ANALISIS LC_{50} LOGAM Pb, Co dan Cr TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio.* L) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PERCETAKAN KOTA PADANG

LC_{50} ANALYSIS OF METALS (Pb, Co and Cr) TO COMMON CARP (*Cyprinus carpio.* L) IN WASTEWATER OF PRINTING INDUSTRIES PADANG CITY

Taufiq Ihsan, Tivany Edwin, Ravany Yolanda Vitri
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas
Email: taufiqihsan@ft.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai LC_{50} dari limbah cair industri percetakan Kota Padang yang mengandung logam berat seperti timbal (Pb), kromium (Cr) dan kobalt (Co), terhadap ikan mas (Cyprinus carpio L.). Hasil analisis karakteristik limbah cair industri percetakan yakni konsentrasi Pb 0,3 mg/l, Cr 0,8 mg/l dan Co 0,9 mg/l. Konsentrasi ini melebihi baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, yakni Pb 0,1 mg/l, Cr 0,5 mg/l dan Co 0,4 mg/l. Uji toksisitas akut dilakukan dalam waktu 96 jam pengamatan terhadap ikan mas dengan dua kali pengulangan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai LC50 dengan menggunakan Metode Probit sebesar 128,05% dengan nilai LC_{50} untuk logam Pb yakni 0,38 mg/l, logam Cr 1,02 mg/l dan logam Co 1,15 mg/l. Analisis korelasi karakteristik limbah terhadap nilai LC bernilai r=0,98 yang berarti korelasi bernilai sangat kuat.

***Kata Kunci**: LC_{50}, logam limbah cair industri percetakan, ikan mas (Cyprinus carpio L.), Padang*

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the LC_{50} value of wastewater from printing industry in Padang and to analyze the effect of Pb, Co, and Cr contained in the wastewater towards LC_{50} value. The results of the analysis of the characteristics of the printing industry wastewater, Pb concentration of 0.3 mg/l, Cr 0.8 mg/l and Co 0.9 mg/l. These concentrations exceed the quality standards in Indonesia according to PermenLH No. 05 of 2014 on Wastewater Quality Standard. Acute toxicity test was conducted in 96 hours observation using common carp (Cyprinus carpio.L) as animal testing with two replications. The value of LC_{50} was calculated using Probit Method by processing the data of testing animal mortality. The average value of LC_{50} was 128.05%. It can be proven from this study that Pb, Co and Cr affected the LC_{50} value indicated that a higher LC_{50} is related to a Pb, Co and Cr higher concentrations in wastewater and vice versa.

Keywords: LC_{50}, metals of printing industies, common carp, wastewater, Padang

PENDAHULUAN

Perusahaan percetakan di Indonesia berkembang dengan pesat, baik dalam skala besar, menengah maupun skala kecil. Perkembangan ini juga terjadi di Kota Padang, dimana banyak terdapat usaha-usaha percetakan. Industri percetakan menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan kimia berbahaya yakni logam berat di antaranya timbal (Pb), kromium (Cr) dan kobalt (Co) (Raka dkk, 1990). Kandungan logam pada limbah percetakan memiliki sifat toksik terhadap hewan dan manusia. Pb, Cr dan Co yang mencemari badan air dapat masuk dan terakumulasi pada organisme air dan dapat menjadi bahan berbahaya jika dikonsumsi manusia.

Masuknya senyawa timbal ke dalam tubuh dapat menyebabkan gejala keracunan seperti gastrointestinal, rasa logam di mulut, sakit perut, muntah dan diare (Palar, 2004). Keracunan kromium dapat mengganggu fungsi hati, pernapasan, ginjal dan mengakibatkan terjadinya kerusakan kulit (Effendi, 2003). Konsentrasi Co dalam dosis besar akan berbahaya bagi kesehatan, terutama pada organ paru-paru dan jantung (Widowati, 2008). Toksisitas logam berat terhadap manusia memerlukan waktu yang lama karena proses akumulasi dalam tubuh sehingga proses pencegahan sebaiknya dilakukan sedini mungkin (Palar, 2004). Pada Peraturan Pemerintah Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, konsentrasi yang diizinkan yaitu Pb sebesar 0,1 mg/l, Cr sebesar 0,5 mg/l dan Co sebesar 0,4 mg/l.

