

## STATUS KONTAMINASI MERKURI DI RUAS SUNGAI CIKANIKI, JAWA BARAT

**Tri Suryono<sup>a</sup>, Yoyok Sudarso<sup>a</sup>, Awalina, Yustiawati<sup>a</sup> & M.S. Syawal<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI*

Diterima redaksi : 12 Januari 2010, Disetujui redaksi : 23 Februari 2010

### ABSTRAK

*Air Sungai Cikaniki adalah anak sungai dari Sungai Cisadane, di wilayah Jawa Barat, yang sebagian ruasnya mengalir melalui daerah aktivitas penambangan emas di Pongkor, Bogor. Logam berat terutama merkuri (Hg) sebagai bahan kimia untuk memisahkan bijih emas diduga telah mencemari perairan ruas Sungai Cikaniki. Tingkat pencemaran logam berat yang terjadi dalam suatu perairan dapat diketahui dengan melihat indeks kontaminasi logam beratnya yaitu dengan membandingkan konsentrasi logam berat daerah situs uji (test site) dengan konsentrasi logam berat daerah acuan (reference site). Hasil rata-rata perhitungan indeks kontaminasi logam berat Hg di air menunjukkan kondisi tercemar sedang dan cenderung tercemar berat. Nilai indeks kontaminasi berdasarkan data tahun 2006 antara 1,19 – 1,61; data tahun 2007 antara 1,04 – 1,29, sedangkan tahun 2008 indeks kontaminasinya 1,82 – 2,04. Hasil perhitungan indeks kontaminasi logam pada sedimen memiliki pola hampir sama dengan yang di perairan akan tetapi lebih tinggi dengan nilai indeks kontaminasi rata-rata sebesar 1,33 – 1,58 (2007) dan 1,47 – 1,71 (2008).*

**Kata kunci :** Status kontaminasi, merkuri, dan Sungai Cikaniki

### ABSTRACT

**STATUS OF MERCURY CONTAMINATION IN THE RIVER SEGMENT CIKANIKI, WEST JAVA.** *Cikaniki River tributary of Cisadane River, in West Java, most of which flows through the area of gold mining activities in Pongkor, Bogor. Heavy metals, especially mercury (Hg) as a chemical to separate gold ore alleged to have polluted waters of the river segment Cikaniki. The level of heavy metal contamination that occurred in a water can be identified by seeing the index weight of metal contamination that is by comparing the concentration of heavy metals test site area with local heavy metal concentration reference site. Average yield calculation of the index of heavy metal contamination especially mercury in polluted water showed moderate and tend to be heavily polluted. Contamination index value based on 2006 data between 1.19 to 1.61; data from 2007 between 1.04 to 1.29, while the 2008 contamination index from 1.82 to 2.04. The result of calculation index of metal contamination in sediments have a pattern similar to that in the waters but higher contamination index value by an average of 1.33 to 1.58 (2007) and from 1.47 to 1.71 (2008).*

**Key words :** Contamination status, mercury, and Cikaniki river

## PENDAHULUAN

Sungai Cikaniki adalah salah satu anak sungai dari Sungai Cisadane, yang berlokasi di Kabupaten Bogor Jawa Barat. Sungai Cisadane bagian hilir digunakan sebagai bahan baku air minum oleh PDAM untuk memasok kebutuhan sebagian masyarakat wilayah Jakarta dan Banten (Anonim, 2009). Aliran Sungai Cikaniki melintasi wilayah yang memiliki kandungan bijih emas, sehingga banyak aktivitas penambangan emas baik yang dilakukan secara legal seperti PT ANTAM maupun masyarakat yang dikenal dengan istilah PETI (Penambang Emas Tanpa Izin). Proses penambangan emas yang dilakukan oleh PT ANTAM secara umum lebih terkontrol termasuk dalam mengelola limbah sisa pengolahannya, akan tetapi proses pengolahan yang dilakukan oleh masyarakat pada umumnya sulit dikontrol termasuk sisa hasil limbahnya (Anonim, 2010).

Sedimen dalam suatu badan air baik sungai maupun waduk dan danau merupakan salah satu hasil dari suatu proses-proses yang terjadi pada lingkungan. Proses ini bisa berlangsung secara alami maupun pengaruh dari aktivitas manusia. Pada sedimen terendapkan berbagai macam bahan pencemar yang semakin lama akan terakumulasi, yang mana pada kondisi tertentu bahan pencemar yang sudah terendapkan ini akan dilepaskan kembali ke kolom perairan jika terjadi perubahan terhadap lingkungan. Salah satu upaya mengetahui kualitas sedimen terutama berkaitan dengan bahan pencemar yang terakumulasi adalah dengan menentukan status kontaminasinya.

Seperti telah diketahui bahwa dalam proses pemisahan bijih emas dari tanah digunakan unsur merkuri (Hg) yang merupakan unsur logam yang bersifat toksik. Menurut Förtstner (1983) & Whittmann, (1983) salah satu logam yang

mempunyai daya toksisitas yang kuat bagi makhluk hidup dan sebagian besar biota air adalah logam merkuri. Sumber pengkayaan alami dari logam tersebut bisa berasal dari mineral *cinnabar* (HgS) dan sedikit mineral sulfida lainnya seperti *sphalerite* (ZnS), *wurtzite* (ZnS), *chalcopyrite* (CuFeS), dan *galena* (PbS). Dari sumber aktivitas antropogenik, logam merkuri umumnya berasal dari industri amalgam, cat, komponen listrik, baterai, senyawa anti karat (*anti fouling*), fotografi, elektronik dan ekstraksi bijih emas (Effendi, 2003). Kadar merkuri pada perairan tawar alami berkisar antara 10 – 100 ng/liter, sedangkan di perairan laut berkisar antara < 10 – 30 ng/liter (Moore, 1991).

