

Pengaruh Kombinasi Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Zeolit Terhadap Penurunan Logam Berat Kadmium (Cd)

Effect of Combination Kiambang (*Salvinia molesta*) and Zeolite on Concentration of Heavy Metal Cadmium (Cd).

Siti Nurafifah^{1*}, Boedi Setya Rahardja², dan Abdul Manan²

¹Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya 60115

²Manajemen Kesehatan Ikan & Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya 60115

*ifa778@gmail.com

Abstrak

Air merupakan kebutuhan yang paling penting bagi semua organisme, baik untuk manusia, tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme. Hal ini disebabkan air berfungsi dalam pertumbuhan dan perkembangan organisme hidup. Budidaya ikan merupakan kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan terkontrol. Kegiatan budidaya ini dilakukan secara berkelanjutan untuk mendapatkan keuntungan. Pencemaran pada badan air dapat menyebabkan masalah dalam budidaya, salah satunya adalah kematian ikan akibat pencemaran logam berat kadmium (Cd). Pengolahan air yang tercemar logam berat paling sederhana dan biaya murah adalah pengolahan secara biologi dengan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Namun pengaruh tanaman kiambang terhadap penurunan logam berat kadmium tidak berkurang secara signifikan, sehingga perlu dikombinasikan dengan zeolit agar proses penurunan logam berat kadmium lebih signifikan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh kombinasi kiambang (*Salvinia molesta*) dan zeolit terhadap penurunan logam berat kadmium (Cd). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dilakukan 5 kali ulangan yaitu, Perlakuan A menggunakan 0 g kiambang dan 150 g zeolit, Perlakuan B menggunakan 50 g kiambang dan 100 g zeolit, Perlakuan C menggunakan 100 g kiambang dan 50 g zeolit, serta Perlakuan D menggunakan 150 g kiambang dan 0 g zeolit. Data yang diperoleh pada penelitian dianalisis dengan menggunakan uji statistik ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, kemudian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi kiambang (*Salvinia molesta*) dan zeolit berpengaruh signifikan terhadap penurunan konsentrasi logam berat kadmium ($F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05). Hal tersebut terbukti pada penelitian ini, yakni hanya dengan waktu satu minggu air yang diberi perlakuan kadmium (Cd) sebesar 1 ppm konsentrasinya berkurang. Rata-rata penurunan konsentrasi kadmium (Cd) masing-masing perlakuan yaitu perlakuan A sebesar 98,7%, perlakuan B sebesar 97,1%, perlakuan C 97,2 % dan perlakuan D sebesar 95,8%.

Kata kunci: Kiambang, Zeolit, Kadmium

Abstract

Water is the most important requirement for all organisms, either to humans, plants, animals, and microorganisms. It was caused water function in the growth and survival organisms. Aquaculture is an activity to maintain, raise, and/or breeding fish and harvest their products in a controlled environment. Cultivation was done in a sustainable manner for the benefit. Pollution in water can be caused death of fish is heavy metal cadmium (Cd) pollution. Processing of heavy metal contaminated water is the most simple and low cost is a biological treatment with kariba weed (*Salvinia molesta*). But the effect of kariba weed to the decline of heavy metal cadmium is not significantly reduced, so that needs to be combined with the zeolite so that the heavy metal cadmium decline more significantly. This research to determine the effect of the combination kariba weed (*Salvinia molesta*) and zeolite to the decline of the heavy metal cadmium (Cd). This research uses a completely randomized design (CRD) with four treatments performed five repetitions, treatment A using 0 g kariba weed and 150 g of zeolite, Treatment B using 50 g kariba weed and 100 g of zeolite, Treatment C using 100 g kariba weed and 50 g of zeolite and treatment D using 150 g kariba weed and 0 g zeolite. The result on this research analyze by ANOVA statistical test (*Analysis of Variance*) to know there was the different between treatments, afterwards, continued by space doubled test Duncan. The result showed combination kariba weed (*Salvinia molesta*) and zeolite significant effect on decreasing the concentration of heavy metal cadmium (Cd) ($F_{count} > F_{Tabel}$ 0.05). It is evident in this research, and only had one week treated water cadmium (Cd) of 1 ppm concentrations is fall. The averages treatment on decreasing concentration heavy metal cadmium (Cd) was treatment A 98,7%, tretment B 97,1%, treatment C 97,2 % and treatment D 95,8%.