Toksisitas suatu zat dapat diukur dengan uji toksisitas akut yang dinyatakan dalam konsentrasi letal (LC_{50}). LC_{50} adalah konsentrasi yang dapat mematikan 50% hewan uji dalam waktu yang relatif pendek yakni satu sampai empat hari (Soemirat, 2003). Uji toksisitas akut dapat digunakan untuk menentukan toksisitas suatu senyawa spesifik yang terdapat dalam efluen. Untuk keperluan penelitian toksisitas diperlukan hewan uji. Hewan uji yang digunakan dapat berupa ikan karena dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap senyawa pencemar terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Salah satu ikan yang dapat digunakan yaitu ikan mas (*Cyprinus carpio L*) karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat ditentukan kadar limbah yang menyebabkan efek toksik terhadap ikan mas (Sudarmadi, 1993).

Industri percetakan PT. X yang berlokasi di pinggiran Kota Padang melayani pencetakan koran, majalah dan tabloid yang berasal dari Kota Padang dan Jambi. PT. X Kota Padang memproduksi ±20.000 eksemplar setiap harinya yang diproduksi pada malam hari. Jumlah produksi yang banyak juga meningkatkan penggunaan tinta. Salah satu kandungan tinta yaitu bahan pengering berupa garam logam seperti Pb, Cr dan Co (Bowo, 2013). Air limbah bekas cucian mesin inilah yang mengandung ketiga logam berat tersebut. Volume limbah rata-rata yang dihasilkan setiap harinya ±2 liter. Limbah cair yang dihasilkan dibuang langsung pada saluran menuju badan air.

Sebelumnya telah banyak dilakukan uji toksisitas akut logam. Pada tahun 2008 Sumah melakukan penelitian bioakumulasi Logam Pb terhadap ikan mujair yang menghasilkan kesimpulan semakin besar konsentrasi Pb akan menurunkan laju pertumbuhan ikan. Penelitian uji toksisitas akut logam Pb, Cr dan Co terhadap organisme trofis tingkat 4 telah dilaksanakan oleh Das S dan Das A pada tahun 2012 serta, Batool dan Javed tahun 2015. Uji toksisitas akut perlu dilakukan untuk melihat dampak limbah cair percetakan yang mengandung logam Pb, Cr dan Co dengan menggunakan hewan uji yakni ikan mas (*Cyprinus carpio L*).

METODOLOGI

Uraian pekerjaan pada penelitian ini meliputi sampling, persiapan penelitian, uji toksisitas akut, pengolahan dan analisis data. Parameter logam berat yang dianalisis yaitu Pb, Cr dan Co dengan menggunakan metode yang mengacu pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofometri Serapan Atom (SSA).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium ukuran 30 cm x 25 cm x 20 cm sebanyak 12 buah (5 akuarium untuk 5 variasi konsentrasi, 1 akuarium untuk

kontrol dan percobaan dilakukan secara duplo), aerator sebanyak 12 buah (setiap akuarium selalu diberi aerasi yang cukup), gayung plastik. Perlengkapan untuk analisis karakteristik sampel yaitu botol sampel 20 liter sebanyak 7 buah, gelas ukur dan spektrofotometer serapan atom. Sampel limbah cair percetakan berasal dari proses *maintenance* peralatan yang dilakukan setiap hari. Adapun bahan yang digunakan adalah hewan uji berupa ikan mas (*Cyprinus carpio L*) ukuran 7-8 cm dan menggunakan larutan artifisial multikonsentrasi yaitu Pb 0,3 mg/l, Cr 0,9 mg/l dan Co 0,8 mg/l. Tiap akuarium diisi dengan larutan sebanyak 8 liter.

