

UJI EFEKTIVITAS PENYERAPAN TIMBAL (PB) MENGGUNAKAN TANAMAN *TYPHA ORIENTALIS, EINCHORNIA CRASSIPES DAN EQUISETUM HYEMALE*

Rita Dewi Triastianti¹⁾, Nasirudin²⁾, Gregorius³⁾

^{1),2)} Dosen Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Yogyakarta (STTL-YLH)

³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Yogyakarta (STTL-YLH)
email: rita.dewi0563@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menurunkan kadar timbal (Pb) dengan proses fitoremediasi. Menggunakan Tanaman *Typha orientalis*, *Eichornia crassipes* dan *Equisetum Hyemale* dilakukan dalam penelitian skala laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi penurunan kadar timbal (Pb) yang terkandung dalam limbah buatan setelah melalui proses. Pengaruh dan potensi tanaman telah dipelajari melalui pengamatan laboratorium dengan limbah buatan dengan proses fitoremediasi

Tanaman *Typha orientalis*, menyerap Timbal (Pb) dengan konsentrasi 8.000mg selama 3 hari sebanyak 3.261,72 mg dan tanaman *Equisetum Hyemale* sebanyak 1.700,71 mg serta tanaman *Eichornia crassipes* sebanyak 488,71 mg. Tanaman *Typha orientalis* lebih efektif dalam menyerap logam Timbal(Pb) dengan efisiensi 40,78% dibandingkan dengan Bambu air (*Equisetum Hyemale*) sebanyak 21,26% dan tanaman Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang mampu menyerap logam timbal (Pb) sebanyak 6,12 %

Kata kunci : Fitoremediasi , limbah simulasi, Timbal (Pb), *Typha orientalis*, *Eichornia crassipes*, *Equisetum Hyemale*

LEAD (PB) ABSORPTION EFFECTIVENESS TEST USING TYPHA ORIENTALIS, EINCHORNIA CRASSIPES AND EQUISETUM HYEMALE PLANTS

ABSTRACT

This study aimed to reduce the levels of lead (Pb) by using phytoremediation process using *Typha orientalis*, *Eichornia crassipes* and *Equisetum Hyemale* plants carried out in a laboratory scale study. This study aims to determine the level of efficiency of reducing levels of lead (Pb) contained in artificial waste after going through the process. The effects and potency of plants have been studied through laboratory observations with artificial waste by the phytoremediation process.

Typha orientalis plants, absorb Lead (Pb) with a concentration of 8,000 mg for 3 days as much as 3,261.72 mg and *Equisetum Hyemale* as much as 1,700.71 mg and *Eichornia crassipes* plants as much as 488.71 mg. *Typha orientalis* plants are more effective in absorbing Lead (Pb) with an efficiency of 40.78% compared to (*Equisetum Hyemale*) of 21.26% and water hyacinth plants (*Eichornia crassipes*) which are able to absorb lead metal (Pb) as much as 6,12%.

Keywords: Phytoremediation, simulation waste, lead (Pb), *Typha orientalis*, *Eichornia crassipes*, *Equisetum Hyemale*

PENDAHULUAN

Berdasarkan karakteristiknya, pencemaran yang diakibatkan oleh Timbal (Pb) memiliki efek yang berbahaya terhadap makhluk hidup karena bersifat karsinogenik dan terurai dalam jangka waktu yang lama (Brass, 1981). Pencemaran yang diakibatkan oleh Timbal (Pb) dapat masuk ke tubuh manusia melalui udara,makanan yang dikonsumsi setiap hari dan juga dalam perairan yang mana Timbal (Pb) masuk melalui pengkristalan Timbal (Pb) di udara dengan bantuan air hujan sehingga Timbal (Pb) langsung masuk ke badan air dan juga melalui proses korosifikasi dari batuan mineral. Efek yang disebabkan oleh Timbal (Pb) terhadap sistem syaraf telah diketahui dalam studi kesehatan kerja dimana pekerja yang terpapar kadar timbal yang tinggi dilaporkan menderita gejala kehilangan nafsu makan, depresi, kelelahan, sakit kepala, mudah lupa, dan pusing (Gusnita, 2012).