Pencemaran merkuri sering dilaporkan menyebabkan efek toksisitas secara akut maupun kronis bagi biota air maupun kesehatan manusia (Brezonik *et al.*, 1991; Shukla & Srivastata 1992; & Bisthoven *et al.*, 1998). Seperti logam berat lainnya, merkuri pada ekosistem perairan mempunyai kecenderungan untuk berikatan dengan bahan partikulat, senyawa *acid volatile sulphide* (avs), besi, mangan oksihidroksida, dan bahan organik lainnya yang biasanya akan diendapkan menjadi partikel penyusun sedimen (Chapman *et al.* 1998; Förtstner 1983). Bentuk-bentuk senyawa merkuri di perairan mungkin sangat beragam bentuk maupun spesiesnya yang mana bentuk-bentuk tersebut turut dalam menentukan tingkat mobilitas, bioavailabilitas (Tessier, 1979) dan pada akhirnya menentukan toksisitasnya (Chapman *et al.*, 1998). Tingginya konsentrasi logam pada air maupun sedimen belum tentu menyebabkan toksisitas atau bioakumulasi bagi biota air, jika ion yang bersifat ‘tersedia’ (bioavailabilitas) terbatas (Power & Chapman 1992).

Kebutuhan merkuri untuk kegiatan pertambangan yang dilakukan oleh masyarakat (PETI) yang tercatat beroperasi

± 600 orang, seperti dinformasi oleh Nasution (2004) dan Halimah (2002) sebesar ± 16,2 ton/bulan. Selama ini proses pencucian atau ekstraksi bijih emas masih dilakukan secara tradisional dan dikhawatirkan sebagian dari merkuri tersebut akan masuk ke Sungai Cikaniki dan Cisadane dan berpotensi menimbulkan gangguan ekologi bagi biota yang hidup pada kedua sungai tersebut dan efek lanjutannya kepada kesehatan masyarakat sekitarnya yang akan terkontaminasi logam berat khususnya merkuri.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat status kontaminasi merkuri total pada sedimen Sungai Cikaniki berdasarkan indeks pencemaran logam.

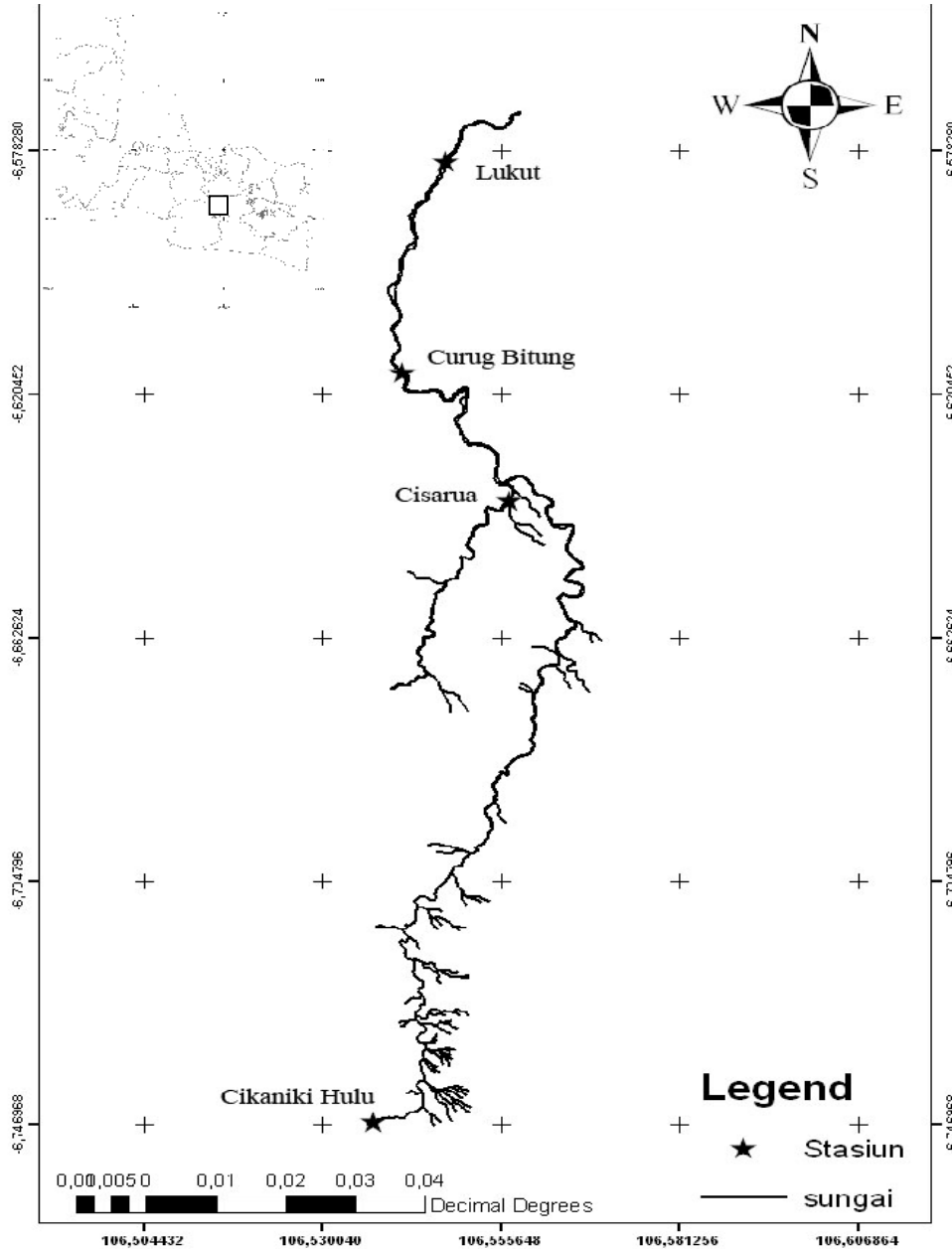
## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai kontaminasi merkuri total di ruas Sungai Cikaniki dilakukan pada bulan Maret, Mei, Agustus tahun 2006 dan 2007, sedangkan tahun 2008 diambil pada bulan Maret, Juni dan Agustus. Lokasi stasiun pengambilan berjumlah empat titik sepanjang aliran Sungai Cikaniki, yang terdiri dari satu lokasi di bagian hulu sebagai situs acuan (*reference site*) yaitu St. Cikaniki hulu di kawasan Taman Nasional Gunung Halimun, sedangkan tiga lokasi berikutnya di ruas Sungai Cikaniki yaitu Desa Cisarua, Curugbitung dan desa Lukut merupakan situs uji (*test sites*)(Gambar 1).