Keywords: *Kiambang, Zeolite, Cadmium*

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang paling penting bagi semua organisme, baik untuk manusia, tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme (Darmono, 1995). Budidaya ikan merupakan kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan terkontrol (UU Nomor 31, 2004). Kegiatan budidaya ini dilakukan secara berkelanjutan untuk mendapatkan keuntungan. Pencemaran pada badan air dapat disebabkan oleh limbah industri, limbah penambangan, residu pupuk, dan pestisida yang seringkali masih mengandung logam berat (Palar, 2008). Menurut Rumahlatu (2012), bahan pencemar berupa logam berat di perairan akan membahayakan kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Logam berat yang memasuki perairan dan bersifat toksik adalah logam berat kadmium (Cd).

Logam berat kadmium(Cd) merupakan limbah industri beracun dan berbahaya bagi kehidupan organisme perairan, yang telah menyebabkan kematian pada ikan dan mengakibatkan kerugian petani tambak (Prabowo, 2005). Menurut Palar (2008), kelarutan kadmium (Cd) pada badan perairan dalam

konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan seperti *crustacea*, *oligochaeta*, dan biota air tawar seperti ikan mas.

Pengolahan air yang tercemar logam berat paling sederhana dan biaya murah adalah pengolahan secara biologi dengan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Menurut Fuad dkk. (2013) tanaman kiambang (*S. molesta*) dengan kombinasi *Hydrilla* dalam remediasi logam Cu pada limbah elektroplating, total konsentrasi Cu tidak berkurang secara signifikan. Penelitian Suryati dkk. (2003), diperoleh hasil kemampuan tanaman kiambang dalam menurunkan logam kadmium (Cd) masih rendah, tetap berada di atas ambang batas. Oleh karena itu, diperlukan kombinasi kiambang dengan bahan lain agar proses penyerapan logam berat lebih signifikan, sehingga konsentrasi logam berat dapat berkurang lebih cepat. Filter lain yang dapat dimanfaatkan untuk membantu tanaman kiambang adalah batu zeolit. Menurut Prayitno, dkk (2008) zeolit banyak dimanfaatkan sebagai sorben alamiah, hal ini karena zeolit secara ekonomis dapat digunakan sebagai bahan penyerap logam berbahaya dalam limbah radioaktif cair dan senyawa bahan beracun dan berbahaya (B3).

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2016 bertempat di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Analisa logam berat kadmium (Cd) dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Lingkungan Badan Riset dan Standarisasi Industri Surabaya.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian diantaranya, bak plastik vol. 10 liter, bak filter, selang, pompa air, timbangan analitik, *micropipet* vol. 1 ml, batang pengaduk, DO meter, termometer, pH indikator, botol kaca 140 ml, gelas ukur, labu ukur, cawan, oven, *hot plate* dan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman kiambang, batu zeolit, kadmium, air dan akuades. Bahan untuk analisis logam berat kadmium, meliputi bahan larutan standar kadmium konsentrasi 1000 mg/l, bahan pelarut HNO₃ pekat, akuades, dan bahan bakar asetilen.