Upaya untuk memperbaiki kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah Pb pun beragam, mulai dari fisik, kimiawi, maupun biologis. Salah satunya pengolahan biologis yaitu dengan menggunakan proses fitoremediasi. Fitoremediasi sendiri adalah proses bioremediasi yang menggunakan berbagai tanaman untuk menghilangkan, memindahkan, dan atau menghancurkan kontaminan dalam tanah dan air bawah tanah. Konsep penggunaan tanaman untuk penanganan limbah dan sebagai indikator pencemaran udara dan air sudah lama ada, yaitu fitoremediasi dengan sistem lahan basah, lahan alang-alang dan tanaman apung. Selanjutnya konsep fitoremediasi berkembang untuk penanganan masalah pencemaran tanah (Subroto, MA, 1996).

Tanaman *Typha orientalis*, Eceng gondok (*Einchornia crassipes*) dan Bambu air (*Equisetum Hyemale*) memiliki potensi dalam menurunkan kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air, sehingga perlunya penelitian mengenai potensi menurunkan logam berat Timbal (Pb) dengan dibuatkan kolam rekayasa yang didalam kolam rekayasa hanya mengandung logam timbal (Pb) tanpa logam berat lainnya, agar dapat mengetahui secara pasti kemampuan tanaman *Typha orientalis*, Eceng gondok (*Einchornia crassipes*) dan Bambu air (*Equisetum Hyemale*) dalam menurunkan logam berat timbal (Pb).

Metode penelitian

Pada penelitian ini Menggunakan metode pre test dan post test

Hasil dan Pembahasan

Tahap setelah proses aklimatisasi yaitu melakukan penelitian yaitu masing-masing kolam reakaya yang berisi timbal (Pb) sebanyak 8.000mg diberi tanaman *Typha orientalis*, Eceng gondok (*Einchornia crassipes*) dan Bambu air (*Equisetum Hyemale*) yang telah diaklimatisasi yang selanjutnya dimasukkan ke dalam kolam rekayasa seperti yang dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 : kolam rekayasa
(sumber : Data Primer, 2020)

Dari hasil uji logam Timbal (Pb) oleh Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta maka didapat hasil uji kemampuan penyerapan logam Timbal (Pb) oleh tanaman *Typha orientalis*, Eceng gondok (*Einchornia crassipes*) dan Bambu air (*Equisetum Hyemale*) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 : Hasil uji laboratorium

No	Jenis uji	Kode sampel	Hasil timbal (Pb)
1	<i>Eichornia crassipes</i>	012798	7.511,1 mg/L
2	<i>Equisetum hyemale</i>	012799	6.299,29 mg/L
3	<i>Typha orientalis</i>	012800	4.738,28 mg/L
Spesifikasi metode			APHA 22nd Edition, 3111-B2012

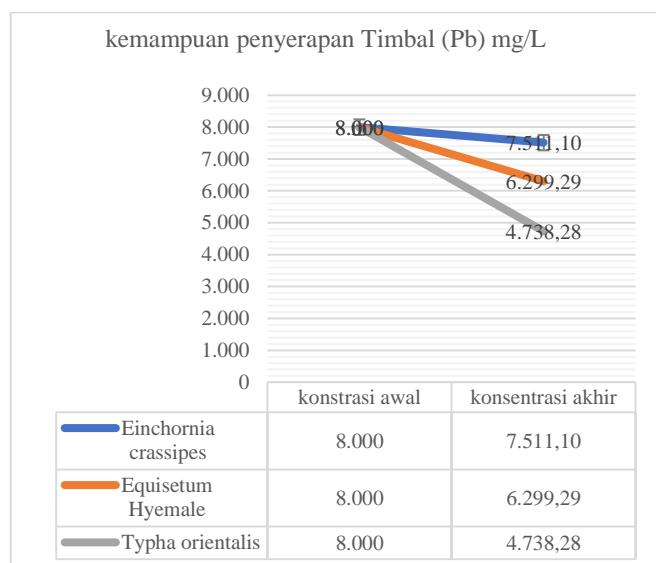
(Sumber: Data primer, 2020)

