

STUDI KANDUNGAN LOGAM BERAT (Cu, Cd, Pb) PADA IKAN SAPU-SAPU (*Hypostomus plecostomus*) DI SUNGAI BENGAWAN SOLO

The Investigation of Heavy Metal Content (Cu, Cd, Pb) in Sapu-sapu Fish (*Hypostomus plecostomus*) in Bengawan Solo River

Oleh:

Ristiyana Eko Setyarini

Alumni Progdi Kes. Ling. FIK Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasuro tromol Pos 1 Surakarta 57162, Telp (0271) 717417

Dwi Astuti dan Ambarwati

Dosen Progdi Kesehatan Lingkungan, FIK Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasuro tromol Pos 1 Surakarta 57162, Telp (0271) 717417
Psw 140-141, Fax (0271)715448, E-Mail: dwigunsolo@plasa.com

ABSTRACT

A study had been carried out to investigate heavy metal (Cu, Cd, Pb) content in Sapu-sapu fish (*Hypostomus plecostomus*) in Bengawan Solo River.

The type of this research was observational research, with Sapu-sapu fish inhabit Bengawan Solo River as the population. The samples were taken with purposive random sampling. Nine Sapu-sapu fishes taken from 3 places, i.e.: Nguter Sukoharjo area, Premulung River outlet and Anyar River outlet, 3 fishes from each place, and then take examined the content of heavy metal.

The result of the study showed that the average content of Cu : 0,027mg/100gr, Cd : 0,005 mg/100gr and Pb : 0,042 mg/100gr. Hence, Sapu-sapu fish in Bengawan Solo had been contaminated with heavy metal (Cu, Cd and Pb) and should not be consumed.

Keywords: Heavy Metal (Cu, Cd, Pb), Sapu-Sapu Fish

PENDAHULUAN

Industrialisasi merupakan pilihan bagi bangsa Indonesia untuk meningkatkan kesejahteraan hidup akibat semakin sempitnya lahan pertanian. Hal ini dipilih karena industri memiliki beberapa keuntungan, yaitu dapat menyerap tenaga kerja banyak dan meningkatkan pendapatan perkapita. Yang perlu mendapatkan perhatian ialah, bahwa industri merupakan salah satu sektor pembangunan yang sangat potensial untuk merusak atau mencemari lingkungan. Kerugian yang ditimbulkan terhadap

lingkungan dapat dilihat dengan timbulnya pencemaran yang berasal dari limbah industri.

Sebanyak 1.160 industri yang berada di Jawa Tengah setiap tahunnya menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B-3)) sekitar 49.000 m³. Limbah tersebut dibuang ke saluran-saluran daerah aliran sungai (DAS), sehingga kondisi DAS Bengawan Solo, Kaligarang, Sambong, Serayu, Pemali Comal, Juwana, Gung, Wulan, Progo, dan Banger kualitasnya terus menurun (Suara Merdeka, 4 November 2004).

Air sungai yang digunakan sebagai tempat untuk membuang limbah industri dapat tercemar oleh logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia. Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan antara lain adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr), nikel (Ni), tembaga (Cu), dan seng (Zn). Logam tersebut apabila mengumpul di dalam tubuh meskipun dalam jumlah yang sedikit, dalam waktu yang lama akan tetap tinggal sebagai racun terakumulasi (Fardiaz, 1999).

Berdasarkan data hasil pemeriksaan kualitas air Sungai Bengawan Solo yang dilakukan oleh Yayasan Gita Pertiwi di Laboratorium Sucofindo Semarang pada tanggal 14 sampai dengan 17 Oktober 2004, dapat diketahui bahwa kandungan kadmium dan timbal pada air Sungai Bengawan Solo, telah melebihi baku mutu air sungai golongan II.

Analisis terhadap biota air mengenai pencemaran logam berat sangat penting dibandingkan dengan analisis air itu sendiri. Hal itu disebabkan karena kandungan logam pada air dapat berubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan, sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam akan terkonsentrasi. Kandungan logam dalam biota air biasanya akan selalu bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam yang bioakumulatif. Oleh karena itu biota air tepat apabila digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat di perairan (Darmono, 1995).