Prosedur Kerja

Persiapan alat dan bahan penelitian. Sampel tanaman kiambang (*Salvinia*

molesta) yang telah diambil, lalu diaklimatisasi dengan akuades selama lima hari dan membuat air simulasi tercemar logam berat kadmium dengan konsentrasi 1 ppm. Bak plastik vol. 10 liter yang telah disiapkan masing-masing diisi air simulasi cemaran sebanyak 5 liter. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan sistem resirkulasi yaitu air dari bak yang berisi air tercemar logam berat kadmium (Cd) dialirkan ke bak filter kiambang dan zeolit secara berurutan kemudian akan dialirkan kembali ke dalam bak dengan menggunakan pompa air. Pemfilteran dilakukan selama 7 hari dengan pengambilan sampel air setiap tiga hari sekali (hari pertama, ketiga dan keenam) sebanyak 100 ml (Rondonuwu, 2013). Pengambilan sampel tanaman dilakukan sebelum dan setelah perlakuan sebanyak 5 gram. Sampel yang telah diambil kemudian diuji menggunakan *Atomic Absorption Spektrofotometri* (AAS). Analisis konsentrasi kadmium (Cd) pada alat AAS diperoleh dengan mengukur serapan pada panjang gelombang 228,8 nm (BSNI, 2009).

Parameter Penelitian

Parameter utama dalam penelitian ini adalah dosis yang dapat menurunkan konsentrasi logam berat kadmium,

sedangkan parameter pendukung penelitian ini adalah pH, suhu dan DO.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji statistik ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan selang kepercayaan 95%. Uji statistik ANOVA akan dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan di antara perlakuan (Kusriningrum, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Kadmium (Cd) dalam Air

Berdasarkan data yang disajikan tabel 1, dapat diinterpretasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap kombinasi perlakuan terhadap penurunan logam berat kadmium (Cd). Gambar 1. Menunjukkan grafik penurunan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada tiap kombinasi perlakuan.

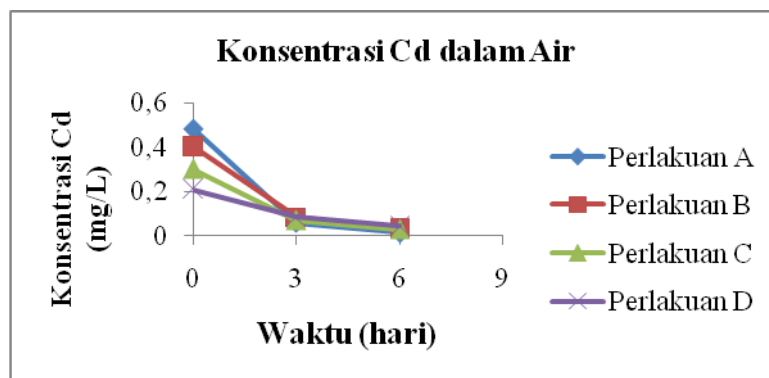
Berdasarkan hasil analisis

Tabel.1 Penurunan konsentrasi kadmium (Cd) selama tujuh hari

Pengukuran hari ke-	Konsentrasi Kadmium (mg/L)±SD			
	A	B	C	D
0	0,482 ^d ±0,025	0,401 ^c ±0,497	0,301 ^b ±0,174	0,208 ^a ±0,027
3	0,057 ^b ±0,018	0,085 ^a ±0,018	0,068 ^{ab} ±0,013	0,083 ^a ±0,011
6	0,013 ^c ±0,006	0,029 ^b ±0,015	0,028 ^b ±0,005	0,042 ^a ±0,004

Keterangan :

A= Perlakuan 0 g kiambang 150 g zeolit, B= Perlakuan 50 g kiambang 100 g zeolit, C= Perlakuan 100 g kiambang 50 g zeolit, D= Perlakuan 150 g kiambang 0 g zeolit. Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbandingan antar perlakuan terdapat perbedaan yang nyata (F hitung > F tabel 0,05).