Dari hasil uji logam Timbal (Pb) oleh Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta diketahui hasil timbal dapat dilihat pada tabel 1. yang diketahui sisa Timbal (Pb) yang tidak terserap oleh Tanaman sehingga kita dapat mengetahui nilai efektifitas dari kemampuan Tanaman yang dapat menyerap Timbal (Pb) selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2. besaran efektifitas dan pada gambar 2, Efisiensi penurunan Kadar Pb serta gambar 3 grafik perbandingan kemampuan penyerapan timbal (Pb).

Tabel 2 : Efektivitas penyerapan logam timbal(Pb)

No	Waktu (hari)	Konsetrasi awal Pb / (mg)	Jenis tanaman	Konsetrasi akhir Pb / (mg)	efisiensi (%)
1	3	8.000	<i>Eichornia crassipes</i>	7.511,1	6,12
		8.000	<i>Equisetum hyemale</i>	6.299,29	21,26
		8.000	<i>Typha orientalis</i>	4.738,28	40,78

(Sumber: Data Primer, 2020)



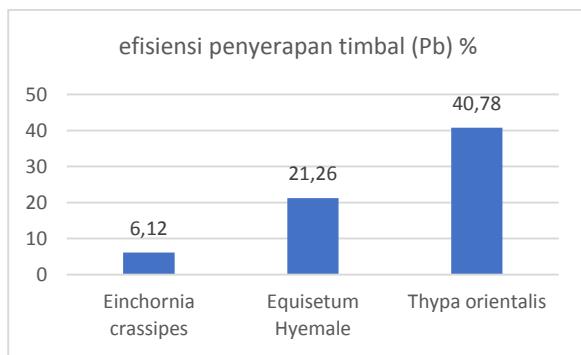
Gambar 2 : Perbandingan kemampuan penyerapan timbal (Pb)
(Sumber: Data Primer, 2020)

Menurut Khiatuddin (2003) bahwa semakin banyak jaringan akar dalam tanah, maka makin luas zona rizhosfer yang terbentuk, sehingga kemampuan rawa untuk mendukung mikroorganisme semakin meningkat. Penurunan kandungan BOD dalam proses Constructed Wetland sangat membutuhkan ketersediaan oksigen terlarut yang cukup yang akan dilepaskan oleh akar tumbuhan didalam zona izhosfer untuk mikroorganisme dalam menguraikan zat – zat organik yang kandungan dalam limbah.

Menurut Hidayat (2006) bahwa batang, cabang, dan daun tumbuhan akuatik yang berada di dalam genangan air akan memperluas area mikroorganisme melekat. Di bawah permukaan substrat pasir dan kerikil yang tergenang, akar tumbuhan mengeluarkan oksigen sehingga akan terbentuk zona akar dan zona oksigen, terjadi absorpsi nitrogen dan unsur pencemar untuk pertumbuhan tumbuhan.

Penurunan Pb ini dijelaskan pada Schnoor et al. (1995) mengatakan, Tanaman mengurangi polutan organik melalui tiga cara, yaitu menyerap secara langsung bahan kontaminan, mengakumulasi metabolisme non fitotoksik ke selsel tanaman, dan melepaskan eksudat dan enzim yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba, serta menyerap mineral pada daerah rizosfer. Tanaman juga dapat menguapkan sejumlah uap air. Penguapan ini dapat mengakibatkan migrasi bahan kimia.