Ikan merupakan salah satu biota perairan yang apabila hidup di perairan yang

sudah tercemar oleh logam berat, dkuatirkan dapat terkontaminasi oleh logam berat sehingga dapat membahayakan manusia yang mengkonsumsinya. Ikan sapu-sapu merupakan salah satu ikan yang hidup di Sungai Bengawan Solo. Ikan ini identik sebagai pembersih kolam karena suka mengkonsumsi kotoran (polutan) yang berada di sungai tempat mereka hidup. Oleh karena itu ikan ini dapat hidup di tempat yang tingkat pencemarannya tinggi.

Pemeriksaan terhadap besarnya kandungan logam berat pada biota di perairan (termasuk ikan) perlu dilakukan untuk mengetahui besarnya pencemaran dan mencegah bahaya yang akan ditimbulkan bagi manusia akibat mengkonsumsi ikan (makanan dari air) yang telah terkontaminasi oleh logam berat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat di Sungai Bengawan Solo, khususnya logam Cu, Cd dan Pb dengan memeriksa ikan Sapu-sapu dari aliran Sungai Bengawan Solo di daerah Nguter, outlet Sungai Premulung dan outlet Sungai Anyar.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah ikan sapu-sapu yang berada di Sungai Bengawan Solo.

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional dengan pemeriksaan laboratorium yang bertujuan untuk menggambarkan besarnya kandungan logam berat (Cu, Cd, Pb) pada ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo.

Waktu penelitian dilaksanakan pada tanggal 6 – 9 November 2004, sedangkan

tempat pengambilan sampel dilakukan di Sungai Bengawan Solo dan pemeriksaan kandungan logam berat (Cu, Cd, Pb) dilaksanakan di laboratorium Sub Lab Kimia Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.

Populasi dalam penelitian ini adalah ikan sapu-sapu yang berada di Sungai Bengawan Solo. Sedang sampel diambil dengan cara *purposive random sampling* yaitu pengambilan sampel berdasarkan atas pertimbangan peneliti. Sampel pada penelitian ini adalah 9 ikan sapu-sapu yang diambil dari 3 titik, yaitu: daerah Nguter Sukoharjo sebanyak 3 ekor ikan sapu-sapu, outlet Sungai Premulung di Sungai Bengawan Solo sebanyak 3 ekor ikan sapu-sapu dan outlet Sungai Anyar di Sungai Bengawan Solo sebanyak 3 ekor ikan sapu-sapu.

Data pada penelitian ini adalah data kuantitatif jenis diskrit yaitu data tentang hasil perhitungan kandungan logam berat (Cu, Cd, Pb) pada ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo.

Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer dari hasil pemeriksaan dan

data sekunder dari Yayasan Gita Pertiwi Surakarta. Cara pengumpulan data dilakukan dengan mengukur kandungan logam berat (Cu, Cd, Pb) pada ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo, dengan alat AAS.

Analisis data dilakukan secara diskriptif dengan menggambarkan kandungan logam berat (Cu, Cd, Pb) pada ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo dari 3 titik sampling.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan logam berat rata-rata (Cu, Cd, Pb) pada ikan Sapu-Sapu di sungai Bengawan Solo dapat dilihat pada tabel 1.

Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu

Kota Surakarta secara geografis terletak di antara dua gunung berapi yaitu Gunung Lawu dan Gunung Merapi, dan dialiri oleh Sungai Bengawan Solo. Wilayah Surakarta secara topografis relatif datar dengan elevasi rata-rata 92 m di atas permukaan laut. Secara geomorfologi daerah Surakarta merupakan bagian daratan *Fluvio-Vulkanik* Gunung Merapi dan Gunung

Tabel. 1. Kandungan Cu, Cd dan Pb Rata-Rata pada Ikan Sapu-Sapu di Sungai Bengawan Solo