Tabel 1. Kondisi Lokasi Pengambilan Contoh Air dan Sedimen di Ruas Sungai Cikaniki.

Kode	Lokasi	Posisi	Keterangan
St. 1	Cikaniki Hulu	E = 106° 32' 14,47" S = 06° 44' 46,79"	- Kawasan hutan lindung TN Gunung Halimun - Tidak ada perumahan penduduk - Kondisi masih alami
St. 2	Cisarua	E = 106° 33' 24,5" S = 06° 38' 19,3"	- Terdapat rumah-rumah penduduk - Lahan persawahan dan perkebunan masyarakat - Banyak masyarakat yang melakukan pengolahan emas dengan gelundungan
St. 3	Curugbitung	E = 106° 32' 31,0" S = 06° 37' 03,5"	- Jarang rumah penduduk. - Kawasan persawahan - Terdapat peternakan ayam - Terdapat bekas-bekas pengolahan emas dengan gelundungan
St. 4	Lukut	E = 106° 32' 50,8" S = 06° 34' 50,1"	- Kanan kiri bantaran sungai terdapat rumah-rumah penduduk - Terdapat DAM pengendali banjir - Lokasi setelah pertambangan emas PT ANTAM.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Contoh Air dan Sedimen di Sungai Cikaniki

**Analisis Contoh**

Pada setiap lokasi pengambilan contoh diambil contoh air sebanyak 1 liter dengan menggunakan botol kaca kemudian disaring dengan menggunakan GF/F lalu ditambahkan 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 ml HNO<sub>3</sub>, 2 ml KMNO<sub>4</sub> (50g/L) dan 1 ml K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (80g/L) selanjutnya dikompos dengan pemanasan

pada suhu 95°C selama 2 jam. Sisa KMnO<sub>4</sub> dipisahkan dengan hydroxylaminchloride (10 %). selanjutnya dilarutkan menjadi 50 ml dengan labu ukur. Konsentrasi merkuri diukur dengan Mercury Analyzer Hiranuma Hg-300.

Contoh sedimen diambil dari lapisan atas dengan sedok plastik bebas logam

secukupnya, lalu contoh sedimen dikeringkan dalam suhu kamar (kering udara). Ditimbang dengan teliti sebanyak 0,5 gram contoh, kemudian ditambahkan 1 ml dari 36 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1), 1 ml dari 15 N HNO<sub>3</sub> dan 10 ml KMnO<sub>4</sub> 0,1 M, dikocok, lalu ditambahkan 5 ml K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 5%. Contoh yang sudah disiapkan dipanaskan dalam *hot plate* pada suhu 95 °C selama 2 jam, agar proses dekomposisinya menjadi sempurna, didinginkan pada suhu kamar/ruang lalu tambahkan 1 ml NH<sub>2</sub>OH.HCl 8%, kemudian disaring. Ambil 1 ml contoh ditambahkan air D-Min sampai tanda tera dan siap dianalisis dengan *Mercury Analyzer* HG-300 (Akagi & Nishimura 1991).

#### Analisis Data

Status kontaminasi merkuri total yang terdapat di air dan yang terakumulasi di sedimen dapat diketahui dengan menghitung indeks kontaminasi (W) yang di adopsi dari rumus indeks kontaminasi logam Widianarko *et al.*, (2000). Hasil perhitungan indeks polusi dikategorikan belum terpolusi jika  $W \leq 0$ , terpolusi ringan jika  $0 \leq W < 1$ , terpolusi sedang jika  $1 < W \leq 2$  dan terpolusi berat oleh logam jika  $W > 2$ .

$$W = \text{Log} \left( \prod_{i=1}^n C_i / C_{oi} \right)$$

Dimana :

C<sub>i</sub> = Konsentrasi logam I di sedimen atau air

C<sub>oi</sub> = Konsentrasi logam yang berfungsi sebagai latar belakang (background concentration)

n = Jumlah dari logam\

Prediksi kemungkinan konsentrasi merkuri total dalam menimbulkan gangguan pada biota akuatik mengacu pada beberapa *guideline* seperti yang tercantum pada Tabel 2. Data hasil analisis merkuri total pada sedimen dan air pada setiap stasiun pengamatan diuji statistik dengan menggunakan *analysis of variance* atau ANOVA dua arah ( $\alpha = 0,05$ ) untuk mengetahui pengaruh perbedaan antar lokasi pengambilan contoh maupun perbedaan yang terjadi pada setiap tahun dari tahun 2006 sampai tahun 2008. Pengujian analisis statistik tersebut dilakukan dengan menggunakan *software* STATISTICA versi 6.

