POTENSI BIOAKUMULASI LOGAM Pb, Cr DAN Co PADA INSANG DAN DAGING IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L) TERHADAP PAPARAN TOKSISITAS AKUT LIMBAH CAIR INDUSTRI PERCETAKAN KOTA PADANG

Taufiq Ihsan[1], Rinda Andhita Regia[2], Tivany Edwin[3], Annisa Fitri Diani[4]

[1]Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
Email: taufiqihsan@ft.unand.ac.id
[2]Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
Email: rindaandhita@gmail.com
[3]Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
Email: tivani.edwin2@gmail.com
[4]Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
Email: annisafitri_diani@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of the present study is to determine the bioaccumulation of heavy metals (Pb, Cr, and Co) from wastewater of printing industries in Padang City in gills and flesh of commercially fishes namely Common carp (Cyprinus carpio L). The experimental fish (length of 7-8 cm and weight of 6-7 grams) was exposed at various concentrations (50%; 110%; 170%; 230% and 290% of LC50– 96 h) for periods of 96 hours. The results showed that the heavy metals content of Pb, Cr, and Co in wastewater of printing industries had crossed the threshold (Pb = 0.3 mg/L; Cr = 0.8 mg/L; Co = 0.9 mg/L). The highest concentrations of Pb, Cr, and Co metals both in gills and flesh of carp, are at a concentration of 290% of LC50– 96 h. There is correlation of increasing concentration of Pb, Cr, and Co on wastewater of printing industries with concentration of Pb, Cr and Co metal on gills (r= 0.936 – 0.965) and flesh carp (r= 0.958 – 0.990). The highest bio-concentration factor (BCF) values of Pb, Cr and Co in gills at the concentration of 110% of LC50 – 96 h (0.383; 0.132; 0.166) and the highest value of BCFs of Pb, Cr and Co in flesh at concentration were 50%, 170% and 110% (0.733; 0.272; 0.310). This indicates that the bioaccumulation level is low (BCF<100).

Keywords : bioaccumulation, heavy metals, wastewater, printing industries in Padang, gills and flesh

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bioakumulasi logam berat (Pb, Cr, dan Co) dari limbah cair industri percetakan di Kota Padang pada insang dan daging ikan komersial yaitu ikan mas (*Cyprinus carpio* L). Ikan uji (panjang 7-8 cm dan berat 6-7 gram) terpapar pada berbagai konsentrasi (50%; 110%; 170%; 230% dan 290% LC_{50}– 96 jam) untuk periode 96 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb, Cr, dan Co dalam limbah cair industri percetakan telah melewati ambang batas (Pb = 0,3 mg / L; Cr = 0,8 mg / L; Co = 0,9 mg / L). Konsentrasi logam Pb, Cr, dan Co tertinggi di insang dan daging ikan mas, berada pada konsentrasi 290% LC_{50} – 96 jam. Ada korelasi

Ihsan, T, Regia, R and Diani, A (2017) Potensi Bioakumulasi Logam Pb, Cr dan Co pada Insang dan Daging Ikan Mas (*Cyprinus carpio L)* Terhadap Paparan Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Percetakan Kota Padang. *In:* Hidayat, B and Purnawan, P (Eds.) *Prosiding 4th Andalas Civil Engineering (ACE) Conference 2017*, 9 November 2017, Universitas Andalas, Padang. Jurusan Teknik Sipil Unand, 119-126

peningkatan konsentrasi Pb, Cr, dan Co pada limbah cair industri percetakan dengan konsentrasi logam Pb, Cr dan Co pada insang (r = 0,936 - 0,965) dan daging ikan mas (r = 0,958 - 0,990). Nilai bio-concentration factor (BCF) tertinggi dari Pb, Cr dan Co di insang pada konsentrasi 110% LC_{50}– 96 jam (0,383; 0,1932; 0,166) dan nilai BCF tertinggi pada Pb, Cr dan Co di daging pada konsentrasi adalah 50%, 170% dan 110% (0,733; 0,272; 0,310). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat bioakumulasi rendah (BCF <100).