No	Titik Sampling	Rata-rata Kandungan Logam Berat ($\frac{\text{mg}}{100\text{gr}}$)		
		Cu	Cd	Pb
1.	DAS Bengawan Solo yang berada di Kali Nguter (Sukoarjo)	0,031	0,006	0,048
2.	Out let Sungai Premulung pada DAS Bengawan Solo (Daerah Beconang Surakarta)	0,022	0,003	0,041
3.	Out let Sungai Anyar pada DAS Bengawan Solo (Daerah Jebres Surakarta)	0,027	0,005	0,037
Kandungan rata-rata		0,027	0,005	0,042

Lawu. Daerah tersebut dialiri Sungai Bengawan Solo, Sungai Pepe, Sungai Premulung, Sungai Pucang, Sawit, dan Sungai Anyar (Kali Anyar). Sungai Bengawan Solo merupakan sungai besar dan terpanjang di Pulau Jawa. Sungai ini melintasi beberapa Kabupaten di wilayah Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur.

Hasil penelitian menjelaskan bahwa ikan sapu-sapu yang berada di Sungai Bengawan Solo sudah terkontaminasi oleh logam berat (Cu, Cd, dan Pb). Hal ini menunjukkan bahwa air sungai tersebut kualitasnya sudah menurun. Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo dapat dilihat pada tabel. 1. dimana kandungan Cu rata-rata sebesar 0,027, kandungan Cd rata-rata sebesar 0,005, dan kandungan Pb rata-rata sebesar 0,042.

Berdasarkan titik pengambilan sampel, kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu yang paling tinggi terdapat di daerah Nguter Sukoharjo, kemudian di Out let Sungai Anyar, dan kandungan rata-rata logam berat pada ikan yang paling rendah terdapat di Out let Sungai Premulung.

a. Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di daerah Nguter Sukoharjo

Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di daerah Nguter Sukoharjo paling tinggi dibandingkan dengan kedua titik sampel lainnya. Adapun kandungan Cu rata-rata sebesar 0,031, kandungan Cd rata-rata sebesar 0,006, dan kandungan Pb rata-rata sebesar 0,048. Berdasarkan survei pengamatan di daerah Nguter Sukoharjo, belum begitu banyak terdapat industri, di sekitar daerah pengambilan sampel hanya terdapat limbah pabrik tapioka, limbah domestik (rumah tangga), dan air sisa pengairan.

Tingginya kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di daerah Nguter dibanding dengan kedua titik sampel lainnya, dimungkinkan karena air sungai tercemar oleh limbah air sisa pengairan yang mengandung sisa pupuk dan pestisida, sehingga konsentrasi logam beratnya tinggi, yang menyebabkan ikan sapu-sapu di tempat tersebut kandungan logam beratnya juga tinggi.

b. Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di out let Sungai Premulung Surakarta

Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di out let Sungai Premulung Surakarta lebih rendah dibandingkan dengan di out let Sungai Anyar Surakarta. Namun ada salah satu logam yang kandungannya lebih tinggi dari pada di out let Sungai Anyar, logam tersebut adalah timbal. Adapun kandungan Cu rata-rata sebesar 0,022, kandungan Cd rata-rata sebesar 0,003, dan kandungan Pb rata-rata sebesar 0,041. Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di Sungai Premulung lebih rendah dibandingkan dengan kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di daerah Nguter, dimungkinkan karena air di out let Sungai Premulung kandungan logam beratnya lebih rendah dibandingkan dengan air di daerah Nguter. Hal itu dapat disebabkan karena jarak dari Nguter sampai ke out let Sungai Premulung kira-kira 25 km sehingga dengan jarak tersebut air sungai yang mengalir dari Nguter ke out let Sungai Premulung telah mengalami pengenceran yang dapat menurunkan kandungan logam berat dalam air.

c. Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di out let Sungai Anyar Surakarta

Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di out let Sungai Anyar Surakarta

lebih tinggi dibandingkan dengan di out let Sungai Premulung Surakarta. Namun ada salah satu logam yang kandungannya lebih rendah dari pada di Out let Sungai Premulung, logam tersebut adalah timbal. Adapun kandungan Cu rata-rata sebesar 0,027, kandungan Cd rata-rata sebesar 0,005, dan kandungan Pb rata-rata sebesar 0,037. Kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu di out let Sungai Anyar lebih tinggi dibandingkan dengan di out let Sungai Premulung. Hal ini mungkin disebabkan oleh banyaknya industri yang membuang limbah industri di aliran Sungai Bengawan Solo ataupun di anak Sungai Bengawan Solo.