Data hasil analisis merkuri total sebelum dilakukan analisis dengan Uji ANOVA dilakukan uji normalitas dengan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*. Jika nilai probabilitasnya ( $P < 0,05$ ), maka data tersebut diprediksi tidak normal dan harus dilakukan transformasi terlebih dahulu dengan menggunakan akar kuadrat ( $\sqrt{\phantom{x}}$ ) atau  $\log(x+1)$ . Data hasil analisis logam di sedimen yang mengikuti normalitas ( $p > 0,05$ ), maka dapat dilanjutkan dengan menggunakan analisis statistik ANOVA satu arah ( $\alpha = 0,05$ ), guna mengetahui adanya pengaruh lokasi titik sampling stasiun terhadap konsentrasi logam beratnya.

Tabel 2: Daftar beberapa *guideline* Kualitas Merkuri pada Sedimen dari beberapa Negara.

SQG	Hg	Reference
TEL <sup>1</sup>	0,17	A
ERL	0,15	A
LEL <sup>2</sup>	0,2	A
MET <sup>3</sup>	0,2	A
CB TEC	0,18	A
EC-TEC <sup>4</sup>	0,13	B
NOAA ERL <sup>5</sup>	0,15	C
ANZECC ERL <sup>5</sup>	0,15	D
ANZECC ISQG-Low <sup>5</sup>	0,15	D
SQAV TEL-HA28 <sup>6</sup>	-	C
SQO Netherlands Target	0,3	D
Hong Kong ISDG-Low <sup>7</sup>	0,15	D
Hong Kong ISDV-Low <sup>7</sup>	0,2	F
Flanders RV X <sup>8</sup>	35	G
EQS Human Health Items (Lake Biwa)	0,0005	H
Slightly Elevated Stream Sediments <sup>9</sup>	0,07	I

SQG, Sediment quality guideline; TEL, threshold effect level; ERL, effects range low; LEL, low effect level; CB, Consensus Based; TEC, threshold effect concentration; EC, Environment Canada; NOAA, Nation Oceanic and Atmospheric Administration; ANZECC, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council; ISQG, Interim Sediment Quality Guidelines; SQAV, Sediment Quality Advisory Value; SQO, Sediment Quality Objective; ISQV, Interim Sediment Quality Value; RV, Reference Value; EQS, Environmental Quality Standart; MEL, Median Effect Level; FEDP, Florida Department of Environment Protection.

<sup>1</sup>Same as Canadian Freshwater Sedimen Guidelines

<sup>2</sup>Same as Ontario Ministry of Environment Screening Level Guidelines

<sup>3</sup>Same as MEL in SQAVs

<sup>4</sup>Same for FDEP Guidelines and Canadian Marine Sediment Quality Guidelines

<sup>5</sup>Some values in NOAA and ANZECC are the same

<sup>6</sup>All other SQAVs are the same as SQGs

<sup>7</sup>ISQG and ISQV are the same for all metals except Hg

<sup>8</sup>Reference values and class limits forrivers in Flanders;<X class1, <Y class 2, <Z class 4, >Z class 5

<sup>9</sup>Classification of Illinois Stream Sediments

<sup>a</sup>MacDonald et al. 2000b

<sup>b</sup>Smith et al. 1996

<sup>c</sup>NOAA 1999

<sup>d</sup>ANZECC 1997

<sup>e</sup>Swartz 1999

<sup>f</sup>Chapman et al. 1999

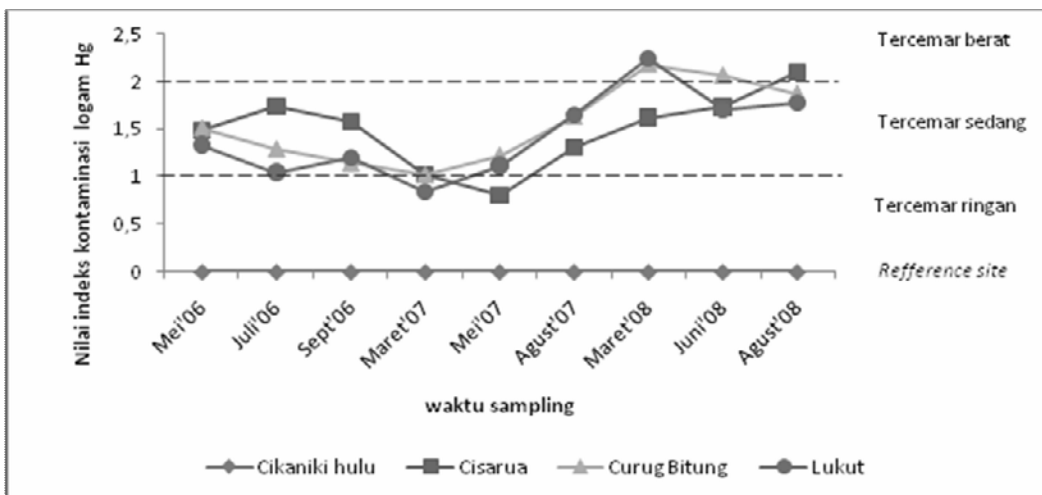
<sup>g</sup>De Cooman et al. 1999

<sup>h</sup>Shiga Prefecture 2001

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan indek kontaminasi merkuri total pada air di perairan ruas Sungai Cikaniki, pada pengambilan bulan Mei, Juli dan September 2006 menunjukkan setiap lokasi pengambilan contoh di wilayah uji (Cisarua, Curug Bitung dan Lukut) jika dibandingkan dengan daerah Cikaniki hulu (*reference site*) sudah dikategorikan tercemar sedang (Gambar 2). Indeks kontaminasinya berada pada kisaran  $1 < W < 2$  yaitu dengan kisaran nilai diperoleh antara 1,05 – 1,75. Hasil kisaran ini mengacu pada hasil perhitungan indeks kontaminasi tahun 2007 rata-rata tercemar sedang dengan kisaran nilai indeks kontaminasi sebesar 1,02 – 1,64, kecuali