Gambar 1. Grafik penurunan konsentrasi logam berat kadmium (Cd)

konsentrasi awal kadmium (Cd) dalam air hari ke-0 diperoleh konsentrasi logam berat kadmium (Cd) rata-rata perlakuan adalah 0,482 mg/L, 0,401 mg/L, 0,301 mg/L, dan 0,208 mg/L, selanjutnya mengalami penurunan konsentrasi kadmium (Cd) pada hari ke-3 hingga hari ke-6 tersisa 0,013 mg/L, 0,029 mg/L, 0,028 mg/L dan 0,042 mg/L. Presentase penurunan logam berat kadmium (Cd) masing-masing perlakuan anantara lain perlakuan A sebesar 98,7%, perlakuan B sebesar 97,1%, perlakuan C 97,2 % dan perlakuan D sebesar 95,8%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kombinasi tanaman kiambang dan zeolit mampu menurunkan konsentrasi kadmium (Cd) dalam air. Hasil uji ANOVA pada pengaruh perlakuan terhadap penurunan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) menunjukkan nilai signifikan lebih kecil dari 0,05. Hasil uji ini menunjukkan

bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan A sampai dengan D. Perlakuan A (0 g kiambang 150 g zeolit) menunjukkan nilai penurunan konsentrasi kadmium (Cd) yang tertinggi adalah dengan nilai 0,013 mg/L. Namun konsentrasi logam kadmium (Cd) tersebut masih diatas ambang batas, hal ini dikarenakan berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air Kelas satu yaitu kadar maksimum kadmium yang diperbolehkan adalah 0,01 mg/L yang dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Perlakuan D (150 g kiambang 0 g zeolit) mampu menurunkan konsentrasi kadmium (Cd) sampai dengan 0,042 mg/L

Tabel 2. Konsentrasi kadmium (Cd) dalam kiambang (*Salvinia molesta*) setelah perlakuan.

Perlakuan	Konsentrasi Kadmium (mg/kg) \pm SD
A	-
B	107,8 ^a \pm 13,9
C	90,8 ^a \pm 14,9
D	98,7 ^a \pm 10,2

Keterangan :

A= Perlakuan 0 g kiambang 150 g zeolit, B= Perlakuan 50 g kiambang 100 g zeolit, C= Perlakuan 100 g kiambang 50 g zeolit, D= Perlakuan 150 g kiambang 0 g zeolit. Notasi huruf *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbandingan antar perlakuan tidak terdapat perbedaan yang nyata ($F_{hitung} < F_{tabel}$ 0,05).

dalam waktu tujuh hari. Nilai konsentrasi tersebut masih berada diatas nilai ambang cukup tinggi, hal ini dikarenakan tanaman kiambang bekerja menyerap kadmium (Cd) tanpa adanya bantuan dari filter zeolit. Zeolit memiliki kemampuan menyerap lebih baik daripada kiambang. Hal ini dikarenakan zeolit memiliki sifat fisik dan kimia. Eddy (2012) menyatakan sifat-sifat tersebut adalah sebagai penyerap, penukar ion, penyaring molekul dan sebagai katalisator. Nilai konsentrasi yang dihasilkan dipengaruhi oleh adanya kombinasi filter yang diberikan. Jumlah zeolit yang bervariasi menyebabkan penurunan konsentrasi kadmium (Cd) dalam air yang bervariasi juga. Semakin banyak zeolit maka semakin besar penyerapan kadmium (Cd). Prayitno, dkk. (2006) menyatakan semakin banyak adsorben yang ditambahkan akan menambah jumlah pori penyerap, sehingga penetrasi logam kadmium (Cd) dalam air ke dalam rongga dan atau pori sorben karena adanya proses difusi yang juga meningkat.

Konsentrasi Kadmium (Cd) dalam Kiambang (*Salvinia molesta*)

Tidak terdapat perbedaan yang nyata ($F_{hitung} < F_{tabel} 0,05$).

