mual, muntah, kerusakan ginjal yang dapat terjadi dalam waktu jangka panjang (Eddy,2010).

Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan pemulihan terhadap badan air yang sudah terkontaminasi oleh timbal dan kromium agar tidak berdampak buruk bagi biota perairan. Salah satu tindakan pemulihan yang dapat digunakan yakni teknologi fitoremediasi dengan memanfaatkan penggunaan tumbuhan untuk menurunkan dan menghilangkan konsentrasi Pb dan Cr di dalam badan air. Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai tumbuhan fitoremediasi yaitu kangkung air (*Ipomoea*

*aquatic*). Hal ini ditunjukkan oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Syaiful dimana kangkung air mampu menyerap logam berat pada konsentrasi tinggi dan dapat meningkatkan mutu air yang tercemar.

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) merupakan genus *Ipomoea*. Selain dapat digunakan sebagai tanaman fitoremediasi, juga dapat digunakan sebagai bahan makanan manusia dan ternak (Rukmana,2004). Sehingga agak riskan jika dikembangkan sebagai tanaman fitoremediasi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap sebagai berikut :

### 1. Tahap Kultirisasi Tanaman

Waktu pengkulturan kangkung air selama 1 minggu. Pengambilan waktu pengkulturan selama 1 minggu dengan pertimbangan bahwa selama 1 minggu diperkirakan cukup bagi tumbuhan untuk mengembangbiakan tanaman dan dapat dikontrol pertumbuhannya dalam lingkungan reaktor. Adapun langkah-langkah yang dilakukan selama kultirisasi yaitu :

- 1) Pencucian akar kangkung air dari kotoran yang melekat dengan air bersih.
  - 2) Penambahan nutrisi gandum hidropnik 1 gram dan dimasukkan ke dalam 1 liter air.
  - 3) Penanaman kangkung air dalam reaktor dengan menimbang 250 gram berat basah kangkung air.
  - 4) Dilakukan pengamatan selama 7 hari pada pertumbuhan kangkung air pada reaktor tersebut.
- ### 2. Tahap Pembuatan Limbah Mengandung Timbal Dan Kromium

Limbah mengandung timbal yang digunakan dengan konsentrasi 0,5 mg/l dan 0,8 mg/l. sedangkan untuk limbah mengandung kromium 1,5 mg/l dan 2 mg/l.

### 3. Persiapan Media Fitoremediasi

Media fitoremediasi yang digunakan berupa reaktor berukuran 30 cm x 20 cm x 20 cm. Jumlah reaktor fitoremediasi 12 buah yaitu 4 buah perlakuan limbah mengandung timbal (Pb), 4 buah perlakuan limbah mengandung kromium (Cr) dan 4 buah untuk perlakuan kontrol. Masing-masing reaktor perlakuan diberi kangkung air dengan berat basah 50 gram dan 100 gram.

### 4. Tahap Pelaksanaan

#### 1) Pengamatan Faktor Lingkungan

Pada tahap ini dilakukan pengamatan faktor lingkungan karena dapat mempengaruhi pertumbuhan kangkung air. Dalam penelitian ini faktor lingkungan yang diamati yaitu temperatur dan pH.

#### 2) Uji Transpirasi

Transpirasi (T) adalah proses kehilangan air didalam bentuk uap dari jaringan tumbuhan melalui stomata (daun). Evaporasi (E) yaitu proses berubahnya air menjadi uap air yang selanjutnya uap air yang dilepaskan ke atmosfer dalam bentuk gas bersih. Evapotranspirasi (ET) merupakan kombinasi dari proses kehilangan air dari suatu lahan bertanam melalui proses evaporasi dan transpirasi. Proses transpirasi ini terjadi melalui mekanisme penyerapan Pb dan Cr oleh akar tumbuhan. Pengukuran transpirasi pada masing-masing reaktor dengan

menggunakan penggaris yang diukur dari dasar air hingga titik berkurangnya permukaan air. Uji ini dilakukan bersamaan dengan uji fitoremediasi yang dilakukan rentang waktu selama 3 hari sekali. Perhitungan uji transpirasi oleh kangkung air melalui pendekatan perhitungan evapotranspirasi yakni  $T=ET-E$