untuk lokasi sampling Lukut bulan Maret 2007 dan Cisarua bulan Mei 2007 yang sudah tergolong tercemar ringan dengan nilai indeks pada kisaran 0,8 atau nilai  $w$  diperoleh  $0 < W < 1$ . Kontaminasi merkuri total pada tahun 2008 rata-rata meningkat jika dibandingkan dengan tahun 2006 maupun 2007 dimana nilai indeks kontaminasinya sudah melampaui angka 2 ( $W > 2$ ). Pada bulan Maret 2008 di lokasi sampling Curug Bitung dan Lukut (2,18 – 2,24). Pada bulan Juni 2008 lokasi Curug Bitung sudah tercemar berat ( $W > 2$ ) dengan nilai indeks kontaminasi 2,06, dan pada bulan Agustus 2008 Cisarua juga sudah tergolong tercemar berat dengan nilai indeks sebesar 2,10.

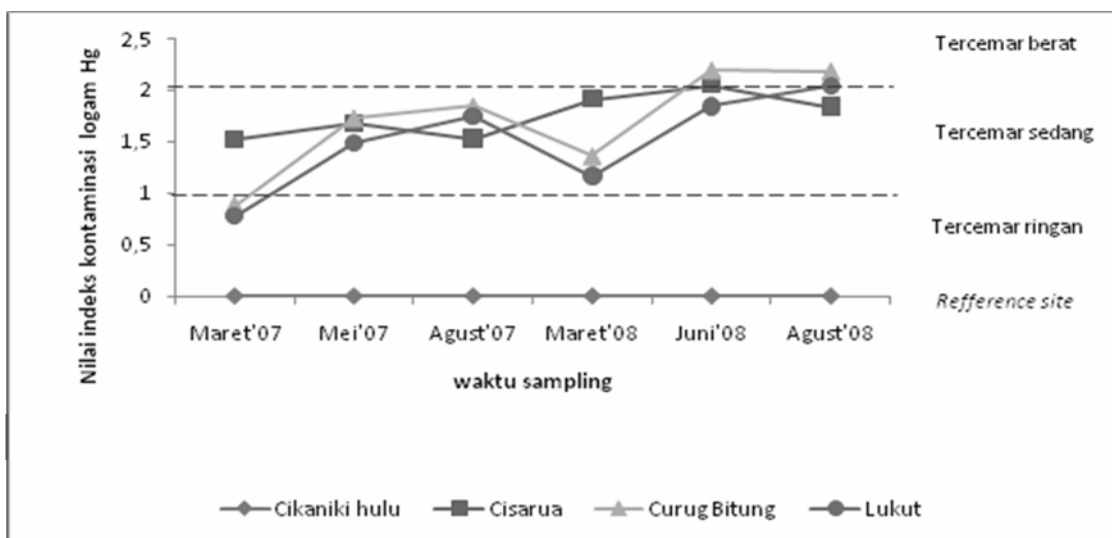


Gambar 2. Kontaminasi Merkuri Total di Air Sungai Cikaniki Hasil Perhitungan Adopsi Rumus Indek Kontaminasi Widiatmoko *et. al.* (2000).

Kontaminasi merkuri total pada sedimen Sungai Cikaniki, berdasarkan indeks kontaminasinya menunjukkan bahwa di Cisarua pada setiap pengambilan contoh sudah tergolong tercemar sedang ( $1 < W < 2$ ) dengan kisaran nilai 1,5 – 1,9, kecuali pada bulan Juni 2008 sudah tergolong tercemar berat karena nilai  $W > 2$  dengan nilai indek sebesar 2,05 (Gambar 3).

Pola yang ditunjukkan di Curug Bitung dan Lukut hampir sama yaitu pada

pengambilan bulan Maret 2007, hasil perhitungan indeks kontaminasi merkuri masih tergolong tercemar ringan ( $W < 1$ ) dengan nilai indeks berturut turut sebesar 0,89 (Curug Bitung) dan 0,77 (Lukut). Kontaminasi logam menunjukkan peningkatan yang berfluktuasi dan tergolong tercemar sedang ( $1 < W < 2$ ) dengan rentang nilai indek berkisar 1,36 – 1,84 (Curug Bitung), sedangkan di stasiun Lukut berkisar 1,16 – 1,83. Berdasarkan nilai indeks