Menurut Hardiani (2008), tanaman menyerap logam-logam yang larut dalam air melalui akar-akarnya. Didalam akar, tanaman melakukan perubahan Ph oleh akar dan membentuk suatu zat kelat yang disebut fitosiderofor



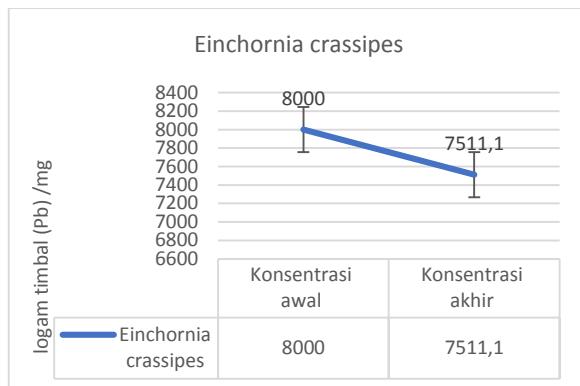
gambar 3 : Efisiensi penurunan Kadar Pb

(Sumber: Data Primer, 2020)

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa tingkat efisiensi penyerapan tanaman *thypa orientalis* sangat tinggi mencapai 40,78% dan tanaman *Equisetum Hyemale* sebanyak 21,26% sera tanaman *Eichornia crassipes* sebanyak 6,12%. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman diatas memiliki potensi mengurangi logam berat di lingkungan.

Eichornia crassipes

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi Timbal (Pb) Tanaman *Eichornia crassipes* mampu menurunkan timbal sebanyak 488,71 mg dengan konsetrasi awal Timbal sebanyak 8.000mg dan waktu tinggal selama 3 hari(72jam) disajikan selengkapnya bisa dilihat pada gambar 4. dan grafik penurunannya pada gambar 4. Timbal (Pb) terserap melalui akar pada saat eceng gondok melakukan proses fotosintesis. Proses penyerapan logam secara aktif dengan adanya molekul H⁺ di dalam membran yang membentuk kompleks dan mengangkut ion logam.



Gambar 4. Kemampuan Tanaman *Eichornia crassipes* dalam Mengurangi KadarPb
(Sumber: Data Primer, 2020)

Penurunan kadar Timbal (Pb) disebabkan karena eceng gondok mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat dalam jaringan akar dan daun. Proses absorpsi Timbal (Pb) pada eceng gondok dapat dikategorikan sebagai fitoremidiasi.

Bagian akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Peranan akar sebagian besar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air. Pada ujung akar terdapat kantung akar yang mana di bawah sinar matahari kantung akar ini berwarna merah. Susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air.

Menurut Khiji and Bareen (2008) salah satu proses penting dalam fitoremidiasi adalah rhizofiltrasi. Rhizofiltrasi merupakan pengendapan zat kontaminan seperti logam berat oleh akar dengan bantuan zat pengkhelat. Penyerapan logam berat oleh tanaman dilakukan jika konsentrasi logam dalam media cukup tinggi. Semakin tinggi konsentrasi polutan maka proses rhizofiltrasi semakin meningkat. Tanaman mempunyai mekanisme tertentu untuk mencegah keracunan logam terhadap sel salah satunya dengan menimbun logam dalam organ tertentu seperti akar (Siswoyo, 2006).

Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa spesies tanaman yang tumbuh dilingkungan tercemar logam akan mengalami stres metal dengan membentuk zat fitokhelatin khususnya dibagian akar sebagai mekanisme toleransi yang penting. Fitokhelatin merupakan peptida kecil yang kaya asam amino sistein yang mengandung belerang. Atom belerang dalam sistein ini yang akan mengikat logam berat dari media tumbuh.

Pada tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan udara yang berperan untuk mengapungkan tanaman di permukaan air. Lapisan terluar petiole adalah lapisan epidermis, kemudian di bagian bawahnya terdapat jaringan pengangkat (xylem dan floem). Rongga - rongga udara dibatasi oleh dinding penyekat berupa selaput tipis berwarna putih.