#### 3) Uji Fitoremediasi

Uji fitoremediasi dalam penelitian ini merupakan metode fitoremediasi yang menggunakan reaktor akuarium. Pada analisis penurunan konsentrasi timbal dan kromium selama 12 hari penelitian. Pengujian konsentrasi timbal dan kromium dilakukan selama 3 hari sekali yaitu pada H-0, H-3, H-6, H-9 dan H-12. Pengujian ini dianggap dapat mempermudah analisis data dalam melihat perubahan sampel karena sampel sudah mengalami perubahan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pengkulturan Kangkung Air

Kangkung air yang digunakan berasal dari lahan kosong di area Tembalang Selatan. Pengkulturan ini dilakukan selama 1 minggu dengan penanaman awal berat basah 250 gram pada skala laboratorium. Tujuan dari pengkulturan ini yaitu untuk mengembangbiakkan kangkung air sebelum masuk ke tahapan penelitian fitoremediasi. Pengkulturan kangkung air ini menggunakan nutrisi hidroponik agar pertumbuhannya optimal.



**Gambar 1.1 Hasil Kultur Kangkung Air**

Pengkulturan kangkung air dengan nutrisi hidroponik didapatkan hasil yang semakin hari semakin pesat pertumbuhannya. Mengingat bahwa kangkung air merupakan tumbuhan yang sangat cepat pertumbuhannya. Di dalam pengkulturan juga membutuhkan cahaya matahari cukup untuk pertumbuhannya.

## 2. Fitoremediasi Timbal dan Kromium dengan Kangkung Air

### a. Pengamatan Faktor Lingkungan

Pertumbuhan tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan agar dapat mencapai pertumbuhan yang optimal. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yaitu pH, temperatur, angin, intensitas cahaya matahari dan nutrisi terlarut. Namun dalam penelitian fitoremediasi timbal (Pb) ini membatasi faktor lingkungan yang diamati adalah temperatur dan pH.

Pada penelitian fitoremediasi timbal dan kromium, faktor lingkungan suhu semua reaktor berkisar 25<sup>0</sup>C-33<sup>0</sup>C. reaktor diletakkan dalam *green house* di luar laboratorium, hal ini mempengaruhi cahaya matahari yang mengakibatkan tingginya suhu setiap reaktor.

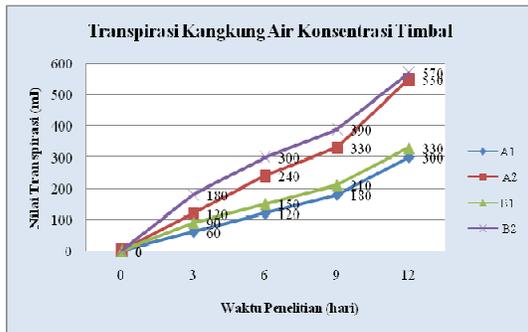
Pada temperatur ini, kangkung air masih tergolong dapat tumbuh dengan baik karena kangkung air tidak dapat tumbuh dengan baik jika suhunya mencapai dibawah 23,9<sup>0</sup>C (Novita,2008).

Pada penelitian fitoremediasi timbal maupun kromium menghasilkan pH kisaran 7-8. Pada pH asam, unsur yang terikat jaringan tumbuhan akan semakin meningkat sedangkan apabila pH basa, unsur yang terserap jaringan tumbuhan semakin sedikit menyebabkan metabolisme menjadi terganggu (Syahputra, 2005). Nilai pH mempengaruhi proses biokimiawi misalnya proses penyerapan logam Pb akan berakhir jika pH rendah yaitu kisaran 3-4(Hefni,2003). pH 7-8 ini tidak menghambat proses penyerapan kangkung air karena mikroorganisme yang membantu dalam menurunkan konsentrasi dapat tumbuh dengan baik pada pH bersifat mendekati netral (Novita,2008).