Sumber pencemar Sungai Bengawan Solo

Keberadaan industri di Kota Surakarta merupakan salah satu aktivitas yang menunjang pembangunan. Salah satu tolak ukur keberhasilan pembangunan adalah berkembangnya berbagai macam industri. Berdasarkan karakteristiknya industri dapat digolongkan menjadi 3 yaitu industri rumah tangga, industri menengah, dan industri besar. Kontribusi berbagai macam produk yang dihasilkan dari industri dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung, namun di sisi lain, perkembangan industri dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan melalui limbah yang dihasilkan, baik limbah cair, padat, maupun gas.

Industri di Kota Surakarta sebagian besar tersebar di dua kecamatan yaitu Kecamatan Laweyan dan Kecamatan Pasar Kliwon. Industri yang paling menonjol adalah industri batik dan tekstil, industri lainnya adalah industri makanan, minuman, tahu, tempe, kecap, bihun dan MSG.

Industri di Kota Surakarta merupakan sumber pencemar Sungai Bengawan Solo, karena industri tersebut membuang limbah ke empat anak Sungai Bengawan Solo yang melintas di Kota Surakarta, yaitu: anak sungai Premulung, Pepe, Pucang Sawit, dan Anyar. Anak Sungai Premulung melintasi wilayah Sukoharjo dan Surakarta, sungai tersebut berfungsi sebagai irigasi, penerima limbah hasil buangan rumah tangga, dan penerima limbah industri mulai dari Desa Gumpang dengan industri tekstil, batik dan farmasi. Anak Sungai Pepe menerima beban limbah dari kegiatan pertanian, industri tekstil, batik, kegiatan domestik dan rumah sakit. Anak Sungai Pucang Sawit menerima beban limbah dari kegiatan rumah tangga, aktivitas pemeliharaan kendaraan bermotor dan rumah pemotongan hewan. Anak Sungai Anyar menerima beban limbah dari kegiatan domestik, kegiatan pertanian, industri tekstil, pengolahan kayu, pemeliharaan kendaraan bermotor dan rumah sakit.

Hasil penelitian dari Pusat Penelitian UNS (Solikun, 2005) menegaskan bahwa pencemaran logam berat yang terkandung dalam air Sungai Bengawan Solo telah menjadi bagian dari sistem produksi komoditi pertanian seperti padi, palawija, dan air bersih. Akibatnya, kandungan Cd dan Cr dari limbah pabrik ikut terserap tanaman padi, tetapi tidak bisa diurai. Bahkan, kadar kromium sudah mencapai 3,8-7,5 mg/kg. Padahal ambang batasnya hanya 2,5 mg/kg. Untuk diketahui, limbah cair dari produksi biasanya mengandung nitrogen sehingga dampak sesaatnya padi menjadi subur, sehingga pemerintah dan masyarakat harus bersama-sama mencegah bahaya pencemaran. Selain itu upaya penegakan hukum terhadap pelaku untuk bertanggung jawab harus dilakukan, karena

dalam waktu 15-25 tahun hal ini akan menyebabkan kanker, kerusakan hati, paru-paru, dan kerapuhan tulang.