Perubahan bentuk fisik tanaman *Eichornia crassipes* terjadi sangat signifikan, daun tanaman menjadi layu hal ini dikarenakan tanaman *Eichornia crassipes* mengalami stres akibat logam berat Timbal (Pb) dengan konsentrasi yang tinggi, selangkapnya bisa dilihat perubahan fisik pada gambar 4.

Daun tergolong dalam mikrofita yang terletak di atas permukaan air, yang di dalamnya terdapat lapisan rongga udara yang berfungsi sebagai alat pengapung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) eceng gondok terdapat dalam sel epidermis, diperlukan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) dan bulu daun. Rongga udara yang terdapat dalam akar, batang, dan daun selain sebagai alat penampungan juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan O₂ dari proses fotosintesis. Oksigen hasil dari fotosintesis ini digunakan untuk respirasi tumbuhan di malam hari dengan menghasilkan CO₂ yang akan terlepas ke dalam air.

Eceng gondok berbunga dengan warna mahkota lembayung muda, berbunga majemuk dengan jumlah 6 – 35 berbentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal (Pandey, 1980).

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat – sifat yang

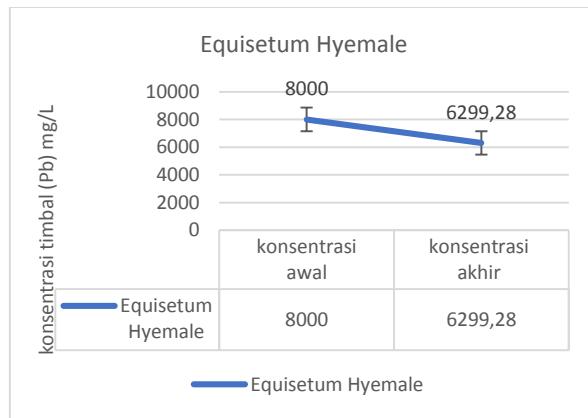
baik antara lain dapat menyerap 10 logam – logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5 %.



Gambar 5. *Eichhornia crassipes* setelah 3 hari
(sumber : Data Primer, 2020)

Equisetum Hyemale

Hasil penelitian menggunakan tanaman Bambu air (*Equisetum hyemale*) dengan konsentrasi timbal (Pb) sebanyak 8.000mg pada kolam rekayasa mengalama penurunan cukup signifikan yaitu sebanyak 1.700,71mg dan megalami perubahan bentuk fisik yang tidak terlalu signifikan dapat dilihat pada gambar 4. *Equisetum Hyemale* setelah 3 hari karna konsentrasi timbal (Pb) yang tinggi meskipun menunjukan tanda stress logam timbal (Pb) dengan waktu tingal selama 3hari/72 jam. Selengkapnya dapat diliha pada gambar 4.13 garafik kemampuan Tanaman *Equisetum Hyemale* dalam Mengurangi Kadar Pb serta lihat **Gambar 5** Efisiesi penurunan Kadar Pb.



Gambar 6. Kemampuan Tanaman *Equisetum Hyemale* dalam Mengurangi Kadar Pb
(Sumber: Data primer, 2020)

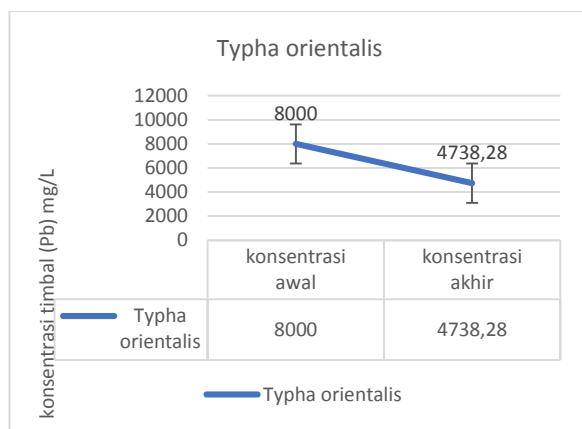
Fitri (2016), menjelaskan bahwa penelitian yang sama dengan tanaman bambu air bisa mengurangi kadar Pb dalam detergen, itu dikarenakan Pb yang ada dapat diikat dengan baik oleh tanaman sehingga logam Pb dapat diserap dan disimpan sebagai cadangan makanan oleh tanaman bambu air kemudian dilepaskan ke udara ambien berbentuk kristal.



