

# ANALISIS KADAR LOGAM BERAT PADA SUNGAI DI JAWA TENGAH

---

**R. Susanti, Dewi Mustikaningtyas, Fitri Arum Sasi**

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Email: rsant\_ti@yahoo.com

Abstrak. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kadar cemaran logam berat pada sedimen air sungai di Jawa Tengah (Kaligarang, Juwana, Bengawan Solo, Kali Agung, Kali Banger). Sampel penelitian berupa sedimen sungai. Sampel diuji kadar logam berat (Hg, Cd, Cu, Cr, Zn, Pb). Uji kadar logam berat dilakukan dengan menggunakan metode *Mercury analyser* (Hg) dan *Atomic Absorption Spectroscopy* (Cd, Cu, Cr, Zn, Pb). Hasil pengujian menunjukkan, kadar logam tertinggi adalah Zn dan Cu. Kadar logam Zn dari sumber cemaran industri makanan, farmasi, rumah tangga, peleburan timah, pembuangan oli, limbah minyak dan limbah batik secara berturut-turut sebesar 254,12 ppm; 211,65 ppm; 151,56 ppm; 112,02 ppm; 124,65 ppm; 127,42 ppm dan 133,417 ppm. Kadar logam Cu dari sumber cemaran yang sama selain limbah farmasi berturut-turut sebesar 49,78 ppm; 30,77 ppm; 30,01 ppm; 27,98 ppm; 16,20 ppm dan 25,70 ppm. Untuk industri farmasi, kadar logam tertinggi kedua adalah Pb yaitu sebesar 57,40 ppm. Disimpulkan bahwa dari semua jenis sumber cemaran yang masuk ke badan air sungai sebagian besar mengandung logam Zn dan Cu. Secara keseluruhan kadar Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb cukup tinggi. Perairan sungai dalam penelitian ini, pada saat pengamatan menerima masukan limbah yang mengandung Zn lebih banyak dibandingkan logam lain.

Kata kunci: logam berat, Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb, sungai di Jawa Tengah

## PENDAHULUAN

Perairan meliputi hampir 70% dunia. Polutan lingkungan akuatik umumnya berasal dari pengendapan sebagian besar substansi karena kegiatan manusia (Imanudin 2012). Pembangunan industri akibat pertumbuhan penduduk dan peningkatan konsumsi akan meningkatkan beratnya pencemaran terhadap sumber daya alam. Polutan yang masuk ke perairan merupakan hasil penggunaan pestisida, pemupukan, limbah domestik dan industri (limbah cair), transportasi dan pengendapan dari udara. Secara alami, logam berat yang masuk ke sistem akuatik dapat berasal dari pelapukan tanah, batu dan kegiatan manusia, seperti limbah industri dan pemukiman yang dibuang ke badan air (Pardoet *al.* 1990; Boughrietet *al.* 1992).

Selain mempengaruhi kualitas air sehingga kondisi lingkungan tidak sesuai lagi dengan peruntukannya, logam berat juga mempengaruhi sumber daya hayati perairan, karena logam berat bersifat akumulatif pada tubuh biota (Imanudin 2012). Menurut Darmono (1995) akumulasi terjadi karena proses absorpsi logam berat ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan dan pencernaan. Logam berat akan terakumulasi dalam jaringan tubuh bahkan menyebabkan kematian organisme tersebut.

Di negara-negara maju seperti Inggris, Jerman dan Australia, polusi logam berat di perairan relatif kecil. Polusi kadmium (Cd) 50 ng/L, tetapi kadar kadmium di daerah pertemuan antara darat dan laut jauh lebih besar yaitu 0.04-1 µg/L. Bahkan di sedimen laut, kandungan Cd cukup tinggi yaitu berkisar 0.04-400 mg/L (Sarjono 2009).

Kewaspadaan terhadap logam berat di daerah aliran sungai di Jawa sangat diperlukan, karena kadar Cu dan Cd masih di atas nilai ambang batas. Begitu juga halnya dengan Hg. Meningkatnya Hg di perairan perlu mendapat perhatian karena Hg merupakan logam berat yang sangat toksik dibandingkan Pb, Cd, dan Cu (Tarigan *et al.* 2003).

Suatu pemahaman yang lebih baik mengenai respon mikroorganisme terhadap logam berat juga relevan bagi usaha-usaha pelestarian dan perlindungan terhadap sumber daya alam hayati dan non hayati. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar logam berat di perairan sungai di Jawa Tengah (Kaligarang, Juwana, Bengawan Solo, Kali Agung, Kali Banger).

## METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biokimia, Jurusan Biologi FMIPA Unnes. Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi. Sungai yang diambil sampel sedimennya adalah 5 sungai yang ada di Jawa Tengah yaitu Sungai Kaligarang (Semarang), Sungai Juwana (Pati), Sungai Bengawan Solo (Cepu), Sungai Kali Agung (Tegal), Sungai Kali Banger (Pekalongan). Pada masing-masing sungai diambil 3 titik sampling sesuai panjang sungai dan dengan mempertimbangkan kemungkinan sumber cemaran limbah logam berat. Sedimen sungai diambil secara *random* dari hilir dan hulu pada masing-masing sungai. Sedimen sungai tersebut dibawa ke laboratorium untuk dianalisa kadar logam beratnya.

Logam berat (Pb, Cd, Cu, Cr, Zn, dan Hg) dalam contoh sedimen diukur dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) jenis Spektra A-20 Varian plus menggunakan nyala campuran Udara-Asetilen. Kontrol mutu di laboratorium dilakukan dengan menggunakan *certified referencematerial* (CRM) yang diperlakukan sama dengan sampel lapangan dalam proses analisis logam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Sungai di Jawa Tengah dan lokasi pengambilan sampel**

Sungai	Titik pengambilan	Sumber cemaran
Kaligarang	A1 (hulu)	Limbah industri makanan
	A2 (tengah)	Limbah industri obat
	A3 (hilir)	Limbah rumah tangga

Juwana	B1 (hulu)	Limbah industri makanan
	B2 (tengah)	Limbah peleburan timah
	B3 (hilir)	Limbah buangan oli kapal
Bengawan Solo	C1 (hulu)	Limbah buangan minyak
	C2 (tengah)	Limbah rumah tangga
	C3 (hilir)	Limbah buangan minyak
Kaliagung	D1 (hulu)	Limbah rumah tangga
	D2 (tengah)	Limbah rumah tangga
	D3 (hilir)	Limbah rumah tangga
Kalibanger	E1 (hulu)	Limbah batik
	E2 (tengah)	Limbah batik
	E3 (hilir)	Limbah batik

Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan di lima sungai di Jawa Tengah yaitu sungai Kaligarang (Semarang), Juwana (Pati), Bengawan Solo (Cepu), Kaliagung (Tegal), dan Kalibanger (Pekalongan). Pemilihan kelima sungai tersebut didasarkan pada tingkat cemaran dan variasi jenis cemaran. Pencemaran tersebut dapat berasal dari pencemaran yang menghasilkan limbah organik seperti limbah industri, rumah tangga, batik, minyak, pembuangan oli kapal, dan peleburan timah. Dari masing-masing sungai tersebut diambil 3 titik pengambilan, yaitu hilir, tengah dan hulu serta mempertimbangkan kedekatan dengan sumber cemaran (Tabel 1).

Pada Tabel 2 terlihat bahwa cemaran logam Hg cukup tinggi. Nilai ambang batas logam Hg yang ditetapkan oleh WHO adalah 0 ppm, sedangkan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) Indonesia sebesar 0,0005 ppm. Akumulasi Hg dalam biota laut umumnya terpusat pada organ tubuh yang berfungsi untuk reproduksi, sehingga akan berpengaruh terhadap perkembangan kehidupan biota laut terutama di dalam mengembangkan keturunannya (Simange *et al.* 2010).

Hasil pengukuran kadar logam berat Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb pada sedimen sungai di Jawa Tengah disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kadar logam berat Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb pada sedimen sungai**

Titik pengambilan	Kadar Logam Berat (ppm)					
	Merkuri (Hg)	Kadmium (Cd)	Tembaga (Cu)	Seng (Zn)	Kromium (Cr)	Timbal (Pb)
A1	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	67,93	331,12	11,61	11,63
A2	4,433x10 <sup>-2</sup>	<0,39	38,62	211,65	14,20	57,40
A3	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	46,81	191,87	16,91	20,77
B1	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	31,63	177,11	13,65	12,88
B2	0,4697	<0,39	30,01	112,02	10,36	13,60
B3	0,68933	<0,39	27,98	124,65	15,75	10,63
C1	0,42364	<0,39	2,48	172,54	6,85	3,64
C2	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	6,08	54,18	8,06	9,26
C3	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	29,91	82,30	10,22	6,11
D1	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	36,08	162,79	14,53	12,08
D2	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	38,65	216,17	12,99	11,63
D3	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	26,21	132,79	12,28	9,55
E1	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	23,85	128,31	12,06	8,54
E2	0,14411	<0,39	34,64	151,26	8,96	11,17
E3	0,17808	<0,39	18,60	120,68	11,11	9,57

Cemaran logam Cd juga dapat dikatakan cukup tinggi, walaupun hanya sebesar <0,39 ppm. Nilai ambang batas yang ditetapkan oleh WHO dan KLH adalah 0 ppm (Imanudin 2012). Cd bersifat racun dan merugikan semua organisme hidup, termasuk untuk manusia. Kelarutan Cd dalam konsentrasi 1 ppm dapat membunuh biota perairan (Tarigan *et al.* 2003).