Percobaan dilakukan terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio L*). Ikan mas yang digunakan mempunyai ukuran panjang 7-8 cm yang berumur 2-3 bulan. Bibit ikan emas diperoleh dari pembibitan ikan di Sungai Bangek. Setiap akuarium diisi hewan uji sebanyak 10 ekor. Ikan mas dipilih sebagai hewan uji karena bersifat ekonomis dan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air.

Tahapan pelaksanaan uji toksisitas akut 96 jam mengacu pada standar USEPA (2002). Uji toksistas akut terdiri atas uji pendahuluan dan uji dasar.

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji lanjutan atau uji dasar. Konsentrasi yang dipilih adalah konsentrasi yang dapat membunuh hewan uji yang kematiannya terbesar mendekati 50% dan kematian terkecil mendekati 50%. Perlakuan pada percobaan ini dilakukan dengan 5 variasi konsentrasi pengenceran limbah cair, USEPA merekomendasikan konsentrasi limbahnya antara lain 100% (8 liter larutan artifisial), 50% (4 liter larutan artifisial dan 4 liter air), 25% (2 liter larutan artifisial dan 6 liter air), 12,5% (1 liter larutan artifisial dan 7 liter air) dan 6,25% (0,5 liter larutan artifisial dan 7,5 liter air) dan satu sebagai kontrol (8 liter air). Percobaan dilakukan dengan dua kali pengulangan atau duplo.

Pada uji dasar dilakukan pengujian dengan variasi konsentrasi yang berada pada rentang konsentrasi terendah yang mendekati kematian 50% dan konsentrasi tertinggi yang mendekati kematian 50% yang telah didapat dari uji pendahuluan. Uji dasar dilakukan untuk mendapatkan nilai LC_{50} yang lebih teliti dengan rentang konsentrasi yang mendekati kematian 50% (LC_{50}). Hasil uji dapat dikatakan benar jika pada akhir pengamatan pada kontrol masih terdapat 90% hewan uji yang masih hidup

Metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi nilai LC_{50} adalah metode grafik, metode Spearman-Karber, metode Trimmed Spearman-Karber dan metode Probit. Namun metode yang terpilih untuk mengestimasi nilai LC_{50} tersebut ditentukan berdasarkan jumlah kematian hewan uji. Selanjutnya dilakukan analisis hubungan setiap karakteristik Pb, Cr dan Co terhadap nilai LC yaitu dengan statistik regresi dan korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai konsentrasi yang didapatkan pada studi pendahuluan jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah ternyata melebihi yang dipersyaratakan. Ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Limbah Cair Industri Percetakan dengan Baku Mutu PerMenLH No. 05 Tahun 2014

No.	Parameter	Konsentrasi	Baku Mutu
1.	Timbal (Pb)	0,30 mg/l	0,10 mg/l
2.	Kromium (Cr)	0,80 mg/l	0,50 mg/l
3.	Kobalt (Co)	0,90 mg/l	0,40 mg/l

Aklimatisasi hewan uji dilakukan untuk memberikan waktu untuk ikan mas dapat beradaptasi dengan keadaan fisik laboratorium (lingkungan pengujian) dengan cara berangsur-angsur dipindahkan dari 100% air pemeliharaan ke 100% air uji. Aklimatisasi dilakukan selama 3 hari. Jumlah ikan yang diaklimatisasi yakni 150 ekor. Jumlah ini dapat memenuhi kebutuhan penelitian yakni terdapat 5 konsentrasi larutan uji dan akuarium kontrol yang dilakukan secara duplo dan setiap akuarium berisi 10 ekor ikan. Aklimatisasi dilakukan pada 2 akuarium besar yang dilengkapi dengan aerator dan pompa resirkulasi.