Gambar 7. *Equisetum Hyemale* setelah 3 hari
(sumber : Data Primer, 2020)

Typha orientalis

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi Timbal (Pb) Tanaman *Typha orientalis* mampu menurunkan timbal sebanyak 3.261,72mg dengan konsentrasi awal Timbal sebanyak 8.000mg dan waktu tinggal selama 3 hari/72jam disajikan selengkapnya bisa dilihat pada gambar 8. dan grafik penurunannya pada gambar 8. hal ini menunjukkan Tanaman *Typha orientalis* mampu menyerap logam Timbal (Pb) sangat signifikan selama 3hari/72jam dibandingkan tanaman uji lain, tanaman *Typha orientalis* memiliki kemampuan penyerapan berat lebih tinggi.



Gambar 8. Kemampuan Tanaman *Typha orientalis* dalam Mengurangi Kadar Pb
(Sumber: Data Primer, 2020)

Beberapa penelitian sebelumnya dilakukan oleh Hidayah Euis Nurul dan Wahyu Aditya (2010), dalam penelitiannya tentang pengolahan air limbah domestik dengan proses lahan basah buatan yang menggunakan tumbuhan *Typha Angustifolia*. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tumbuhan *Typha Angustifolia* dalam sistem lahan basah buatan pengolahan air limbah domestik dapat penyisihan kandungan pencemar dalam air limbah dengan waktu tinggal 3 sampai dengan 15 hari, efisiensi penyisihan COD 77,6% - 91,8%, BOD 47,4% – 91,6% dan TSS 33,3% – 83,3%.

Sedangkan Evasari Johanna (2012), tentang pemanfaatan lahan basah buatan aliran bawah permukaan dengan menggunakan tumbuhan *Typha latifolia* untuk mengolah limbah cair domestik yang dilakukan skala pilot. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tumbuhan *Typha latifolia* dalam lahan basah buatan aliran bawah permukaan mempunyai efektifitas penurunan COD sebesar 94%, BOD mencapai 96,2%, TSS mencapai 91,5% dan MBAS mencapai 70,6%.



Gambar 9. *Typha orientalis* setelah 3 hari
(sumber : Data Primer, 2020)

KESIMPULAN

1. Tanaman *Typha orientalis*, menyerap Timbal (Pb) dengan konsentrasi 8.000mg selama 3 hari sebanyak 3.261,72 mg dan tanaman *Equisetum Hyemale* sebanyak 1.700,71 mg serta tanaman *Einchornia crassipes* sebanyak 488,71 mg.
2. Tanaman *Typha orientalis* lebih efektif dalam menyerap logam Timbal(Pb) dengan efisiensi 40,78% dibandingkan dengan Bambu air (*Equisetum Hyemale*) sebanyak 21,26% dan tanaman Eceng gondok (*Einchornia crassipes*) yang mampu menyerap logam timbal (Pb) sebanyak 6,12 %