Kualitas Air Sungai Bengawan Solo

Kualitas air Sungai Bengawan Solo sangat rendah karena di dalam sungai tersebut ditemukan adanya parameter-parameter kualitas air yang besarnya melebihi baku mutu air sungai golongan II (Berdasarkan PP No. 82 tahun 2001). Berdasarkan data dari Yayasan Gita Pertiwi Surakarta, diketahui bahwa kandungan logam berat kadmium dan timbal air Sungai Bengawan Solo telah melebihi baku mutu air sungai. Tabel. 2. berikut ini menunjukkan kandungan tembaga, kadmium, dan timbal di setiap *up stream* dan *down stream* anak sungai yang bermuara di Sungai Bengawan Solo yang berada di Kota Surakarta.

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa kandungan logam berat kadmium dan timbal di setiap titik pengambilan sampel berbeda. Hal itu dipengaruhi oleh keberadaan industri di sekitar tempat pengambilan sampel yang membuang limbahnya ke sungai tersebut. Selain itu juga penambahan debit dari anak sungai, dimana air aliran anak sungai tersebut dapat mengencerkan (mengurangi) atau menambah kandungan logam berat di dalam air sungai.

Berdasarkan data dari Yayasan Gita Pertiwi Surakarta mengenai kandungan logam berat pada air di setiap out let anak Sungai Bengawan Solo di Kota Solo, diketahui bahwa out let Sungai Pepe merupakan out let yang mempunyai kandungan logam berat yang paling tinggi dibandingkan dengan ketiga out let anak

Tabel 2. Kandungan Cu, Cd, dan Pb pada air Sungai di Setiap Anak Sungai yang Bermuara di Sungai Bengawan Solo yang Berada di Kota Surakarta

No	Lokasi	Parameter (mg/l)			Baku mutu air gol II (mg/l)		
		Cu	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb
1	Up stream Sungai Premulung	< 0,01	0,82	0,262	0,02	0,01	0,003
2	Down Stream Sungai Premulung	< 0,01	0,10	0,422	0,02	0,01	0,003
3	Up stream Sungai Pepe	< 0,01	0,133	0,485	0,02	0,01	0,003
4	Down Stream Sungai Pepe	< 0,01	0,083	0,485	0,02	0,01	0,003
5	Up stream Sungai Pucang Sawit	< 0,01	0,114	0,282	0,02	0,01	0,003
6	Down Stream Sungai Pucang Sawit	< 0,01	0,104	0,397	0,02	0,01	0,003
7	Up stream Sungai Anyar	< 0,01	0,096	0,448	0,02	0,01	0,003
8	Down stream Sungai Anyar	< 0,01	0,124	0,212	0,02	0,01	0,003

Sumber : Yayasan Gita Pertiwi

sungai lainnya. Out let Sungai Pepe terletak setelah out let Sungai Premulung, tepatnya di antara out let Sungai Premulung dan out let Sungai Pucang Sawit. Dengan tingginya kandungan logam berat di out let Sungai Pepe tersebut, maka dapat menyebabkan tingginya kandungan logam berat di sekitar out let Sungai Anyar.

Jika dibandingkan maka besarnya kandungan logam berat pada air sungai dengan pada ikan sapu-sapu di suatu titik pengambilan sampel adalah sesuai, dimana semakin besar kandungan logam berat dalam air maka semakin besar pula kandungan logam berat dalam tubuh ikan sapu-sapu. Sebagai contoh kandungan logam Cd pada air dan ikan di Sungai Premulung lebih rendah dibandingkan dengan di Sungai Anyar. Kandungan Pb pada air di Sungai Premulung lebih tinggi dibandingkan dengan di Sungai Anyar, berpengaruh juga terhadap kandungan logam berat pada ikan sapu-sapu dimana kandungan Pb pada ikan sapu-sapu di Sungai Premulung lebih tinggi dibandingkan dengan di Sungai Anyar.

Bahaya yang ditimbulkan logam berat pada biota perairan dan manusia.

Logam berat merupakan salah satu sumber pencemar air yang sangat berbahaya dan beracun bagi kehidupan biota perairan. Logam berat tersebut dapat menimbulkan kematian bagi suatu jenis biota perairan yang rentan atau dapat menyebabkan suatu biota perairan terkontaminasi (di dalam tubuhnya mengandung logam berat) sehingga dapat meracuni konsumen biota perairan.