### b. Uji Transpirasi Kangkung Air

Pada uji transpirasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besar penguapan pada fitoremediasi konsentrasi Pb dan konsentrasi kromium oleh kangkung air. Pengukuran ini dilakukan bersamaan dengan fitoremediasi. Pada awal tinggi permukaan air masing-masing reaktor 10 cm, didapatkan setiap harinya mengalami penurunan muka air dan bertambah besar terjadinya transpirasi. Hal ini terlihat pada hari kesembilan pada reaktor A2 berat basah kangkung air 100 gram dengan besar penurunan 0,75 cm menghasilkan transpirasi sebesar 330

ml. sedangkan pada A1 berat basah kangkung air 50 gram dengan besar penurunan 0,50 cm menghasilkan transpirasi sebesar 180 ml. Begitu pula dengan hari keduabelas, juga mengalami hal yang sama. Pada B1 (50 gram) besar penurunan 0,55 cm, besar transpirasi 210 ml dan B2 (100 gram) besar penurunan 0,85 cm dengan besar transpirasi 390 ml. Pada hari kesembelan. hal ini tidak terjadi 100% seperti hari sebelumnya karena mikroorganisme yang membantu penurunan konsentrasi telah mengalami titik jenuh akibat terpapar Pb.



**Gambar 2.1**

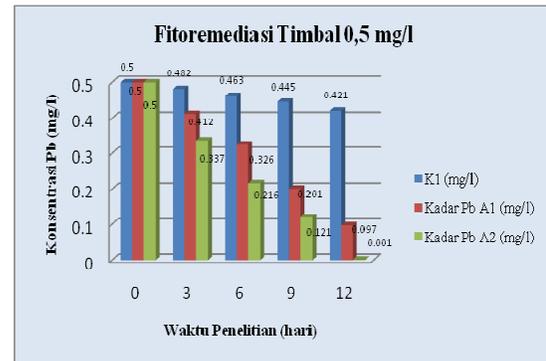
**Transpirasi Kangkung Air Konsentrasi Timbal**

Semakin besar jumlah kangkung air yang digunakan maka semakin tinggi nilai transpirasinya dan sebaliknya semakin kecil jumlah kangkung air yang digunakan maka semakin rendah pula nilai transpirasinya. Semakin banyak air yang diserap kangkung air maka semakin banyak ion logam khususnya Pb yang masuk dalam tubuh kangkung air dan menyebabkan penurunan Pb di perairan.

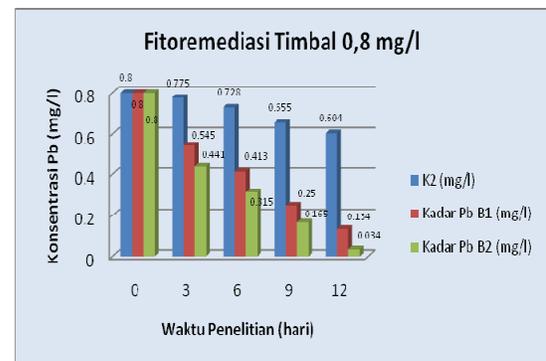
c. Uji Fitoremediasi Timbal (Pb)

Penelitian fitoremediasi ini adalah untuk menganalisis penurunan konsentrasi parameter limbah mengandung timbal (Pb) yang

merupakan hasil dari mekanisme fitoproses yang dilakukan tumbuhan kangkung air. Pada fitoremediasi Pb menggunakan konsentrasi 0,5 mg/l dan 0,8 mg/l. pada Pb 0,5 mg/l A1 hari ke 3 didapatkan penurunan sebesar 0,412 mg/l, efisiensi akumulasi 17,6%, A2 mengalami penurunan sebesar 0,337 mg/l efisiensi akumulasinya 32,6%. Hari ke 12, A1 penurunan 0,097 mg/l sebesar 80,6%. A2 penurunan 0,001 mg/l sebesar 100%. Dan pada B2 mengalami penurunan 0,034 mg/l dengan efisiensi akumulasi 95,8%.