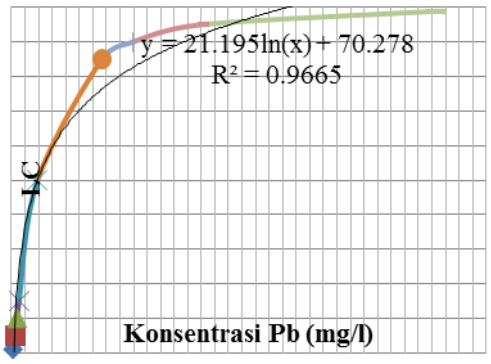
Selama aklimatisasi dilakukan pengukuran pH, DO (*Dissolved Oxygen*) dan suhu setiap harinya. Hasil analisis selama aklimatisasi hewan uji untuk uji pendahuluan memenuhi kriteria kualitas air untuk pemeliharaan ikan mas sesuai USEPA (2002).

Uji dasar atau uji toksisitas dilakukan setelah uji pendahuluan dengan menggunakan range konsentrasi limbah yang menyebabkan kematian ikan terbesar mendekati 50% dan kematian terkecil mendekati 50%. Adapun range konsentrasi yang digunakan berkisar antara 52,89%-281,43%. Maka persentase larutan uji yang digunakan adalah 50%, 110%, 170%, 230%, 290%. Untuk larutan dengan persentase 50% masih menggunakan larutan artifisial multikonsentrasi Pb 0,30 mg/l, Cr 0,90 mg/l dan Co 0,80 mg/l dengan pengenceran 4 liter larutan artifisial dan 4 liter air. Untuk larutan dengan persentase 110%, 170%, 230%, 290% dilakukan tidak dengan pengenceran dari larutan artifisial yang dibuat sesuai dengan konsentrasi limbah cair percetakan yang diuji, melainkan dengan membuat larutan artifisial baru yang lebih tinggi konsentrasinya. Konsentrasi larutan artifisial yang akan dibuat ialah 110% (Pb 0,33 mg/l, Cr 0,88 mg/l, Co 0,99 mg/l), 170% (Pb 0,51 mg/l, Cr 1,36 mg/l, Co 1,53 mg/l), 230% (Pb 0,69 mg/l, Cr 1,84 mg/l, Co 2,07 mg/l), 290% (Pb 0,87 mg/l, Cr 2,32 mg/l, Co 2,61 mg/l).

Terdapat dua atau lebih konsentrasi yang mengalami kematian, sehingga nilai LC_{50} dapat ditentukan dengan menggunakan metode probit. Nilai LC_{50} didapat dengan memasukkan jumlah kematian pada tiap-tiap konsentrasi dan akuarium kontrol pada perhitungan program probit, sehingga diperoleh nilai LC_{50} sebesar 128,05%. Nilai LC_{50} ini dikonversi ke masing-masing konsentrasi toksikan, sesuai dengan hasil pengukuran pada Tabel 1. Didapatkan nilai LC_{50} masing-masing logam yakni LC_{50} logam Pb 0,38 mg/l, LC_{50} logam Cr 1,02 mg/l dan LC_{50} logam Co 1,15 mg/l. Angka ini menunjukkan nilai LC_{50} yang didapatkan lebih besar daripada konsentrasi sampel limbah cair percetakan yang diuji, dimana konsentrasi logam pada sampel yakni Pb sebesar 0,3 mg/l, Cr sebesar 0,8 mg/ dan Co sebesar 0,9 mg/l.

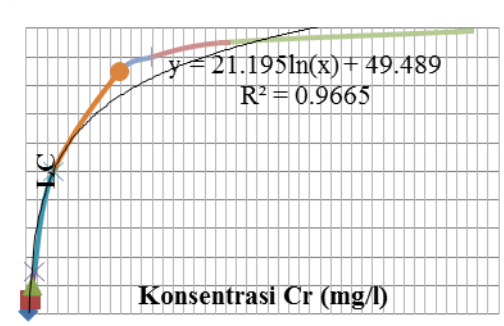
Parameter logam Pb, Cr dan Co merupakan parameter yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan ikan. Perubahan konsentrasi dari tiap parameter logam ini akan dianalisis dengan melihat kecenderungan konsentrasi logam terhadap nilai LC yang didapatkan. Pada program probit didapatkan nilai LC dan nilai persentase larutan uji untuk setiap nilai LC, sehingga dapat diketahui konsentrasi masing-masing logam Pb, Cr dan Co.