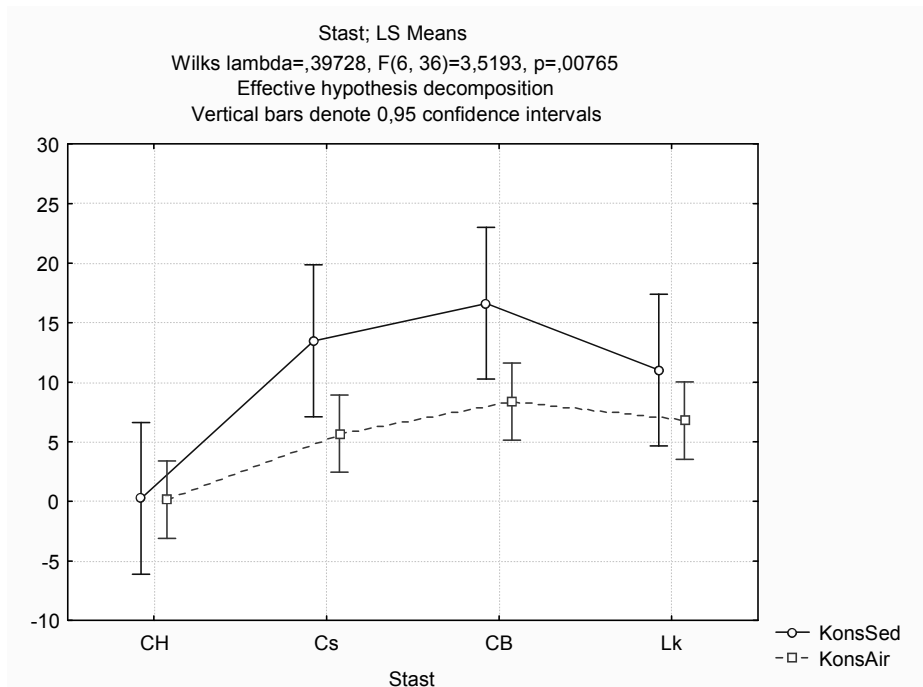
Gambar 3. Kontaminasi Merkuri Total di Sedimen Sungai Cikaniki Hasil Perhitungan Adopsi Rumus Indek Kontaminasi Widiatmoko *et. al.* (2000).

kontaminasi merkuri total, di stasiun Curug Bitung mulai pengambilan bulan Juni dan Agustus 2008 sudah tergolong tercemar berat ( $W > 2$ ) dengan kisaran nilai sebesar 2,17 – 2,19, sedangkan pada stasiun Lukut kondisinya tergolong tercemar berat pada pengambilan bulan Agustus 2008 dengan nilai indeks sebesar 2,03. Secara umum dari nilai indeks kontaminasi merkuri total di sedimen Sungai Cikaniki, pada lokasi di daerah Lukut lebih rendah dari pada di daerah Curug Bitung, kemungkinan hal ini tidak terlepas dari pengaruh keberadaan bendungan yang berada di bagian hulu dari Lukut.

Hasil analisa statistik *Anova* satu arah ( $\alpha = 0,05$ ) hubungan antara konsentrasi logam merkuri total dan indek kontaminan logam total merkuri dengan lokasi pengambilan contoh, menunjukkan bahwa konsentrasi logam merkuri total baik pada sedimen maupun air pada ruas Cikaniki hulu berbeda nyata dengan konsentrasi hasil pengukuran di lokasi pengambilan contoh

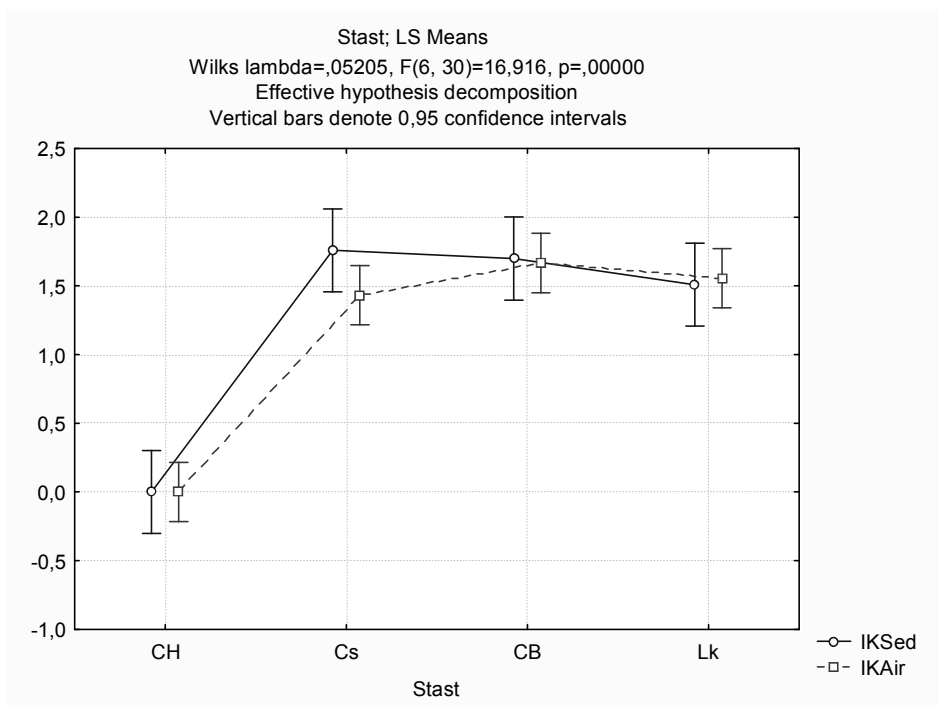
Cisarua, Curug Bitung dan Lukut dengan nilai  $F = 3,52$  dan  $p = 0,0076$ , sedangkan konsentrasi logam merkuri total pada setiap tahun pengambilan contoh dari hasil analisis *factorial Anova* juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai  $F = 6,35$  dan  $p = 0,0082$  (Gambar 4; 5).