**Gambar 2.2 Hasil Penurunan Konsentrasi Pb 0,5 mg/l oleh Kangkung Air**



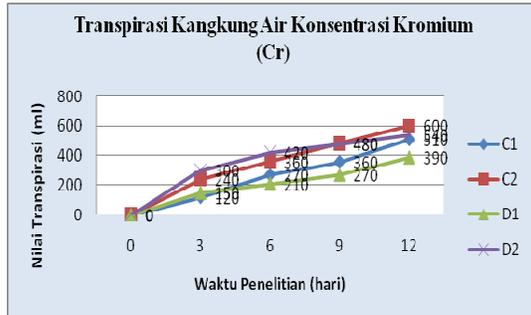
**Gambar 2.3 Hasil Penurunan Konsentrasi Pb 0,8 mg/l oleh Kangkung Air**

Pada hari ketiga, kangkung air masih belum terlihat mengalami gejala keracunan Pb. Pada hari keduabelas, mengalami penurunan konsentrasi yang terjadi karena proses

rhizofiltrasi dan fitoekstraksi. Di sekitar akar kangkung air terdapat mikroorganisme yang membantu menurunkan konsentrasi. Pb yang diserap oleh akar terjadi penimbunan didalamnya, sisanya dibawa ke stomata. Di dalam tubuh kangkung air terjadi metabolisme penguraian Pb yang bercampur dengan oksigen yang menghasilkan  $PbO_2$  yang apabila dilepaskan ke udara tidak mengalami pencemaran lingkungan.

### 3. Fitoremediasi Kromium dengan Kangkung Air

#### a. Uji Transpirasi Kangkung Air



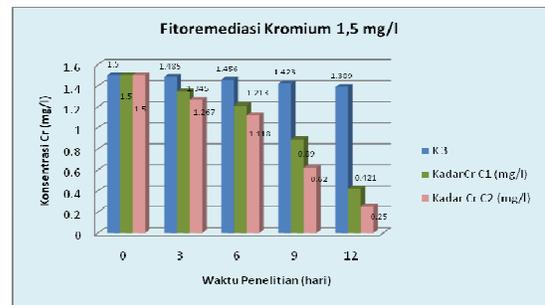
**Gambar 3.1 Transpirasi Kangkung Air Konsentrasi Kromium**

Pada penelitian fitoremediasi Cr didapatkan hasil transpirasi semakin hari semakin besar kehilangan airnya. Ini terlihat pada grafik, hari ke 3 kedua reaktor mengalami transpirasi 100%. Namun, hari kesembilan dan dua belas tidak mengalami 100%. Karena mikroorganisme yang ada di dalam perairan tercemar Pb mengalami kejenuhan akibat terpapar konsentrasi Pb yang tinggi.

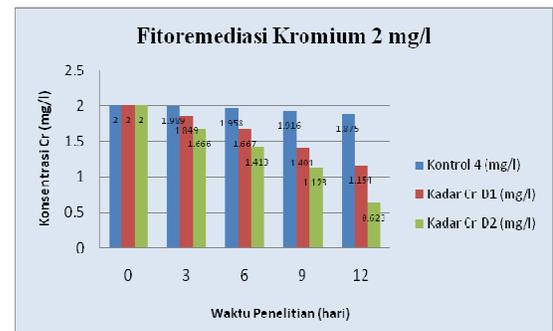
#### b. Uji Fitoremediasi Kromium (Cr)

Pada fitoremediasi Cr menggunakan konsentrasi 1,5 mg/l dan 2 mg/l. Pada Cr 1,5 mg/l C<sub>1</sub> hari ke 3 didapatkan penurunan

sebesar 1,345 mg/l, efisiensi akumulasi 10,3%, C<sub>2</sub> mengalami penurunan sebesar 1,267 mg/l efisiensi akumulasinya 11,7%. Hari ke 12, C<sub>1</sub> penurunan 0,421 mg/l sebesar 72%. C<sub>2</sub> penurunan 0,250 mg/l sebesar 83%. D<sub>2</sub> mengalami penurunan 0,623 mg/l dengan efisiensi akumulasi 59,4%. Proses terjadinya penurunan secara rhizofiltrasi dan fitoekstraksi. Cr yang diserap oleh kangkung air melalui akar dibawa ke daun untuk dilepas ke udara melalui stomata.



