



BioLink
Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/biolink>

**FITOREMEDIASI LOGAM MERKURI (Hg) PADA
MEDIA AIR OLEH KANGKUNG AIR
(*Ipomoea aquatica* Forsk.)**

***Phytoremediation of mercury (Hg) in water medium by watercress
(Ipomoea aquatica Forsk.)***

Nuriah Sinulingga¹, Kiki Nurtjahja², Abdul Karim³

Fakultas Biologi Universitas Medan Area
Jalan Kolam No. 1 Medan Estate 20223

*Corresponding author: E-mail: abdul.karim@medisafe.org

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman kangkung air dalam menyerap logam merkuri (Hg). Merkuri merupakan salah satu jenis logam berat berbahaya dan beracun (Hakim, 2003). Apabila jumlahnya diperairan sudah melewati ambang batas akan menimbulkan pencemaran. Untuk itu diperlukan upaya meminimalkan kadar logam Hg sebelum dibuang ke perairan, diantaranya dengan memanfaatkan tanaman Kangkung air sebagai agen fitoremediasi. Penelitian dilaksanakan secara eksperimen. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kemampuan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam mengakumulasi merkuri pada media air. Media fitoremediasi berupa larutan HgNO₃ dengan konsentrasi 0,5 dan 1 ppm dan penambahan NPK 1 gram dimasukkan wadah plastik dengan volume masing-masing wadah sebanyak 1 liter. Pengukuran konsentrasi Hg dalam tanaman dilakukan pada hari ke-5, 10, 15 menggunakan SSA. Data yang dihasilkan diolah dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat akumulasi merkuri pada kangkung air konsentrasi 0,5 dan 1 ppm selama pemaparan 5, 10, 15 hari, serta konsentrasi 5 ppm selama pemaparan 5 dan 10 hari, tetapi terakumulasi pada konsentrasi 5 ppm selama 15 hari pemaparan yaitu sebesar 0,116 ppm. Maka dari itu kangkung air masih dalam kondisi aman dari merkuri pada konsentrasi yang sedikit yaitu 0,5 dan 1 ppm, tetapi berbahaya pada konsentrasi 5 ppm.

Kata Kunci : *Fitoremediasi, Hg, NPK, Kangkung air (Ipomoea aquatica)*

Abstract

This study aims to determine the ability of watercress plants in absorbing mercury (Hg). Mercury is one type of heavy metals dangerous and toxic (Hakim, 2003). If the amount in the water has crossed the threshold will cause pollution. For that required effort to minimize the levels of Hg metal before the waste into the waters, such as by using watercress plants as phytoremediation agent. Research was conducted experimentally. The purpose of this study is to know the ability of watercress in accumulating mercury in water media. Phytoremediation media in the form of HgNO₃ solution with concentration 0,5 and 1 ppm and addition of NPK 1 gram in insert plastic container as much as 1 liter. Measurements of Hg concentration in plants were performed on day 5, 10, 15 using SSA. The resulting data is processed using qualitative method of descriptive. The result showed that there was no accumulation of mercury in watercress concentration of 0,5 and 1 ppm during exposure 5, 10, 15 days, and concentration 5 ppm during exposure 5 and 10 days, but accumulated at concentration 5 ppm for 15 days exposure that is equal to 0,116 ppm, therefore watercress is still safe from mercury at low concentration of 0,5 and 1 ppm, but dangerous at concentration of 5 ppm.

Keywords : *Phytoremediation, Hg, NPK, Watercress (Ipomoea aquatica)*

How to Cite: Sinulingga, N., Nurtjahja, K., Karim, Abdul., (2015), Fitoremediasi Logam Merkuri (Hg) pada Media Air Oleh Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.), *BioLink*, Vol. 2 (1): 75-81

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi semua organisme. Dalam kenyataannya bukan hanya dibutuhkan manusia saja, tetapi juga merupakan bahan yang mutlak untuk tumbuhan, hewan, ataupun mikroorganisme, Oleh karena itu sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan organisme (Syahputra, 2005).