SARAN

1. Perlu diadakannya penelitian lanjutan karena dirasa penelitian ini cukup efisien terhadap penurunan senyawa Pb.
2. Perlunya penelitian lanjutan mengenai kempampuan penyerapan logam Timbal (Pb) dengan variasi waktu, karna penelitian ini terbatas dengan waktu selama 3 hari.
3. Penelitian menganai tanaman *Typha orientalis* masih sangat jarang ditemui tetapi memiliki kemampuan penyerapan logam lebih besar dibandingkan dengan tanaman *Equisetum Hyemale* dan *Einchornia crassipes*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2020.*typha orientalis* https://en.wikipedia.org/wiki/Typha_orientalis (16 mei 2020)
- Balasubramanian, N., Kojima, T., Ahmed Basha, C. dan Srinivasakannan, C. 2009. Removal of Arsenic from Aqueous Solution using Electrocoagulation. J. of Hazardous Materials. 167: 966-969.
- Boer C, Sutedjo, T Sudarmadji, W Hatati,R Diana,RB Suba, Rustam, M
- Brass, G.M., W. Strauss. 1981 . Air Pollution Control. John Willey&Sons. New York
- Campbell, Allan. 2003. The future of bacteriophage biology: Nature Reviews Genetics 4 (6), 471. Sheffield
- Caroline, Jenny, Guido Arron Moa. 2015. Fitoremediasi Logam timbal (Pb) Menggunakan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan: ISBN 978-602- 98569. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- delfilinaaulia.2007.cleria suamntisis
- Dowling Jeremy ,Steve Atkin, Geoff Beale, dan Glenn Alexdaner. 2004. Development of the Sleeper Pit Lake. Mine Water dan the Environment
- Fried, George H. dan Hademenos, George J. 2005. Schaum's Outlines: Biologi Edisi Kedua. Jakarta
- Geraldine McGuire,Jhon Baldwin,Jhon Fox.2004.PT Kelian Equatorial Mining (KEM) Rencana Pengakhiran Tambang
- Holtum, R. E., (ed.) 1959–1982. Flora Malesiana Ser. II Pteridophyta: Vol. I. The Hague, Boston & London Martinus Nijhoff / Dr W. Junk. London

- Kim, D.H., Kim, K.W. and Cho, J. 2006. Removal and transport mechanisms of arsenics in UF and NF membrane processes. *J. Water Health.* 4(2): 215-223.
- Kumari, P., Sharma, P., Srivastava, S. dan Srivastava, M.M. 2006. Biosorption Studies on Shelled Moringa oleifera Lamarck Seed Powder: Removal dan Recovery of Arsenic from Aqueous System. *Int. J. Miner. Process.* 78:131-139.
- Lee Johnson dan Matt Wierzbicki. 2008. KEM lahan basah Operasi dan Pemeliharaan - Folder Information (Jilid II). Storm Consulting PTY LTD
- Lee Johnson dan Matt Wierzbicki. 2008. KEM lahan basah Operasi dan Pemeliharaan - Folder Operatoin (Jilid III). Storm Consulting PTY LTD
- Permanawati, Yani, dkk. 2013. HEAVY METAL CONTENT (Cu, Pb, Zn, Cd, and Cr) IN SEA WATER AND SEDIMENT IN JAKARTA BAY. *JURNAL GEOLOGI KELAUTAN* Volume 11, No. 1, April 2013. Jakarta
- Priyanto, B. dan J. Prayitno. 2004. Fitoremediasi sebagai Sebuah teknologi Pemulihian pencemaran Khusus Logam Berat. Universitas Trisakti Jakarta
- Sharma, V.K. dan Sohn, M. 2009. Aquatic Arsenic: Toxicity, Speciation, Transformations, dan Remediation. *Environ Int.* 35: 743-759.
- Silalahi, Ulber. 2009. Metode Penelitian Sosial: UNPAR PRESS. Bandung
- Stern, David.I. 2003. The Environmental Kuznet Curve. USA
- Subroto, MA. 1996. Fitoremediasi dalam Prosiding Pelatihan Lokakarya Peranan Bioremediasi Dalam Pengelolaan Lingkungan. Cibinong
- Sunarya, Y. 2007. Kimia Umum. Grafisindo. Bandung