**Gambar 3.2 Penurunan Konsentrasi Kromium oleh Kangkung Air**



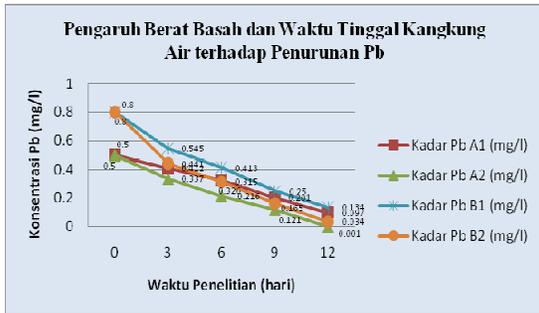
**Gambar 3.3 Penurunan Konsentrasi Kromium oleh Kangkung Air**

#### 4. Variasi berat basah kangkung air terhadap Pb

Pada penelitian fitoremediasi limbah yang mengandung logam berat timbal (Pb) ini menggunakan variasi berat basah tumbuhan dalam yaitu 50 gram dan 100 gram untuk mengetahui pengaruh berat basah tumbuhan terhadap fitoremediasi logam berat timbal.

Pada A<sub>1</sub> selisih penurunannya hingga 0,324 mg/l dan A<sub>2</sub> mencapai 0,421 mg/l. sedangkan B<sub>1</sub> 0,470 mg/l dan B<sub>2</sub> 0,570 mg/l pada hari keduabelas. Kemampuan kangkung air yang semakin besar penyerapannya.

Penurunan konsentrasi Pb ini dipengaruhi oleh adanya aktivitas mikroorganisme yang berperan membantu menurunkan konsentrasi dalam jumlah besar. Kangkung air merupakan tumbuhan yang dapat mengakumulasi Pb dalam konsentrasi tinggi. Pengaruh waktu tinggal berbanding lurus dengan penurunan konsentrasi Pb serta banyaknya jumlah kangkung air sangat mempengaruhi penyerapan terhadap konsentrasi Pb.

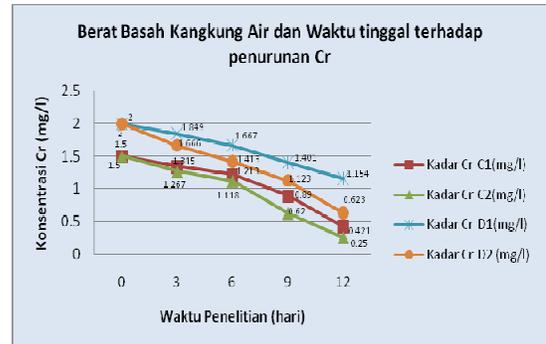


**Gambar 4.1 Berat Basah dan Waktu Tinggal Tanaman Terhadap Penurunan Pb**

#### 5. Variasi berat basah kangkung air terhadap Cr

Variasi berat basah tumbuhan dalam penelitian yang digunakan yaitu 50 gram dan 100 gram. Variasi ini dibuat untuk menganalisa pengaruh berat basah tumbuhan terhadap fitoremediasi logam berat kromium. Pada hari keduabelas, C<sub>1</sub> selisih penurunan 0,968 mg/l dan C<sub>2</sub> sebesar 1,139 mg/l. sedangkan D<sub>1</sub> selisih penurunan 0,721 mg/l dan D<sub>2</sub> sebesar 1,252 mg/l. Hal ini juga

disebabkan karena aktivitas mikroorganisme yang turut membantu penurunan konsentrasi Cr. Kemampuan kangkung air yang dapat mengakumulasi kontaminan Cr dapat digunakan sebagai tumbuhan fitoremediasi zat tercemar.