Kangkung air adalah salah satu tumbuhan yang tumbuh di air dan merupakan sayuran yang banyak diperdagangkan karena harganya relatif murah. Ibu-ibu sering membeli kangkung air karena rasanya yang enak, terutama bila ditumis. Sayuran ini juga memiliki jumlah kandungan zat besi yang besar (Muchtadi, 2000). Kangkung air mulai dari bagian batang, dan daun dapat dikonsumsi oleh manusia sebagai bahan makanan, selain itu tanaman ini juga memiliki kemampuan dalam menyerap bahan-bahan pencemar dan logam berat yang terlarut dalam media tumbuh sehingga kandungannya menjadi menurun atau mutu air limbah menjadi meningkat (Moenandir, 1993 dalam Sitorus, 2007).

Beberapa logam berat bersifat esensial bagi organisme air untuk pertumbuhan dan perkembangan hidup, antara lain dalam pembentukan haemosianin dalam sistem darah (Darmono, 1995). Apabila logam berat masuk ke dalam tubuh dengan jumlah berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh (Palar, 2004). Tingkat toksisitas logam berat terhadap hewan muali dari yang paling toksit adalah Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, dan Co. Tingkat toksisitas logam berat terhadap manusia drai yang paling toksit adalah

Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, dan Zn. (Widowati, 2008).

Merkuri digolongkan sebagai pencemar paling berbahaya diantara berbagai macam logam berat. Disamping itu, ternyata produksinya cukup besar dan penggunaannya di berbagai bidang cukup luas (Budiono, 2003). Peristiwa yang menonjol yang dipublikasikan secara luas akibat pencemaran merkuri (Hg) yang menyebabkan minamata disease di teluk minamata, Jepang dan pencemaran cadmium (Cd) yang menyebabkan itai-itai disease disepanjang sungai Jinzo di pulau Honsyu, Jepang (Darmono, 1995).

Fitoremediasi merupakan salah satu metode remediasi dengan mengandalkan pada peranan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar logam berat. Dari penelitian yang dilakukan oleh Syahputra (2005) menunjukkan bahwa konsentrasi awal logam dan waktu kontak berpengaruh terhadap penyerapan logam oleh tanaman eceng gondok.

Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan atau pohon untuk menyisihkan atau menetralkan kontaminan, seperti yang berada dalam tanah atau air yang tercemar (Miretzky, dkk. 2004 dalam Bahri, 2010). Keuntungan utama dari aplikasi fitoremediasi dibandingkan dengan sistem remediasi lainnya menurut Miller (1996) adalah kemampuannya untuk menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksiknya, lebih bersahabat dengan lingkungan serta lebih ekonomis.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2012 sampai Februari 2013 di rumah Laboratorium Universitas Medan Area dan Laboratorium Balai Riset & Standarisasi Industri Medan (BARISTAND).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah neraca analitik, penggaris, benang nilon, gunting, ember, toples, beker glass, cawan porselin, spatula, labu ukur 100 ml dan 250 ml, pipet volum 50 ml dan 100 ml, karet penghisap, pipet tetes, batang pengaduk, oven, tanur, penangas air, tisu, SSA.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah larutan standart Hg 1000 ppm, SnCl_2 , 5 g KmnO_4 , 51 ml H_2SO_4 98%, Aquades, Aquabides asam, HNO_3 0,75 ml, kangkung air.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode dekskriptif dengan uji kualitatif.

Prosedur Kerja

Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.

Penumbuhan Kangkung Air

Kangkung yang digunakan untuk penelitian terlebih dahulu dianalisis dengan Spektrofotometer Serap Atom (SSA) untuk mengetahui keberadaan logam Hg pada kangkung air. Setelah itu kangkung air diambil, kemudian dipilih kangkung air yang tidak dimakan ulat atau serangga. Lalu dibersihkan. Setelah itu ujung batang kangkung dipotong dengan terlebih dahulu mengukur batang dari pangkal ke ujung batang dengan jarak 7 cm. Hal ini dilakukan untuk menseragamkan usia kangkung

air. Setelah selesai dipotong, kangkung air di tanam di areal tempat tumbuhnya. Setelah umur kangkung 28 hari, kangkung air siap diperlakukan.