LC merupakan konsentrasi yang dapat mematikan organisme yang menghubungkan konsentrasi dengan respon kematian secara kontinu. Nilai LC dapat memprediksi konsentrasi yang memiliki efek yang mematikan terhadap organisme. Semakin tinggi konsentrasi toksikan maka semakin banyak jumlah kematian organisme yang terlihat dengan nilai LC juga semakin besar. Namun, dalam uji toksisitas akut dipilih LC_{50} sebagai tingkat efek yang mewakili toksisitas yang memiliki potensi dampak terhadap kehidupan akuatik (Wisconsin, 2004).



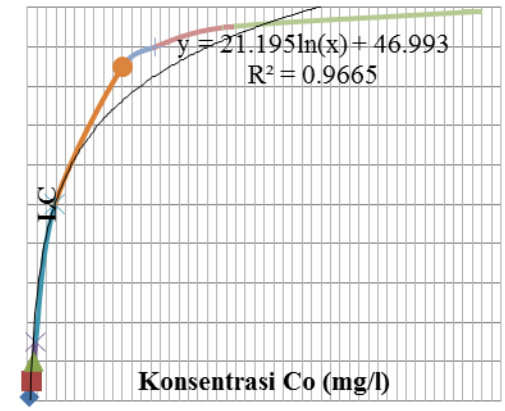
Gambar 2. Kecenderungan Konsentrasi Logam Pb terhadap Nilai LC

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi logam Pb maka nilai LC akan semakin besar. Nilai r untuk hubungan konsentrasi logam Pb dengan nilai LC yakni 0,97 menunjukkan bahwa korelasi bernilai sangat kuat. Nilai LC_{50} untuk logam Pb yakni 0,38 mg/l. Nilai LC_{50} ini lebih besar daripada konsentrasi logam Pb pada limbah cair percetakan yang diuji yakni kandungan Pb pada sampel 0,3 mg/l.



Gambar 3. Kecenderungan Konsentrasi Logam Cr terhadap Nilai LC

Pada Gambar 3 memperlihatkan konsentrasi logam Cr dan nilai LC berbanding lurus. Nilai r untuk hubungan konsentrasi logam Cr dengan nilai LC yakni 0,97. Nilai ini menyatakan bahwa korelasi bernilai sangat kuat. Nilai LC_{50} untuk logam Cr yakni 1,02 mg/l. Nilai LC_{50} ini lebih besar daripada konsentrasi Cr pada limbah cair percetakan yang diuji yakni kandungan Cr pada sampel 0,8 mg/l.



Gambar 4 Kecenderungan Konsentrasi Logam Co terhadap Nilai LC

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi logam Co maka nilai LC akan semakin tinggi. Nilai r untuk hubungan konsentrasi logam Co dengan nilai LC yakni 0,97. Korelasinya sangat kuat. Nilai LC_{50} untuk logam Co yakni 1,15 mg/l. Nilai LC_{50} ini lebih besar daripada konsentrasi Co pada limbah cair percetakan yang dibuang ke badan air yakni hanya 0,9 mg/l.

Gambar 2,3 dan 4 menggambarkan hal yang sejalan dengan penelitian terkait yang sudah dilakukan di negara lainnya yakni oleh Das dan Kaviraj (1994), Shauket (2013), Busamongkol *et al* (2014), Arulkumar *et al* (2017) dan Filho *et al* (2017). Selain itu, hasil ini juga berlaku pada biota perairan lainnya *Daphnia magna* (Edwin, 2017). Kecenderungan logam Pb, Cr dan Co terhadap LC menunjukkan semakin tinggi konsentrasi logam maka semakin besar toksisitas dan kematian hewan uji terlihat dari nilai LC.