Kata Kunci : bioakumulasi, logam berat, limbah cair, indusri percetakan Kota Padang, insang dan daging

1. PENDAHULUAN

Industri percetakan menghasilkan limbah padat maupun cair. Limbah cair percetakan di antaranya mengandung logam berat. Logam yang dihasilkan mempunyai sifat berbahaya dan beracun meskipun dalam jumlah kecil namun dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan harus diwaspadai seperti pengaruh pada ekologi (Palar, 2012). Tak terkecuali di Kota Padang. Limbah cair industri percetakan juga dibuang ke badan perairan. Logam yang terkandung di dalam limbah cair industri percetakan yang ada di Kota Padang, yaitu Pb, Cr, Co, Mn, dan Sn (Afrianita dkk, 2013). Logam-logam yang terdapat pada limbah cair industri percetakan ini nantinya akan mengalami bioakumulasi pada biota perairan.

Bioakumulasi adalah penumpukan dari zat-zat kimia seperti pestisida, metil merkuri dan kimia organik lainnya (termasuk logam berat) di dalam atau sebagian tubuh organisme. Salah satu konsekuensi dari pelepasan dan penyebaran substansi pencemar di lingkungan adalah penangkapan (*uptake*) dan penimbunan (*accumulation*) oleh makhluk hidup mengikuti alur rantai makanan (*food chain*). Fenomena bioakumulasi ini tentu berimplikasi kepada manusia, karena pada hampir semua rantai makanan dalam ekosistem, manusia adalah pemegang posisi puncak (Connel dan Miller, 2006). Umumnya relasi antara konsentrasi substansi pencemar di lingkungan dan di dalam jaringan makhluk hidup dinyatakan dalam parameter faktor biokonsentrasi (BCF= *bioconcentration factor*). Parameter ini merupakan perbandingan antara konsentrasi suatu senyawa di lingkungan dan konsentrasi senyawa yang sama dalam jaringan makhluk hidup (Soemirat, 2009).

Biota perairan yang berpotensi mengalami bioakumulasi adalah ikan mas (*Cyprinus carpio* L). Pemilihan ikan mas sebagai hewan uji ini karena merupakan ikan yang sensitif terhadap lingkungannya (Soemirat, 2009; Mastan, 2014) dan banyak ditemukan di perairan yang ada di Kota Padang. Bagian ikan mas yang akan diuji biokonsentrasinya yaitu pada insang dan daging ikan mas. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan terhadap paparan limbah cair salah satu industri percetakan di Kota Padang yang masuk ke badan air, untuk melihat konsentrasi logamnya sebagai gambaran kualitas dari limbah tersebut. Penelitian ini juga perlu dilakukan untuk mengetahui apakah logam-logam tersebut dapat membahayakan ikan mas sebagai salah satu biota air di dalamnya dengan mengacu pada nilai BCF untuk mengetahui kandungan logam pada hewan uji.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis konsentrasi logam Pb, Cr dan Co pada limbah cair industri percetakan Kota Padang dan pada organ insang dan daging ikan mas; menganalisis hubungan antara konsentrasi logam Pb, Cr dan Co pada limbah cair industri percetakan Kota Padang dengan konsentrasi logam Pb, Cr dan Co pada organ insang dan daging ikan mas, serta menganalisis bioakumulasi konsentrasi logam Pb, Cr dan Co pada organ insang dan daging ikan mas dari limbah cair industri percetakan Kota Padang.

2. METODOLOGI

Penelitian pendahuluan berupa sampling selama 7 hari berturut-turut di lokasi dengan mengambil limbah cair dari industri percetakan di Kota Padang. Limbah cair berasal dari proses *maintenance*. Alat yang digunakan pada waktu sampling yaitu botol sampling berukuran 2 L. Kemudian dilakukan analisis konsentrasi logam berat pada limbah cair industri percetakan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, tiga dari lima logam dari limbah cair industri percetakan sudah melebihi baku mutu. Logam yang melebihi baku mutu yaitu, Pb, Cr dan Co. Berikut **Tabel 1** merupakan konsentrasi logam berat pada limbah cair industri percetakan.