Preparasi Standart

Untuk membuat larutan Hg 0,5 ppm, terlebih dahulu membuat larutan Hg 100 ppm yaitu dengan mengencerkan larutan standart Hg 1000 ppm sebanyak 10 ml ke dalam labu ukur 100 ml, ditambah dengan aquades hingga mencapai garis takaran lalu di homogenkan. Kemudian ambil 5 ml larutan 100 ppm, tuangkan ke dalam labu ukur 1000 ml sampai batas ambang lalu dihomogenkan. Untuk membuat larutan Hg 1 ppm yaitu mengambil larutan Hg 100 ppm dengan pipet sebanyak 100 ml, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml ditambah dengan aquades hingga mencapai garis takaran lalu dihomogenkan. Untuk membuat larutan 5 ppm, yaitu mengambil larutan Hg 100 ppm dengan pipet sebanyak 500 ml ditambah dengan aquades hingga mencapai garis takaran lalu dihomogenkan.

Tahap Pelaksanaan Perlakuan

Kangkung air yang ditanam selama 28 hari diambil dan dibersihkan akarnya, lalu kangkung air ditanam ke dalam ember yang telah diberi aquades 1000 ml, Hg dan 1 gram NPK sebagai media tumbuh kangkung air. Untuk menjaga agar kangkung tumbuh tegak, batang kangkung dikelilingi sterofom. Jumlah kangkung untuk setiap ember ada 9 batang tanaman. Dimana berat kangkung untuk setiap ember yaitu 30 gram. Masing-masing ember diberi label.

Untuk menjaga agar kangkung dapat tumbuh dengan baik, maka kangkung diletakkan pada tempat yang cukup mendapat cahaya matahari yaitu di rumah kaca.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk melihat perubahan yang terjadi pada masing-masing perlakuan. Pada ember pengamatan 5 hari pertama pada konsentrasi 0,5 ppm, 1 ppm, 5 ppm yaitu dengan mengukur tinggi batang dan jumlah daun dimulai dari awal penanaman sampai setelah hari ke-5. Begitu juga pada ember pengamatan hari ke-10 dan hari ke-15. Pengamatan juga dilakukan pada tanaman kontrol.

Tahap analisis

Analisis sampel

Kangkung air dari akar, batang, dan daun dibersihkan dengan aquades lalu ditimbang. Kemudian dihaluskan dan di homogenkan. Selanjutnya timbang sampel sebanyak 2 gram ke dalam cawan. Kemudian dipanaskan di atas hot plate atau bunsen hingga menjadi arang. Lalu sampel diabukan di dalam tanur pada suhu 560^oc selama 2 jam (sampai menjadi abu). Setelah itu tambahkan 1 ml HNO₃, keringkan di atas penangas air. Lalu masukkan dalam tanur kembali selama 1 jam. Kemudian larutkan sampel dengan aquades panas ke dalam labu ukur 25 ml., lalu tambahkan H₂SO_{4(p)} 6,8756 ml, tambahkan dengan aquades lalu dihomogenkan. Kemudian tambahkan SnCl₂ 6,9 ml (dengan cepat). Selanjutnya sampel siap di uji dengan SSA dengan panjang gelombang 253,7 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan Spektro fotometer Serap Atom (SSA) maka diperoleh data mengenai jumlah akumulasi merkuri pada kangkung air dengan konsentrasi 0,5 ppm dan 1 ppm selama 5, 10, 15 hari.