Cepat atau lambat pencemaran lingkungan akan mengakibatkan semakin tinggi residu substansi pencemar dalam jaringan tumbuhan dan hewan yang dibudidayakan. Dengan kata lain, kualitas

lingkungan akan semakin menurun akibat pencemaran. Konsekuensinya ternak maupun tanaman yang dipelihara di lingkungan itu akan mengalami penurunan mutu pula, termasuk meningkatnya residu senyawa-senyawa pencemar. Pengaruh pelepasan dan penyebaran substansi pencemar dan menurunnya kualitas lingkungan pada keamanan pangan dapat dikaji dengan pendekatan toksikologi lingkungan. Pendekatan ini mengandalkan skenario bahwa setiap senyawa beracun yang terlepas di lingkungan akan tersebar dan kemudian tertimbun dalam matriks biologi dan kimia. Selanjutnya, ia memberikan dampak pada inangnya atau ditransfer kepada inang yang lebih tinggi (Kompas, 1997).

Kandungan tembaga pada air di setiap anak sungai yang berada di out let Sungai Bengawan Solo berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 belum melebihi baku mutu air sungai golongan II. Adapun besar kandungan tembaga di setiap anak sungai adalah $< 0,01$ mg/l sedangkan baku mutu yang diperbolehkan sebesar 0,02 mg/l, sehingga dengan kandungan sebesar itu dianggap tidak membahayakan biota perairan. Namun tidak menutup kemungkinan pada suatu saat kandungan tembaga tersebut akan meningkat dan melebihi ambang batas yang diperbolehkan, jika hal ini terjadi maka akan menimbulkan beberapa bahaya yang disebabkan oleh tembaga, yaitu: dapat menyebabkan kematian pada fitoplankton apabila kandungannya dalam air sebesar 0,01 ppm dapat menyebabkan kematian pada crustacea apabila kandungannya dalam air sebesar 0,17 sampai 100 ppm, dapat menyebabkan kematian pada mollusca apabila kandungannya dalam air sebesar 0,16 sampai 0,5 ppm, dan dapat menyebabkan kematian pada ikan apabila kandungannya dalam air sebesar 2,5 sampai

3,0 ppm (Heryando, 1994). Hasil penelitian Pocino dkk (dalam Darmono, 2001) bahwa pemberian Cu berlebih melalui air minum pada hewan percobaan mencit dapat mengakibatkan hambatan pada system respon imun, baik seluler maupun humoral. Mencit yang diberi dosis 200 mg/l Cu dalam air minum menghambat semua system imun tersebut pada minggu ketiga dan minggu ke-8-10. Tetapi pada pemberian 50 mg/l Cu hanya menghambat beberapa system imun pada minggu ke-8 saja. Sedangkan pemberian Cu dalam waktu yang lama walaupun dalam dosis rendah, dapat merusak kemampuan sel kebal untuk berpoliferasi baik sel T ataupun sel B poliklonal mitogen.

Yang perlu dikuatirkan adalah biota yang mengakumulasi logam tembaga tersebut, karena apabila biota tersebut dikonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan penyakit yang bersifat akut dan kronis. Contoh penyakit yang disebabkan oleh tembaga akibat mengkonsumsi biota perairan yang mengandung logam tersebut antara lain: kerusakan hati, gastrointernal, muntaber, pusing, lemah, anemia, kram, shock, dan meninggal dunia. Logam tembaga mempunyai perbedaan dengan logam kadmium dan timbal. Hal itu disebabkan karena logam tembaga masih diperlukan oleh tubuh, sedangkan kadmium dan timbal tidak diperlukan oleh tubuh. Orang dewasa setiap harinya membutuhkan tembaga sebesar 30 mg per kilogram berat tubuh, anak-anak setiap harinya membutuhkan tembaga sebesar 40 mg per kilogram berat tubuh, dan bayi membutuhkan tembaga sebesar 80 mg per kilogram berat tubuh. Berdasarkan ketentuan FAO/WHO, batas kandungan logam tembaga yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah sebesar 0,0083 mg/kg berat badan.