Hasil analisis konsentrasi kadmium (Cd) dalam tanaman kiambang sebelum

perlakuan didapatkan hasil <0.0024 yang artinya tanaman kiambang sebelum perlakuan tidak mengandung kadmium (Cd). Hasil analisis tanaman kiambang setelah perlakuan pada setiap perlakuan menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu meningkatnya konsentrasi kadmium (Cd) dalam tanaman. Hal ini menunjukkan adanya penyerapan kadmium (Cd) oleh tanaman.

Konsentrasi kadmium (Cd) dalam air yang mengalami penurunan diakibatkan kadmium (Cd) diserap oleh tanaman. Jumlah tanaman kiambang yang bervariasi menyebabkan penurunan konsentrasi kadmium (Cd) dalam air yang bervariasi juga. Menurut Yuliani dkk. (2013) bahwa adanya jumlah tanaman yang semakin banyak maka semakin meningkat pula kemampuan untuk menyerap. Adanya pengaruh variasi jumlah tanaman terhadap kemampuan menyerap kadmium, hal ini secara langsung dipengaruhi oleh banyaknya akar pada tanaman yang berinteraksi langsung dengan kadmium (Cd) dalam air. Akumulasi logam berat oleh tumbuhan melalui penyerapan oleh akar lewat pembentukan suatu zat kelat yang disebut fitosiderofor. Molekul fitosiderofor yang terbentuk ini akan mengikat logam dan membawanya ke dalam sel akar melalui peristiwa transport aktif selanjutnya translokasi logam dari

akar ke bagian tumbuhan lain melalui jaringan pengangkut yaitu xilem dan floem serta lokalisasi logam pada bagian sel tertentu seperti daun untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut (Fuad dkk., 2013).

Berdasarkan uji ANOVA dan notasi uji Duncan diketahui bahwa penyerapan logam berat kadmium (Cd) tertinggi diperoleh pada perlakuan B yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan D dan C. Penyerapan logam berat kadmium (Cd) terendah diperoleh pada perlakuan C yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan D dan B. Yuliani dkk. (2013) menyatakan setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda-beda untuk menyerap dan mentranslokasikan ion-ion logam. Tanaman memiliki batas maksimal penyerapan unsur-unsur hara yang berbeda, sehingga ketika daya serap tanaman terhadap unsur hara telah mencapai batas maksimal, seberapa banyak pun unsur hara (ion logam) yang ada didalam media tanam, maka tanaman tidak akan menyerap lagi unsur hara tersebut.

Kualitas Air

Penurunan konsentrasi logam berat selain dipengaruhi oleh adanya filter kiambang dan zeolit, juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kualitas air. Darmono (1995) menyatakan bahwa jika suhu dan pH rendah pencemaran logam

berat akan cenderung rendah dan pada suhu dan pH tinggi pencemaran logam berat akan cenderung tinggi. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian, kisaran nilai rata-rata suhu air berada pada rentang 29-31°C, kisaran nilai rata-rata pH berada pada rentang 8,3-8,6. dan kisaran nilai DO berada pada rentang 6,1-7 mg/L. Kenaikan suhu air biasanya meningkat akibat pencemaran kimia dalam air. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut: jumlah oksigen terlarut di dalam air akan menurun, kecepatan reaksi kimia meningkat, kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu, dan jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati (Sastrawijaya, 2000).

Kualitas air selama penelitian ini berperan dalam mempengaruhi kualitas penyerapan filter kiambang. Hal ini dikarenakan kualitas air mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan tanaman. Rata-rata kisaran suhu, pH dan DO yang optimal selama penelitian menyebabkan kiambang akan berpotensi menyerap kadmium (Cd).

Kiambang yang digunakan selama penelitian ini ada yang mengalami mortalitas, Hal ini disebabkan kisaran nilai rata-rata kualitas air yang kurang baik untuk kelangsungan hidup tanaman.