Tabel 1. Konsentrasi Logam Pada Sampel Limbah Cair Industri Percetakan

Logam	Konsentrasi (mg/L)	PermenLH No 5 Th 2014 (mg/L)
Pb	0,3	0,1
Cr	0,8	0,5
Co	0,9	0,4

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium dengan bahan kaca 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) dan *aerator* sebanyak 12 buah (setiap akuarium selalu diberi aerasi yang cukup). Hewan uji yang digunakan ikan mas *(Cyprinus carpio* L*)* berukuran 7-8 cm dan berat 6-7 gram, serta menggunakan larutan artifisial multikonsentrasi mengacu pada hasil pengukuran konsentrasi limbah cair percetakan pada Tabel. 1. Konsentrasi logam berat pada larutan artifisial dapat dilihat pada **Tabel 2**. Aklimatisasi hewan uji dilakukan selama 3 hari berdasarkan *United States Environmental Protection Agency*/USEPA (2002). Berdasarkan uji probit LC_{50} – 96 jam (Ihsan dkk, 2017) didapatkan rentang konsentrasi LC_{50}– 96 jam yaitu antara 52%-280%. Selanjutnya variasi konsentrasi yang digunakan untuk paparan logam berat ini yaitu 50%, 110%, 170%, 230% dan 290%. Pemaparan dilakukan selama 96 jam dengan memperhatikan parameter pengukuran kondisi lingkungan berupa pH, suhu dan oksigen terlarut (DO) sesuai standar USEPA (2002) yaitu pH 6 – 9; suhu 27 – 30^{o}C; DO >4 mg/L.

Tabel 2. Konsentrasi Logam pada Limbah Cair Artifisial Industri Percetakan

Konsentrasi (%)	Pb (mg/L)	Cr (mg/L)	Co (mg/L)

50	0,15	0,4	0,45
110	0,33	0,88	0,99
170	0,51	1,36	1,53
230	0,69	1,84	2,07
290	0,87	2,32	2,61

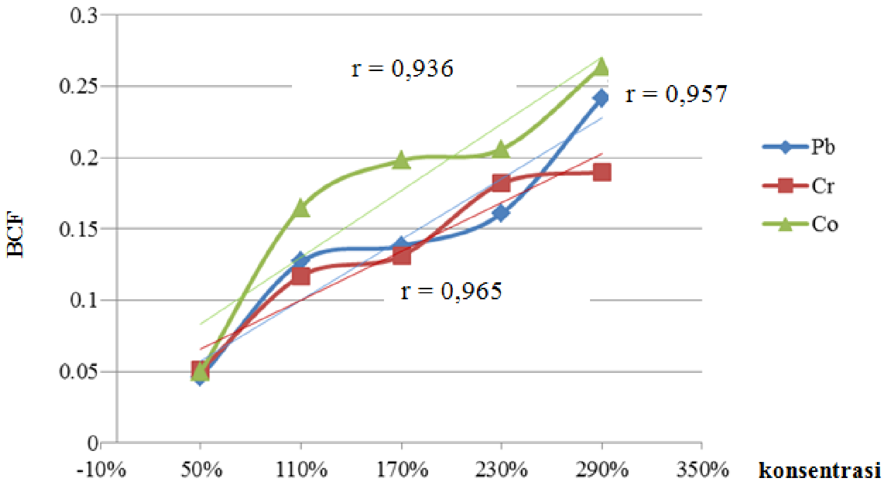
Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai BCF (Connel dan Miller, 2006; Soemirat, 2009)).

$$BCF(o\text{-}w)=\frac{Corg}{Cwater} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