SIMPULAN

Kandungan logam Pb, Cr dan Co pada limbah industri percetakan PT. X Kota Padang yakni Pb 0,3 mg/l, Cr 0,9 mg/l dan Co 0,8 mg/l. Kandungan ini melebihi baku mutu menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu Pb 0,1 mg/l, Cr 0,5 mg/ dan Co 0,4 mg/l;

Nilai LC_{50} logam Pb, Cr dan Co pada limbah cair percetakan PT. X Kota Padang adalah 128,05%, dengan nilai LC50 untuk logam Pb yakni 0,38 mg/l, logam Cr 1,02 mg/l dan logam Co 1,15 mg/l. Nilai LC_{50} yang didapat pada penelitian ini lebih besar daripada konsentrasi limbah cair percetakan Kota Padang;

Analisis kecenderungan logam Pb, Cr dan Co terhadap LC menunjukkan semakin tinggi konsentrasi logam maka semakin besar toksisitas dan kematian hewan uji terlihat dari nilai LC. Nilai r korelasi yang didapat yakni 0,97 yang berarti korelasi dinilai sangat kuat.

DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association (APHA). 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 18th edition. Washington DC.

Arulkumar, A., Paramasivam, S., Rajaram, R. 2017. *Toxic heavy metals in commercially important food fishes collected from Palk Bay, Southeastern India*. Marine Pollution Bulletin 119:454–459

Batool, U. dan Javed, M. 2015. *Synergistic Effects of Metals (Cobalt, Chromium and Lead) in Binary and Tertiary Mixture Forms on Catla catla, Cirrhina*

mrigala and Labeo rohita. Pakistan Journal of Zoology 47(3):617-623.

Bowo, A.W. 2013. *Mengamati Limbah yang Dihasilkan Oleh Perusahaan Percetakan*. BMTI-P4TK, Bandung.

Busamongkol, A., Srinuttrakull, W., Kewsuwan, P., Judprasong, K. 2014. *Evaluation of Toxic and Trace Metals in Thai Fish by INAA***.** Energy Procedia 56:80-84

Das, S dan Das, A. 2012. *Preliminary Evaluation of the Acute Toxicity of Pb(NO3)2 in Catfish, Clarias batrachus (Linnaeus)*. World Journal of Zoology 7(3):174-177.

Das, B. K. dan Kaviraj, A. 1994. *Individual and interactive lethal toxicity of cadmium, potassium permanganate and cobalt chloride to fish, worm and plankton*. Geobios 21(4): 223-227

Edwin, T., Ihsan, T., Pratiwi, W., 2017. *Acute Toxicity Test of Metal Lead (Pb), Chromium (Cr) and Cobalt (Co) on Daphnia magna*. Jurnal Dampak 14(1): 33-40.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.

Filho, P. J. S, Caldas, J. S, Rosa, N. N, Pereira, F. O. P, 2017. *Toxicity test and Cd, Cr, Pb and Zn bioccumulation in Phalloceros caudimaculatus.* Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences 4: 206-2011.

.Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup (PerMenLH) Nomor 05 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Raka, I. G. Zen, M.T. Soemarwoto, O. Djajadiningrat, S.T.,and Saidi, Z. 1990. *Paradigma Produksi Bersih: mendamaikan pembangunan ekonomi dan pelestarian lingkungan*. Penerbit Nuansa, Bandung, Indonesia

Shauket, T. 2013. *Acute Toxicity of Chromium for Ctenopharyngodon idella, Cyprinus carpio and Tilapia nilotica. Pakistan*. International Journal of Agriculture and Biology 15(3): 590-594.

Soemirat, J. 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Sudarmadi, S. 1993. *Dalam Migroplus: Budidaya ikan Mas.* http://www.migroplus.com/brosur/Budidaya ikan mas.pdf

USEPA. 2002. Methods for Measuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism. Washington DC.

Widowati, W. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Wisconsin. 2004. *Aquatic Life Toxicity Testing Methods Manual* 2nd Edition. Department of Natural Resources Washington, DC.