Kisaran suhu selama penelitian berada pada rentang 29-31°C dan pH selama penelitian berada pada rentang 8,3-8,6 tidak mendukung kelangsungan hidup tanaman. McFarland *et al.* (2004) mengatakan bahwa kiambang (*S. molesta*) merupakan gulma air tawar yang ditemukan di seluruh daerah tropis dan subtropis Brazil. *S. molesta* mampu tumbuh pada suhu maksimal 30°C, pH 5-8 dan salinitas 3-34 ppt. Selain itu, mortalitas tanaman juga disebabkan kurangnya sinar matahari dan ruang hidup tanaman sehingga akar tanaman menjadi rontok dan selanjutnya mengalami kematian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka simpulan dari penelitian ini adalah kombinasi kiambang (*Salvinia molesta*) dan zeolit dapat menurunkan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dengan rata-rata penurunan yaitu perlakuan A sebesar 98,7%, perlakuan B sebesar 97,1%, perlakuan C 97,2 % dan perlakuan D sebesar 95,8%. Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan dosis kiambang dan zeolit yang berbeda agar didapatkan hasil penurunan konsentrasi kadmium (Cd) yang optimal sesuai dengan ambang batas baku mutu air yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Air dan Limbah-Bagian 16: Cara Uji Kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.
- Darmono. 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. UI Press. Jakarta.
- Eddy, H. R. Kelompok Kerja Mineral dan Sari. 2012. Potensi Dan Pemanfaatan Zeolit Di Provinsi Jawa Barat Dan Banten. Direktorat Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
- Fuad, M. T., Aunurohim dan Nurhidayati, T. 2013. Efektivitas Kombinasi *Salvinia molesta* dengan *Hydrilla verticillata* dalam Remediasi Logam Cu pada Limbah Elektroplating. Jurnal Sains dan Seni Pomits. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Vol 2 (1): 2337-3520 (2301-928XPrint)
- Kusriningrum, R. S. 2012. Perancangan Percobaan. Surabaya: Airlangga University Press. 274 hal
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Cetakan keempat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air. No 82.
- Prabowo, R. 2005. Akumulasi Kadmium Pada Daging Ikan Bandeng.

- Fakultas Pertanian Universitas Wahid HaPrayitno., Endro.K., dan Nurimaniwathy. 2006. Kajian Pemanfaatan Zeolit Alam Pada Reduksi Kadar Pb dan Cd Dalam Limbah Cair. Prosiding PPI-PDPTN. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN. Yogyakarta.
- Prayitno., Endro.K., dan Nurimaniwathy. 2006. Kajian Pemanfaatan Zeolit Alam Pada Reduksi Kadar Pb dan Cd Dalam Limbah Cair. Prosiding PPI-PDPTN. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN. Yogyakarta.
- Rondonuwu, S. B. 2013. Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman Dan Sistem Reaktor. Program Studi Biologi. FMIPA. UNSRAT. Manado
- Rumahlatu, D. 2012. Biomonitoring: Sebagai Alat Asesmen Kualitas Air Perairan Akibat Logam Berat Kadmium Pada Invertebrata Perairan. Universitas Pattimura. Ambon. Vol 1 (1): ISSN 2089-0699
- Sastrawijaya, A.T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Cetakan kedua. Rineka Cipta. Jakarta. 274 hal
- Suryati, T dan Budhi, P. 2003. Eliminasi Logam Berat Kadmium dalam Air Limbah Menggunakan Tanaman Air. Jurnal Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Balai Tekonologi Lingkungan. 4(3): 143-147
- Undang-Undang Republik Indonesia. 2004. Tentang Perikanan. No. 31
- Yuliani D.E., Saibun S. Dan Teguh W. 2013. Analisis Kemampuan Kiambang (*Salvinia molesta*) Untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Logam Berat Cu (II) Pada Media Tumbuh Air. Jurnal Kiamia Mulawarman. Program Studi Kimia FMIPA. Universitas Mulawarman. Samarinda. Vol 10 (2):70-73