Nilai ambang batas yang ditetapkan oleh WHO untuk cemaran logam Cu adalah 1,5 ppm, sedangkan menurut KLH sebesar 0 ppm. Pada Tabel 3 terlihat bahwa cemaran logam Cu diatas 1,5 ppm, sehingga dapat dikatakan cemaran logam tersebut cukup tinggi. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm akan menyebabkan kematian bagi fitoplankton.

Kadar logam Zn lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar logam yang lain seperti Hg, Cd, Cu, Cr, dan Pb. Kadar normal Zn dalam air laut menurut WHO adalah 1,5 ppm, sedangkan menurut KLH adalah 0,05 ppm (Imanudin 2012). Zn bersifat racun dalam kadar tinggi, namun dalam kadar rendah dibutuhkan oleh organisme sebagai ko-enzim (Tarigan *et al.* 2003).

Cemaran logam Cr yang terlihat pada Tabel 3 cukup tinggi. Kadar tertinggi sebesar 16,91 ppm dan terendah 6,85 ppm. Nilai ambang batas yang ditetapkan WHO dan KLH sebesar 0 ppm. Logam Cr bersifat karsinogenik atau dapat menimbulkan penyakit kanker, serta bersifat racun apabila berada di perairan (Sari 2008).

Rerata kadar logam Pb dari semua sampel sebesar 13,89 ppm. Nilai ambang batas yang ditetapkan oleh WHO sebesar 0,1 ppm, sedangkan KLH sebesar 0,05 ppm (Imanudin 2012). Badan perairan yang telah terkontaminasi senyawa atau ion-ion Pb, jumlah Pb-nya akan melebihi konsentrasi yang semestinya, sehingga dapat menyebabkan kematian bagi biota yang terdapat dalam perairan.

Secara keseluruhan kadar Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb cukup tinggi. Bila diperhatikan untuk setiap unsur logam berat, terlihat bahwa kadar Zn lebih tinggi dibandingkan logam lainnya. Data ini menunjukkan bahwa perairan yang digunakan sebagai lokasi penelitian pada saat pengamatan menerima masukan limbah yang mengandung Zn lebih banyak dibandingkan logam lain.

Rerata kadar logam berat Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb pada sedimen sungai berdasarkan sumber cemarannya terlihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Rerata kadar logam berat Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb pada sedimen sungai berdasarkan sumber cemarannya**

Sumber cemaran	Kadar Logam Berat (ppm)					
	Hg	Cd	Cu	Zn	Cr	Pb
Industri makanan	<8 x 10 <sup>-5</sup>	<0,39	49,78	254,12	12,63	12,255
Industri obat	4,433x10 <sup>-2</sup>	<0,39	38,62	211,65	14,20	57,40
Rumah tangga	0,161	<0,39	30,766	151,56	12,954	12,658
Peleburan timah	0,4697	<0,39	30,01	112,02	10,36	13,60

Pembuangan oli	0,68933	<0,39	27,98	124,65	15,75	10,63
Limbah minyak	0,2118	<0,39	16,195	127,42	8,538	4,875
Limbah batik	0,1074	<0,39	25,697	133,417	10,71	9,76

Beberapa jenis industri yang potensial menghasilkan logam adalah industri agrokimia (menghasilkan logam berat Hg, Pb, Sn, Zn), industri cat (Al, Cl, Co, Cr, Cu, Pb, Zn), industri elektronika (Pb, Zn), industri farmasi (Cr, Hg, Zn), industri keramik/gelas (Pb), industri karet (Zn), industri kayu/kulit (Cr, Pb, Zn), industri kendaraan (Ni, Pb, Zn), industri percetakan (Cd, Pb), industri kertas (Cd, Pb, Zn), industri tekstil (Cd, Pb, Zn), industri minyak (Zn), industri logam (Ni, Pb, Zn), industri elektroplating (Cr, Cu, Ag, Ni, Zn) (Adiarto 1998). Limbah industri yang menggunakan Zn dan limbah domestik di sepanjang aliran sungai merupakan kontributor terbesar pencemaran logam berat Zn.

Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa dari semua jenis sumber cemaran yang masuk ke badan air sungai sebagian besar mengandung logam Zn dan Cu (Tabel 3). Namun pada sumber cemaran industri obat, cemaran logam paling tinggi adalah Zn kemudian diikuti Pb. Seng (Zn) merupakan unsur esensial bagi semua hewan, tumbuhan, dan juga manusia. Seng ditemukan dalam suatu pertambangan logam, sebagai bentuk sulfida. Seng dan beberapa bentuk senyawanya digunakan dalam produksi logam campuran, seperti perunggu, loyang, dan kuningan. Selain itu juga sering digunakan dalam pelapisan logam seperti baja, besi yang merupakan produk anti karat, serta sebagai zat pewarna untuk cat, lampu, gelas, bahan keramik, dan pestisida (Darmono 1995).

Timbal (Pb) sering digunakan dalam berbagai keperluan baik dalam produk-produk seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, solder, bahan cat, serta bahan campuran dalam bahan bakar kendaraan. Bentuk persenyawaan timbal berbeda-beda tergantung kegunaannya. Bentuk persenyawaan timbal sebagai tambahan untuk bahan bakar kendaraan bermotor adalah timbal tetraetil (*tetraethyllead/TEL*) dan timbal tetrametil (*tetra metil lead/TML*) (Darmono 1995).

Titik cemaran limbah yang berasal dari industri makanan, menunjukkan bahwa tingkat cemaran tertinggi adalah logam Zn (254,12 ppm) dan disusul oleh Cu (49,78 ppm). Cu termasuk unsur esensial bagi kehidupan organisme. Namun dalam jumlah berlebih logam tersebut dapat bersifat racun bagi organisme. Unsur Cu sangat dibutuhkan oleh tubuh organisme hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Dalam hal ini logam Cu berperan sebagai *metal cofactor* dalam sistem metabolisme organisme hidup. Logam Cu biasa digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas, dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam yang lain sebagai aloi dengan Ag, Cd, Sn, dan Zn (Darmono 1995).

Rerata kadar logam berat tertinggi pada limbah industri obat sama dengan limbah rumah tangga. Pada limbah industri obat, logam tertinggi yaitu logam Zn (211,65 ppm) dan Pb (57,40 ppm). Pada limbah rumah tangga, rerata logam tertinggi Zn (151,56 ppm) dan Cu (30,766 ppm). Jenis logam yang tertinggi pada limbah rumah tangga ini sama dengan limbah industri makanan. Pada limbah peleburan timah, kadar logam tertinggi yaitu Zn (112,02 ppm) dan Cu (30,01 ppm).

Rerata kadar logam pada limbah pembuangan oli kapal sebesar 124,65 ppm untuk logam Zn dan 27,98 ppm untuk logam Cu. Pada cemaran limbah minyak rerata tertinggi juga pada logam Zn (127,42 ppm) dan Cu (16,195 ppm). Hal serupa terjadi pula pada cemaran logam Zn (133,417 ppm) dan Cu (25,697 ppm) untuk cemaran limbah batik.

## SIMPULANDAN SARAN

### Simpulan

Semua jenis sumber cemaran yang masuk ke badan air sungai sebagian besar mengandung logam Zn dan Cu. Namun pada sumber cemaran industri farmasi, cemaran logam paling tinggi adalah Zn kemudian diikuti Pb. Secara keseluruhan kadar Hg, Cd, Cu, Zn, Cr, dan Pb cukup tinggi. Kadar Zn lebih tinggi dibandingkan logam lainnya. Data ini menunjukkan bahwa perairan yang digunakan sebagai lokasi penelitian pada saat pengamatan menerima masukan limbah yang mengandung Zn lebih banyak dibandingkan logam lain. Perlu dilakukan penelitian tentang identifikasi bakteri resisten logam berat yang selanjutnya dapat digunakan sebagai biosorbent.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Imanudin, T. 2012. Pemanfaatan Mikroorganisme sebagai Salah Satu Alternatif untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat di Perairan. *Online at <http://elib.pdii.lipi.go.id/katalog/index.php/searchkatalog/downloadDataById/9234/9234.pdf>* [Diakses tanggal 27 Maret 2012]
- Pardo, R., Barrado, E., Perez, L. & Vega, M. 1990. Determination and association of heavy metals in sediments of the Pisucrga, river. *Water Research* 24(3): 373-379
- Sari, I.N. 2008. Efektivitas M: 170-175. etode Adsorpsi Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Logam Chromium (Cr) pada Limbah Cair Industri Batik X di Kota Solo. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, Dan Hg Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara. *Skripsi*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Simange, S.M., Simbolon, D., & Jusadi, D. 2010. *Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Dan Sianida (Cn) Pada Beberapa Jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Di Teluk Kao, Halmahera Utara*. Bogor: IPB
- Tarigan, Z., Edward & Rozak, A. 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn Dan Ni Dalam Air Laut Dan Sedimen Di Muara Sungai Membramo, Papua Dalam Kaitannya Dengan Kepentingan Budidaya Perikanan. *Makara Sains*. 7 (3): 119-127.