Kandungan kadmium di setiap anak sungai yang berada di out let Sungai Bengawan Solo berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 telah melebihi baku mutu air sungai golongan II. Adapun kandungannya berkisar antara 0,082 mg/l sampai dengan 0,133 mg/l, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan sebesar 0,01 mg/l. Kandungan kadmium sebesar ini dapat menyebabkan kematian bagi crustacea, insekta, dan oligochaeta yang berada di sungai tersebut. Hal ini berdasarkan hasil penelitian dimana crustacea dapat mengalami kematian dalam badan perairan yang mengandung kadmium pada konsentrasi 0,005-0,15 ppm, insekta akan mengalami kematian apabila berada dalam perairan yang terkontaminasi kadmium dengan konsentrasi 0,003-18 ppm, oligochaeta akan mengalami kematian apabila berada dalam perairan yang terkontaminasi kadmium dengan konsentrasi 0,0028-4,6 ppm, dan ikan emas akan mengalami kematian apabila berada dalam perairan yang terkontaminasi kadmium dengan konsentrasi 1,092-1,104 ppm (Heryando, 1994). Selain dapat menimbulkan kematian bagi biota perairan kadmium apabila terakumulasi dalam tubuh ikan yang nantinya akan dikonsumsi oleh manusia juga dapat menyebabkan penyakit : ginjal, pernafasan (paru-paru), jantung, rusaknya kelenjar reproduksi dan kerapuhan pada tulang. Berdasarkan ketentuan FAO/WHO, batas kandungan logam kadmium yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah sebesar 0,05-0,5 mg/kg berat badan.

Kandungan timbal di setiap anak sungai yang berada di out let Sungai Bengawan Solo berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 telah melebihi baku mutu air sungai golongan II. Adapun kandungannya berkisar antara 0,212 mg/l sampai dengan

0,485 mg/lit, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan sebesar 0,003 mg/lit. Kandungan logam timbal disetiap out let anak Sungai Bengawan Solo ternyata belum menyebabkan kematian bagi biota perairan seperti : crustacea dan insekta. Crustacea akan mengalami kematian apabila berada pada perairan yang terkontaminasi timbal pada konsentrasi 2,75-49 mg/lit dan insekta akan mengalami kematian apabila berada pada perairan yang terkontaminasi timbal pada konsentrasi 3,5-64 mg/lit (Heryando, 1994). Neilan dkk (dalam Darmono, 2001) menerangkan bahwa Pb dalam konsentrasi rendah dapat menghambat proses terbentuknya *antibody dependent celuler citotoxicitas (ADCC)* dan *natural killer cell mediated citotoxicitas (NKMC)* pada tikus. Kedua jenis sel kebal tersebut sangat berperan dalam mekanisme daya tahan tubuh secara alami terhadap infeksi penyakit. Sel ADCC terlihat dalam proses reaksi *autoimmune*, sedangkan NKMC sangat berperan dalam reaksi antitumor dan daya tahan terhadap infeksi virus ataupun mikroorganisme lainnya.

Keracunan yang ditimbulkan oleh logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh yang dapat melalui makanan, minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Pada jaringan atau organ tubuh, logam Pb akan terakumulasi pada tulang. Karena dalam bentuk ion Pb^{2+} , logam ini mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat pada jaringan tulang. Disamping itu pada wanita hamil logam Pb dapat melewati plasenta dan kemudian akan ikut masuk dalam sistem peredaran darah janin dan selanjutnya setelah bayi lahir Pb akan dikeluarkan bersama air susu. Meskipun jumlah Pb yang