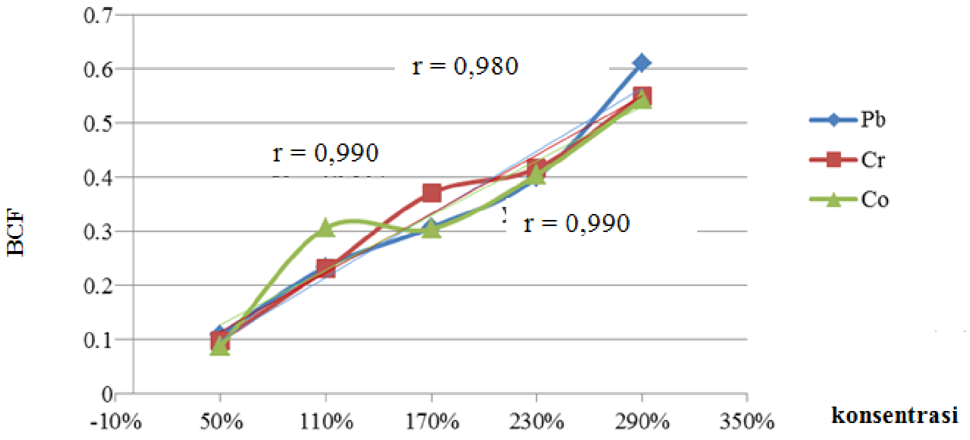
BCF(o-w) = Faktor biokonsentrasi (organisme dengan air)
C org = Konsentrasi logam berat dalam organisme
C water = Konsentrasi logam berat dalam air
Kriteria nilai BCF
BCF > 1000 : akumulasi tinggi
BCF 100-1000: akumulasi sedang
BCF < 100 : akumulasi rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan korelasi antara logam Pb, Cr dan Co pada limbah dengan organ insang dan daging ikan mas pada **Gambar 1**. Berdasarkan Gambar 1 diperoleh nilai korelasi (r) untuk hubungan variasi konsentrasi paparan dengan BCF pada insang ikan mas 0,957 (Pb); 0,965 (Cr); 0,936 (Co). Sementara itu nilai r untuk hubungan variasi konsentrasi paparan dengan BCF pada daging ikan mas 0,980 (Pb); 0,990 (Cr); 0,990 (Co). Nilai r yang mendekati 1 menyatakan bahwa terdapat korelasi yang sangat kuat sehingga variasi konsentrasi akan mempengaruhi besarnya akumulasi pada masing-masing organ ikan mas.



(a)



(b)

Gambar 1. Korelasi Logam Pb, Cr dan Co di Limbah Cair Industri Percetakan dengan Organ Ikan Mas (a) insang (b) daging

Semakin besar konsentrasi logam pada limbah cair industri percetakan maka konsentrasi limbah pada organ daging juga akan semakin besar, terlihat pada korelasi yang kuat. Berdasarkan konsentrasi logam Pb, Cr dan Co yang terkandung di dalam tubuh ikan mas, di mana semakin besar konsentrasi limbah cair industri percetakan maka kandungan logam Pb, Cr dan Co yang ada di insang dan daging ikan mas juga akan semakin meningkat.

Pada **Tabel 3** dapat dilihat tingkat akumulasi berdasarkan nilai BCF di organ insang dan daging ikan mas terhadap logam Pb, Cr dan Co.

Tabel 3. Nilai BCF pada Organ Insang dan Daging Ikan Mas

Konsentrasi (%)	Organ	Pb	Cr	Co	Tingkat Akumulasi
50	Insang	0,306	0,127	0,110	Rendah
	Daging	0,733	0,248	0,197	Rendah
110	Insang	0,383	0,132	0,166	Rendah
	Daging	0,711	0,262	0,310	Rendah
170	Insang	0,271	0,096	0,129	Rendah
	Daging	0,603	0,272	0,199	Rendah
230	Insang	0,233	0,099	0,099	Rendah
	Daging	0,579	0,227	0,196	Rendah
290	Insang	0,277	0,082	0,101	Rendah
	Daging	0,702	0,237	0,208	Rendah

Nilai BCF yang kecil menunjukkan bahwa tingkat akumulasi untuk logam Pb, pada tubuh ikan tergolong akumulasi tingkat rendah, yaitu < 100. Insang merupakan *portal of entry* dari ikan itu sendiri, di mana air yang masuk ke tubuh ikan akan melalui insang terlebih dahulu. Maka akan terjadi akumulasi logam berat di ikan (Luszcek-Trojnar ,

2013). Sedangkan untuk daging sendiri yaitu karena proses metabolisme yang terjadi di tubuh ikan akan diserap oleh daging. Hal ini membuat akumulasi logam di daging lebih tinggi daripada di insang (Javed dan Usmani, 2010).