Terlihat adanya kecenderungan kenaikan konsentrasi merkuri setelah stasiun Cikaniki Hulu sampai stasiun Curug Bitung dan turun kembali pada stasiun Lukut. Hal ini diduga adanya pengaruh terhadap keberadaan bangunan dam sebelum stasiun Lukut, yang mana proses sedimentasi di dam akan membawa logam berat yang berada di kolom air ikut terendapkan dan tertahan dalam dam. Kenaikan konsentrasi merkuri pada stasiun Cisarua sampai Curug Bitung kemungkinan juga adanya pengaruh pertanian karena seperti diketahui bahwa garam-garam merkuri juga digunakan sebagai fumigant yang berperan sebagai pestisida (Sawyer & Mc Carty, 1978).



Gambar 4. Konsentrasi Logam Total Hg di Air (ppb) dan Sedimen di Masing-masing Stasiun Pengamatan Ruas S. Cikaniki.





Gambar 5. Kontaminasi Logam Total Hg pada Sedimen (mg/kg berat kering) di Masing-masing Stasiun Pengamatan. Garis Didalam Grafik *Whisker & plot* Menunjukkan Nilai Tengah/Median

Indeks kontaminasi (IK) logam merkuri total pada sedimen (Gambar 5) memiliki pola yang sama dengan konsentrasi merkuri total di kolom air. Indeks kontaminasi pada sedimen juga lebih tinggi dibandingkan dengan yang terlarut di air untuk setiap stasiun pengambilan contoh, kecuali di stasiun Lukut hasil perhitungan indeks kontaminasi logam di air sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan indeks kontaminasi logam pada sedimen, kemungkinan kondisi ini banyak dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat yang ada di sekitar lokasi pengambilan contoh yang membuang limbah rumah tangganya yang mengandung bahan merkuri seperti cat, komponen listrik, baterai dan ekstraksi emas dan perak (Mc. Neely *et al.*, 1979) ke perairan sungai. Kondisi arus sungai sendiri setelah melalui bangunan dam juga memberikan kontribusi terlepasnya kembali merkuri yang mengendap didasar sungai bersama sedimen menjadi teraduk yang menjadikan nilai indeks kontaminasi di

lokasi Lukut lebih tinggi dibandingkan dengan yang pada sedimen. Secara keseluruhan dari empat lokasi sampling (Cikaniki Hulu sampai Lukut) kontaminasi merkuri total pada sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan kontaminasi di kolom air (Gambar 4; 5). Kondisi tersebut berhubungan dengan kemampuan bahan partikulat (pada sedimen) mengikat unsur logam relatif sangat tinggi, dan konsentrasi logam dalam bahan partikulat bisa mencapai 1000 hingga 100.000 kali lipat dibandingkan dengan konsentrasi di dalam air (Förtstner 1983).

Keberadaan logam berat terutama merkuri di alam atau perairan secara umum berasal dari proses pembentukannya seperti yang diungkapkan oleh Förstner (1983) yaitu proses pelapukan batuan (*lithogenic*) dan aktivitas antropogenik. Sementara itu Whittman (1983) lebih lanjut membagi empat proses yang mampu meningkatkan konsentrasi logam berat ke perairan yaitu: i) Proses pelapukan dari batuan dasar

penyusun partikel sedimen; ii) Aktivitas proses industri dan rumah tangga yang melibatkan penggunaan unsur logam berat; iii) Proses *leaching* dari penumpukan sampah atau penimbunan limbah padat; , dan iv) Hasil ekskresi dari hewan dan tanaman yang mengandung logam berat.

## KESIMPULAN

Kontaminasi logam khususnya merkuri total pada daerah uji ruas Sungai Cikaniki baik di air maupun di sedimen menunjukkan sudah tergolong tercemar sedang hingga berat dengan kecenderungan kontaminasi logam pada sedimen lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akagi, H., & H. Nishimura, 1991, Speciation of Mercury in the Soil and Sediments Environment. P 57 – 76. In T. Suzuki et. Al. (ed) *Advances in Mercury Toxicology*. Plenum Press. Yew York.
- Anonim, 2009, Kala Sungai Cisadane Tercemar. <http://www.indosiar.com/ragam/39283/kala-sungai-cisadane-tercemar>. (Diakses tanggal: 22/04/2010;8:29:15).
- Anonim, 2010, Sungai Cikaniki Tercemar Limbah ANTAM. <http://bataviase.co.id/node/115965>. (diakses tanggal: 22/04/2010;14:46:17).
- Anonim, 1991, Quality Criteria for Lakes and Watercourses, A System for Classification of Water Chemistry and Sediment, and Organism Metal Concentration, the Swedish Environmental Protection Agency (SEPA), Sweden, 36 pp.
- ANZECC (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council), 1997, ANZECC Interim Sediment Quality Guidelines. Report for the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist. Sydney, Australia.
- APHA., 1995, Standard Methods. For Examination of Water and Wastewater, By M.C.Rand: A.E. Greenberg and M.J. Taras (Eds). 19 Th Edition, APPA-AWWA/ WEFW, USA, 1193p.
- Bisthoven L.J., J.P. Postma, P. Parren, K.R. Timmermans, F. Ollevier, 1998, Relation between Heavy Metal in Aquatic Sediments in Chironomus Larvae of Belgian Lowland Rivers and their Morphological Deformities, *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 55: 688-703.
- Brezonik, P. L., S.O. King, & C.E. Mach, 1991, The Influence of Water Chemistry on Trace Metal Bioavailability and Toxicity to Aquatic Organisms. In M.C. Newman and A. W. McIntosh, Eds. *Metal Ecotoxicology: Concepts and Applications*. Chelsea, MA, USA: Lewis Publishers.
- Burton Jr A., 2002, Sediment Quality Criteria in Use Around The World, *limnology* 3: 65-75.
- Chapman, P.M., Allard P.J., & Vigers G.A., 1999, Development of Sediment Quality Values for Hong Kong Special Administrative Region: a Possible Model for other Jurisdictions, *Mar Pollut. Bull.* 38(3):161–169.
- Chapman P.M., F. Wang, C. Janssen, G. Persoone, & H.E. Allen, 1998, Ecotoxicology Of Metals In Aquatic Sediments: Binding And Release, Bioavailability, Risk Assessment, And Remediation, *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 55: 2221-2243.
- De Coonman W, Florus M, Vangheluwe ML, Janssen CR, Heylen S, DePauw N, Rillaerts E, Meire P, & Verheyen R., 1999, Sediment Characterisation of Rivers in Flanders. The Triad Approach. Proceedings: CATS 4:

- Characterisation and treatment of sediments, 15–17 Sept, Antwerpen, 351–367 pp.
- Effendi Hefni, 2003, Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 258 p.
- Förtstner, U., 1983, Chapter D: Metal Pollution Assessment from Sediment Analysis, in *Metal Pollution In Aquatic Environment*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, 110-196.
- Giesy, J.P., & R.A. Hoke, 1990, Freshwater Sediment Quality Criteria: Toxicity Bioassessment: Chapter 9, in R. Baudo, J.P. Giesy, H. Muntau: *Sediments: Chemistry and Toxicity of In-Place Pollutants*, Lewis Publishers. Inc., Ann Arbor Boca Raton Boston, Michigan, 265-348.
- Halimah, S., 2002, Pengkajian Pencemaran Merkuri dan Dampak Akumulasi-nya Akibat Kegiatan Penambangan Emas. Laporan Penelitian. Asdep Urusan Sarana Bapedal – Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Janssens De Bisthoven, L., P. Nuyts, B. Goddeeris & F. Ollevier, 1998, Sublethal Parameters in Morphologically Deformed Chironomus Larvae: Clues to Understanding their Bioindicator Value. *Freshwater Biology*, 39: 179-191.
- Mac Donald D.D, Ingersoll C.G, & Berger TA., 2000, Development and Evaluation of Consensus-based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. *Arch Environ Contam Toxicol* 39:20–31.
- Mc Neely, R. N., Nelmanis, V. P., & Dwyer, L., 1979, Water Quality Source Book. A Guide to Water Quality Paramete. Inland Waters Directorate. Water Quality Branch. Ottawa, Canada. 89 p.
- Moore, J.W., 1991, *Living in the Environment*. Seventh edition. Wadsworth Publishing Company, California. 705 p.
- Nasution, H., 2004, Kajian Toksisitas Sedimen Yang Terkontaminasi Merkuri Akibat Pertambangan Emas Tanpa Ijin (PETI) terhadap *Daphnia* sp. Di Sungai Cikaniki, Sub DAS Cisadane Hulu Kab. Bogor. Tesis Pascasarjana Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. 105 p.
- NOAA., (National Oceanic and Atmospheric Administration), 1999, Screening Quick Reference Tables (SquiRTs) <<http://response.restoration.oaa.gov/cpr/sediment/squirt/squirt.html>>.
- Power, E.A., & P.M. Chapman, 1992, Assessing Sediment Quality. in *Sediment Toxicity Assesment*, G.A. Burton, ed. Chelsea Michingan: Lewis Publisher. 1-18.
- Roesijadi, G., & Robinson W.E., 1994, Metal Regulation in Aquatic Animals: Mechanisms of Uptake, Accumulation and Release. In: Mallins and Ostrander (ed) *Aquatic Toxicology*, Lewis Publishers, 539 p.
- S.K. Shukla & P.R. Srivastava, 1992, *Water Pollution and Toxicology*, Commonwealth Publishers New Delhi (India). 352 p.
- Sawyer, C.N., & Mc Carty, P.L., 1978, *Chemistry for Environmental Engineering*. Third edition. Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo. 532 p.
- Shiga Prefecture, 2001, Water Quality of Lake Biwa (internet site). <[http://www.pref.shiga.jp/biwako/koai/english/eng\\_04.htm](http://www.pref.shiga.jp/biwako/koai/english/eng_04.htm)>
- Smith, S.L., MacDonald D.D., Keenleyside K.A., Ingersoll C.G., & Field J., 1996, A Preliminary Evaluation of Sediment Quality

- Assessment Values for Freshwater Ecosystems. *J. Great Lakes Res.* 22:624–638.
- Swartz, R.C., 1999, Consensus Sediment Quality Guidelines for PAH Mixtures. *Environ Toxicol Chem.* 18:780–787.
- Tessier, A., Cambell P.G.C., & Bisson, M., 1979, Sequential Extraction Procedure for the Spesiation of Particulate Trace Metals, *Anal. Chem.*, V-51. P 844 – 851.
- Whittman, G.T.W., 1983, Chapter B, Toxic Metal, in : U. Förstner and G.T.W. Whittman: Metal Pollution in The Aquatic Environment, Springer-Verlag, Germany, 3-68p.
- Widianarko, B., R.A. Verwij, A.M. Van Gestel, & N.M. Van Straalen, 2000, Spatial Distribution of Trace Metal in Sediments from Urban Streams of Semarang, Central Java, Indonesia, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 46: 95-100.
- Yustiawati, M.S. Syawal, M. Terashima, & S. Tanaka, 2002, Speciation analysis of Mercury in River water in West Java-Indonesia, Proceeding of the International Symposium on Land management and Biodiversity in Southeast Asia, Bali, Indonesia, 439-442.