diserap oleh tubuh hanya sedikit ternyata logam Pb ini sangat berbahaya. Hal ini disebabkan karena senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap berbagai macam fungsi organ tubuh. Sel-sel darah merah merupakan suatu bentuk kompleks khelat yang dibentuk oleh logam Fe dengan gugus haeme dan globin. Sintesis dari kompleks tersebut melibatkan dua macam enzim ALAD (*Amino Levulinic Acid Dehidrase*) atau asam amino levulinat dehidrase dan enzim jenis sitoplasma. Enzim ini akan bereaksi secara aktif pada tahap awal sintesis dan selama sirkulasi sel darah merah berlangsung. Adapun enzim ferrokhelatase termasuk pada golongan enzim mitokondria. Enzim ferrokhelatase ini akan berfungsi pada akhir proses sintesis. Keracunan akibat kontaminasi logam Pb dapat menimbulkan berbagai macam hal : meningkatkan kadar ALAD dalam darah dan urine, meningkatkan kadar *protoporphin* dalam sel darah merah, memperpendek umur sel darah merah, menurunkan jumlah sel darah merah dan kadar sel-sel darah merah yang masih muda, serta meningkatkan kandungan logam Fe dalam plasma darah. Keracunan yang disebabkan oleh logam Pb dalam tubuh dapat mempengaruhi organ-organ tubuh antara lain sistem saraf, ginjal, sistem reproduksi, sistem endokrin dan jantung. Logam Pb dapat menyebabkan gangguan pada otak, sehingga anak mengalami gangguan kecerdasan dan mental (kompas, 1997).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo sudah tercemar logam berat Cu, Cd, dan Pb.
2. Kandungan Cu rata-rata pada ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo

sebesar 0,027 , Cd rata-rata sebesar 0,005 , dan Pb rata-rata sebesar 0,042.

3. Ikan sapu-sapu di Sungai Bengawan Solo tidak layak untuk dikonsumsi karena sudah tercemar oleh logam berat Cu, Cd, dan Pb.

Saran

1. Bagi pengusaha
Sebaiknya pengusaha mengolah limbahnya terlebih dahulu sampai memenuhi baku mutu sebelum membuangnya ke Sungai Bengawan Solo.
2. Bagi masyarakat
Sebaiknya masyarakat tidak mengonsumsi ikan sapu-sapu dan ikan lain yang berasal dari Sungai Bengawan Solo.
3. Bagi Bapedalda
Sebaiknya Bapedalda mengawasi perusahaan-perusahaan yang belum melaku-

kukan pengolahan limbah terlebih dahulu namun membuang limbahnya ke Sungai Bengawan Solo, dan memberikan sanksi yang tegas bagi pengusaha yang melanggarnya

4. Bagi Peneliti Selanjutnya
 - a. Melakukan penelitian yang sama di out let Sungai Pepe dan out let Sungai Pucang Sawit.
 - b. Meneliti dan mengidentifikasi kandungan semua logam berat yang ada dalam ikan sapu-sapu.
 - c. Meneliti dan mengidentifikasi kandungan logam yang ada dalam tanaman budidaya yang diairi dengan air Sungai Bengawan Solo.
 - d. Meneliti dan mengidentifikasi kandungan logam yang ada dalam tubuh masyarakat sekitarnya yang sering mengonsumsi ikan maupun tanaman budidaya tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmono. 1995. *Logam dan Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta : UI Press.
- _____. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta : UI Press.
- Fardiaz S. 1999. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : PT. Kanisius.
- Heryando P. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Kompas, 1997, *Pencemaran Lingkungan Mengancam Keamanan Pangan*, <http://www.hamline.edu/apakabar/basisdata/1997/09/11/0040.html>
- Nik-69n. 2004. 1160 Industri di Jateng Hasilkan Limbah Beracun. *Suara Merdeka*. 4 November 2004:1. Kol. 5 – 6.
- Pusat Penelitian UNS. 2004. *Sungai Bengawan Solo Tercemar Logam Berat*. Diakses : 23 November 2004. [Http : //www. Liputan6.com/fullnews/84143.html](http://www.Liputan6.com/fullnews/84143.html)
- Solikon, 2005, <http://www.liputan6.com/fullnews/84143.html>

Lampiran 1.