**Gambar 5.1 Berat Basah dan Waktu Tinggal Tanaman Terhadap Penurunan Cr**

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Kesimpulan dari Laporan Tugas Akhir Fitoremediasi Limbah yang Mengandung Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) menggunakan tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) yaitu :

- 1) Konsentrasi timbal reaktor A<sub>2</sub> (0,5mg/l) berat basah 100 gram kangkung air mengalami penurunan mencapai 0,001 mg/l dengan efisiensi penurunan akumulasi sebesar 100% dan reaktor B<sub>2</sub> (0,8mg/l) berat basah 100 gram kangkung air mencapai penurunan hingga 0,034 mg/l dengan efisiensi penurunan akumulasi sebesar 95,8%. Sedangkan konsentrasi kromium reaktor C<sub>2</sub> (1,5mg/l) berat basah 100 gram kangkung air mengalami penurunan mencapai 0,25 mg/l dengan efisiensi penurunan akumulasi sebesar 84% dan reaktor D<sub>2</sub> (2mg/l) berat basah 100 gram

kangkung air mencapai 0,623 mg/l dengan efisiensi penurunan akumulasi sebesar 68,8%.

- 2) Berat basah kangkung air yang optimum untuk menurunkan konsentrasi timbal dan kromium adalah 100 gram sedangkan lama waktu yang optimum kangkung air untuk menurunkan konsentrasi adalah selama 12 hari.

## 2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari Tugas Akhir Penelitian ini yaitu perlu dilakukan pengkajian lebih mendalam terhadap kandungan timbal dan kromium pada kangkung air melalui analisis jaringan untuk lebih mengetahui mekanisme penyerapan dan akumulasi timbal serta kromium ke dalam jaringan tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

Dora Silvia Dewi. 2004. Jurnal Remediasi Unsur Cd dan Pb Tanah Pada Lahan Pertanian Serta Pengaruh Residunya Terhadap Serapan Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*). Pasca Sarjana IPB, Bogor.

Eddy, Syaiful. 2009. Jurnal Pemanfaatan Teknik Fitoremediasi Pada Lingkungan Tercemar Timbal (Pb). Universitas PGRI Palembang.

Eddy, Syaiful. 2010. Jurnal Kemampuan Enceng Gondok Sebagai Agen Fitoremediasi Air Tercemar Timbal (Pb). Universitas PGRI Palembang.

Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.

Juhaeti, Titi, dkk. 2009. Jurnal Studi Potensi Beberapa Jenis Tumbuhan Air Untuk Fitoremediasi. Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi LIPI : Bogor.

Lakitan, Benyamin. 2005. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta:PT Rajagrafindo Persada.

Mangkoedihardjo, Sarwoko. 2010. Fitoteknologi Terapan. Jogjakarta : Graha Ilmu.

Ratnasari, Novita. 2008. Kemampuan Kangkung Air dalam Fitoremediasi Logam Timbal. F.Perikanan UNDIP. Semarang.

Priyanto, Budhi dan Joko Prayitno. 2004. Jurnal Fitoremediasi sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat.

Rahmansyah, Maman dkk. 2009. Tumbuhan Akumulator untuk Fitoremediasi Lingkungan Tercemar Merkuri dan Sianida Penambangan Emas. Jakarta : LIPI Press.

Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.

Rukmana. 2004. Fisiologi Tanaman Air sebagai Fitoremediasi Logam Berat. Jakarta : UI Press.

Sitorus. 2007. Kemampuan tanaman Air (Eceng gondok, Kiambang, Kangkung Air) Dalam Pengolahan Air Tercemar Nitrogen. Thesis. Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya. Palembang.

Suriawiria, U.1986. Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat. Penerbit Alumni. Bandung.

Syahputra, Rudy. 2006. Fitoremediasi Logam Cu dan Zn dengan Tanaman Eceng Gondok (*Etchornia Crassipes Solms*). Jurnal Online Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.