Pada logam Pb, nilai BCF terbesar pada konsentrasi 50% untuk organ daging dan 110% organ insang. Sedangkan untuk logam Cr pada konsentrasi 110% merupakan konsentrasi dengan nilai BCF terbesar untuk organ insang dan konsentrasi 170% merupakan konsentrasi dengan nilai terbesar untuk organ insang. Logam Co memiliki konsentrasi 110% sebagai konsentrasi yang memiliki nilai BCF terbesar untuk organ daging dan organ insang (Vinodhini dan Narayanan, 2008).

Tingkat akumulasi rendah logam Pb, Cr dan Co pada insang dan daging ikan mas ini akan berdampak terhadap ekosistem sungai. Paparan yang lebih lama dan terus menerus akan mengakibatkan bioakumulasi logam berat di ikan mas semakin meningkat. Sebagai salah satu ikan konsumsi dalam rantai makanan, bioakumulasi pada ikan mas turut memberikan pengaruh pada kesehatan lingkungan dan kesehatan manusia.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi logam Pb, Cr, dan Co tertinggi di insang dan daging ikan mas, berada pada konsentrasi 290% LC_{50} – 96 jam. Ada korelasi peningkatan konsentrasi Pb, Cr, dan Co pada limbah cair industri percetakan dengan konsentrasi logam Pb, Cr dan Co pada insang (r = 0,936 - 0,965) dan daging ikan mas (r = 0,958 - 0,990). Nilai faktor biokonsentrasi (BCF) tertinggi dari Pb, Cr dan Co di insang pada konsentrasi 110% LC_{50}– 96 jam (0,383; 0,1932; 0,166) dan nilai BCF tertinggi pada Pb, Cr dan Co di daging pada konsentrasi adalah 50%, 170% dan 110% (0,733; 0,272; 0,310). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat bioakumulasi rendah (BCF <100).

5. DAFTAR PUSTAKA

Afrianita, R., Dewilda, Y., Fitri, R. 2013. Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash sebagai Adsorben dalam Penyisihan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan di Kota Padang. Jurnal Dampak Teknik Lingkungan Universitas Andalas 9 (1), pp 37-43.

Connell, D.W dan Miller, G.J. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. UI Press. Jakarta.

Ihsan, T., Edwin, T., Vitri, R. Y., 2017. Analisis LC_{50} Logam Pb, Co dan Cr terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) pada Limbah Cair Industri Percetakan. Jurnal Dampak Teknik Lingkungan Universitas Andalas 14 (2), pp 98-103.

Javed, M., Usmani, N. 2010. Accumulation of heavy metals in fishes: A human health concern. International Journal of Environmental Sciences 2 (2), pp 671-682.

Luszcek-Trojnar, E., Drag-Kozak, E., Popek, W. 2013. Lead accumulation and elimination in tissues of Prussian carp, Carassius gibelio (Bloch, 1782), after long-term dietary exposure, and depuration periods. Environmental Science and Pollution Research International 20(5), pp 3122-3132.

Mastan, S. A. 2014. Heavy metals concentration in various tissues of two freshwater fishes, Labeo rohita and Channa striatus. African Journal of Environmental Science and Technology 8 (2), pp 166-170.

Palar, H . 2012. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Bandung

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

Soemirat, J. 2009. Toksikologi Lingkungan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.USEPA. 2002. Methods for Measuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism. Washington DC.

Vinodhini, R., Narayanan, M. 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish Cyprinus carpio (Common carp). International Journal of Environmental Science & Technology 5 (2), pp 179-182.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Jurusan Teknik Lingkungan dan Fakultas Teknik Universitas Andalas yang membantu dalam penelitian serta Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas terkait pelaksanaan seminar nasional ACE *Conference* ini.