Tabel 4. Jumlah akumulasi merkuri pada kangkung air

Waktu (hari)	Konsentrasi (ppm)			
	kontrol	0,5	1	5
5	0	0	0	0
10	0	0	0	0
15	0	0	0	0,116

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa pelaksanaan analisa awal kangkung sebelum dilakukan perlakuan tidak ditemukan merkuri pada tanaman tersebut. Kemudian pada saat perlakuan dengan konsentrasi merkuri 0,5 dan 1 ppm tidak dijumpai akumulasi merkuri pada waktu hari ke-5, 10 dan 15. Pada hari ke-15 dengan konsentrasi 5 ppm terdapat 0,16 ppm.

Dari data yang telah didapat di atas bisa dilihat bahwa pemaparan waktu pada perlakuan kangkung air adalah sedikit yaitu 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Menurut Baker (1999) waktu pemaparan mempengaruhi penyerapan. Selain pemaparan waktu yang kurang lama, menurut penelitian yang dilakukan oleh Tommy (2009) yang juga menggunakan kangkung air sebagai media penyerap logam Hg dengan konsentrasi larutan 9,05 ppm tidak berpengaruh terhadap kadar Hg pada pemaparan 15 hari namun berpengaruh pada pemaparan 30 hari yaitu 0,134 ppm. Pada tabel di atas menunjukkan bahwa penyerapan terjadi pada konsentrasi 5 ppm selama pemaparan

waktu 15 hari yaitu sebesar 0,116 ppm, hal ini dikarenakan kandungan konsentrasi logam di dalam air tinggi yaitu 5 ppm. Konsentrasi logam di dalam air merupakan faktor utama yang mempengaruhi efisiensi penyerapan logam. Secara keseluruhan apabila konsentrasi logam di dalam air bertambah, maka jumlah akumulasi logam dalam tumbuhan bertambah pula (Tommy, 2009).

SIMPULAN

Berdasarkan analisis dengan Spektrofotometer Serap Atom (SSA) dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terdapat akumulasi merkuri pada kangkung air konsentrasi 0,5 dan 1 ppm selama pemaparan waktu 5, 10, 15 hari dan konsentrasi 5 ppm selama 5 dan 10 hari, tetapi terakumulasi pada konsentrasi 5 ppm yaitu sebesar 0,116 ppm selama pemaparan waktu 15 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, *Fitoremediasi Upaya Mengolah Air Limbah Dengan Media Tanaman*, Direktorat Perkotaan Dan Perdesaan Wilayah Barat Ditjen Tata Perkotaan Dan Tata Perdesaan Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. <http://www.phytotech.com/index.html> (Diakses 22 Juli 2012).
- Anonim, 1997^a). *Fate and Transport of Mercury in the Environment, Mercury Study Report to Congress Volume III, EPA-425/R-97-005, U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning & Standart and Office of Reaseach and Development.* <http://data.dppm.uis.ac.id/uploads/1091008.pdf> (Diakses 22 Juli 2012).
- Anonim, 1997^b). *Fate and Transport of Mercury in the Environment, Mercury Study Report to Congress Volume III, EPA-452/R-97-007, U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning & Standart and Office of Reaseach and Development.* <http://data.dppm.uis.ac.id/uploads/1091008.pdf> (Diakses 22 Juli 2012).
- Alfian, Z. 2006. Merkuri: Antara Manfaat dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungan. [Online]. Available: <http://library.usu.ac.id/download/e-book/zul%20alfian.pdf>. [10 Oktober 2012].
- Arisandi, P. 2001. Mangrove Jenis Api-api (*Apicennia marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir, *Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah*, (Online), (Diakses 7 November 2008).
- Austin, DF. 2007. *Water Spinach (Ipomoea aquatica, convolvulaceae). A food gone wild. Etnobotani Reasearch an Aplcation* 5: 123-146.
- Bahri, Syamsul. 2010. Fitoremediasi Timbal (Pb) dalam Air Tercemar oleh Tunbunan Air Great Duckweed (*Spirodela polyrhiza*). *Jurnal Teknik Hidraulik*. Vol. 1 No,2 : 95-192.
- Baker AJM, Brooks RR. 1989. *Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metal elements- a reveiw of their distribution, ecology and phytochemistry. Biorecovery* 1 : 81-126.
- Baker dalam Tommy, 2009. Bioremediasi Merkuri (Hg) salah satu Alternatif Penanggulangan Limbah Tambang Emas Rakyat. FMIPA Universitas Negeri Manado. *Agritek* Vol.17 No.5 <http://id.scribd.com/doc/138445078/Bioremediasi-Merkuri-Hg-Dengan-Tumbuhan-Air-1> (Diakses April 2013)
- Budiono, A. 2003. Pengaruh pencemaran merkuri terhadap biota air [makalah].Bogor:Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Brown KS. 1995. *The Green Clean: The emerging field of phytoremediation takes root. Bioscience* 9:579-582.
- Chaney RL et al. 1995. *Potential use of metal hyperaccumulators. Mining Environt Manag* 3:9-11.
- Chutsiah, V. R. 2006. Analisis Kadar Kadmium (Cd) dalam Kangkung Air (*Ipomoea aquatic* Forsk.) yang tumbuh di kali Surabaya. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Surabaya:Biologi FMIPA Unesa.
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Makhhluk Hidup*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1980. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*.

- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI., Jakarta.
- Djukri, 2005. Pertumbuhan dan produksi kangkung pada berbagai dosis hara makro dan mikro. *Environment* 5(1): 34-37.
- Eckenfelder, W.W. Jr., 2003. *Industrial Water Pollution Control*. Mc Graw Hill: New York.
- Farida, WS, Nurjaeni, Mutiara R, Diapari D. 2004. Kemampuan kukus beruang (*Ailurops ursinus*) terhadap pakan alternative di penangkaran Biosman 6(1): 65-70.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Polusi Udara*. Pusat Antar Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Gunawan. 2002. *Kombinasi Makanan Serasi*. Jakarta: Gramedia
- Gusyana, D. 2010. Kangkung bukan sayuran penyebab kantuk. <http://netsains.com/2010/05>. Kangkung-bukan-sayur-penyebab-kantuk. (Diakses tanggal 10/2012)
- Hamidah, 1980. Pengaruh logam berat terhadap lingkungan. *Pewarta Oseana*, Vol.VI No.2. Jakarta: LON LIPI
- Hakim, luqman. 2003. Analisis Kandungan Merkuri pada Ikan Nilem (*Osteochilus hasseltii*): *Logika* Vol.9, No. 10:Yogyakarta.
- Harun, NH., Tuah PM. Markon Mz, Yusof MY. 2008. Distributor of heavy metals *Monocordia hastata* and *Eichornia crassipes* in natural habitats. *Environmental Science Programme School of Science and Technology University of Malaysia*.
- Hardyanti, dkk. 2007. Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Eceng Gondok (Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry). *Jurnal PRESIPITASI*. Vol.2 No.1 Maret 2007
- Hardiani,H. 2009. Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Logam Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *Jurnal Penelitian*. Vol.44, No. 1, Hal.27-40
- Hutagalung, HP. 1985. Raksa (Hg). *Oseana* 3:93-105
- Hutagalung, HP. 1984. Logam berat dalam lingkungan laut. *Dewarta Oseana*. Vol. IX No.1: Jakarta LDN LIPI.
- Irawan. 2009. Merkuri Organik.
- Miller, R. K. 1996. *Ground-Water Remediation Technology Analysis Center. Technology Overview Report*. TO-96-03.
- Mishra, S dan Dubey, R,S. 2005. *Heavy Metal Toxicity Induced Alterations in Photosynthetic Metabolism in Plants*. India:Banaras Hindu University
- Muchtadi, T. R. 2000. *Sayur-Sayuran Sumber Serat dan Antioksidan : Mencegah Penyakit Degeneratif*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. FATETA. IPB,Bogor.
- Nurjanah, Widiastuti R. 1997. Ancaman dibalik ikan. *Warta Konsumen*, Edisi November No. 11 Tahun XXIII. Jakarta: YLKI
- Palar, 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Priyanto, B dan J, Prayitno. 2008. Fitoremediasi Sebagai sebuah Teknologi Pemulih Pencemaran, Khususnya Logam Berat, (Online) (<http://tl.bppt.tripod.com/sublab/lflora.htm>.) Diakses November 2012
- Priyanto, B dan Prayitno J., 2003. Fitoremediasi Sebagai sebuah Teknologi Pemulih Pencemaran, Khususnya Logam Berat, (Online) (<http://tl.bppt.tripod.com/sublab/lflora.htm>.) Diakses April 2013
- Purnomo dan Muchyiddin. 2007. Analisis kandungan Timbal (Pb) pada ikan bandeng (*Chanos-chanos* Forsk.) di Tambak Kecamatan Gresik. Surabaya: Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya.
- Prawira dalam Tommy, 2009. Bioremediasi Merkuri (Hg) salah satu Alternatif Penanggulangan Limbah Tambang Emas Rakyat. FMIPA. Universitas Negeri Manado. *Agritek* Vol.17 No. 5. (Online) <http://id.scribd.com/doc/138445078/Bioremediasi-Merkuri-Hg-Dengan-Tumbuhan-Air-1> (Diakses April 2013)
- Rukmana, R. 1994. *Bertanam Kngkung*. Yogyakarta: Kanisius
- Sanusi HS. 1980. Akumulasi logam berat Hg dan Cd pada ikan bandeng (*Chanos-chanos* Forskal) [disertasi]. Bogor:Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Salt DE. 2000. *Phytoextraction: present application and future promise*. Di dalam: Wise DL., Trantolo DJ, Cichon EJ, Inyang HI, Stottmeister U (ed). *Bioremediation of Contaminated Soils*. New York: Marcek Dekker Inc. Hlm 729-743.
- Setiyaningsih, S. V. 2003. *Kajian Interferensi Beberapa Logam Pada Analisis Ni dan Pb dalam Katalis Hidrogen secara AAS Dengan Dekstruksi Menggunakan HNO₃-HF*. Skripsi. Fakultas Matematika dan

- Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Singh, V. P, (1995). *Toxic metal cadmium; Phytotoxicity dan tolerance in plants. Inadvances in environmental Science Technology* (Ed..R.K.Trivedy) Ashish Publication House. Delhi:225-256pp.
- Sitorus, 2007. Peranan Eceng Gondok dan Kangkung Air pada Peningkatan Mutu Air Limbah. *Agrivita*, Vol.16 No. 2. Hal 4.
- Syahputra, T. 2005. Fitoremediasi Logam Cu dan Zn dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Jurnal Penelitian*. Vol.2. No.2.
- Suratman, Priyanto D, Setyawan AD. 2000. Analisis keanekaragaman genus *Ipomoea* berdasarkan karakter morfologi. *Biodiversitas* 1 (2): 72-79.
- Subroto 1996 dalam Hardyanti, dkk. 2007. Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Eceng Gondok (Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry). *Jurnal PRESIPITASI*. VOL.2 No.1 Maret 2007
- Tommy, 2009. Bioremediasi Merkuri (Hg) salah satu Alternatif Penanggulangan Limbah Tambang Emas Rakyat. FMIPA Universitas Negeri Manado. *Agritek* Vol.17 No.5 <http://id.scribd.com/doc/138445078/Bioremediasi-Merkuri-Hg-Dengan-Tumbuhan-Air-1> (Diakses April 2013)
- Vymazal, J., Kropfelova. 2008. *Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow*. *Environmental Pollution* 14:135-136.
- Widowati, W., Sastiono, A, Jusu, R. 2008. *Efek Toksik Logam* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wiera, kusuma, 2008. *Kangkung, sayuran sehat penangkal racun*. <http://www.wierakusuma.com/kesehatan> . (Diakses 13 November 2012).
- Yulita, A.F. 2006. Kemampuan Kayu Apu (*Pistiastratoites* Linn.) dalam Menurunkan Kadar Cadmium (Cd) Perairan. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Surabaya:Unesa