

KANDUNGAN LOGAM BERAT (Hg, Pb, Cd, dan Cu) PADA IKAN, AIR, DAN SEDIMEN DI WADUK CIRATA, JAWA BARAT

Nandang Priyanto¹⁾, Dwiwitno¹⁾, dan Farida Ariyani¹⁾

ABSTRAK

Penelitian evaluasi kandungan logam berat pada ikan, air, dan sedimen serta evaluasi kualitas perairan dilakukan di Waduk Cirata, Jawa Barat. Pengambilan sampel dilakukan secara *discrete* pada 6 stasiun yang mewakili daerah *inlet*, *outlet*, dan sentra budidaya ikan (KJA). Waktu pengambilan sampel dilakukan tiga kali yaitu pada bulan Mei, Agustus, dan Nopember 2005. Parameter yang diamati meliputi logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu), kualitas air (suhu, kecerahan, pH, DO, BOD, dan COD), serta unsur hara (amonia, nitrit, nitrat, sulfida, dan fosfat). Kandungan logam berat diamati dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada berbagai jenis ikan yang ditangkap dari waduk lebih tinggi dibandingkan dalam air, tetapi lebih rendah dibandingkan pada sedimen. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada ikan masih di bawah ambang batas yang diijinkan. Sementara itu kandungan Hg, Cd, dan Cu dalam air di beberapa stasiun sudah ada yang melebihi ambang batas. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada sedimen umumnya juga masih di bawah ambang batas yang ditetapkan, kecuali kandungan Hg yang diambil pada bulan Mei di beberapa stasiun melebihi ambang batas yang diijinkan. Hasil pengamatan kualitas air yaitu suhu, pH, kecerahan, DO, BOD, COD, nitrat, dan fosfat umumnya masih dalam kisaran yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya perikanan sesuai PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, meskipun COD pada beberapa stasiun yang diamati melebihi ambang batas. Sementara itu, kandungan nitrit, amonia, dan sulfida umumnya sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan.

ABSTRACT: *Heavy metal residues (Hg, Pb, Cd, and Cu) in fish, water, and sediment at Cirata Reservoir, West Java. By: Nandang Priyanto, Dwiwitno, and Farida Ariyani*

Studies on heavy metal residues in fish, waters, and sediment as well as environmental quality have been conducted at Cirata Reservoir, West Java. Samples were taken discretely in May, August, and November 2005 at 6 stations (4 stations located at fish cage area/KJA while the 2 others located at inlet and outlet of the reservoir). Observed parameters were heavy metals (Hg, Pb, Cd, and Cu) and water quality, including temperature, turbidity, pH, DO, BOD, and COD while the nutrient performance consisting ammonia, nitrite, nitrate, sulfide, and phosphate. Heavy metal residues of fish, water, and sediment were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Results of the study showed that heavy metal residues of fish were greater than that in water, but less than that in the sediment. In addition, heavy metal residues of either fish or water were less than the MRL (Maximum Residue Limit). In contrast, Hg, Cd, and Cu residues of water in some stations were over the MRL. Generally, heavy metal residues of the sediment were less than the MRL, except at some stations investigated in May, showed the Hg content over the MRL. In addition, water quality analysis showed that temperature, pH, transparency, DO, BOD, COD, nitrate, and phosphate were generally at low level and considered safe for aquaculture activity according to Government Regulation (PP No. 82/2001), except COD in some stations which were over the recommended standard. Likewise, nitrite, ammonia, and sulfide levels were generally over the recommended standard.

KEYWORDS: *heavy metal, Cirata Reservoir, fish, water, sediment*

PENDAHULUAN

Dalam pengawasan kualitas lingkungan suatu perairan, logam berat merupakan salah satu parameter penting untuk melihat tingkat pencemarannya. Cemaran logam berat umumnya disebabkan oleh berbagai jenis limbah baik domestik, industri, pertanian, maupun pertambangan (Anon., 2002).

Sumber utama cemaran logam berat di perairan waduk biasanya berasal dari aliran sungai yang masuk ke waduk tersebut.

Saat ini terdapat lebih dari 38.000 unit Karamba Jaring Apung (KJA) di Waduk Cirata. Terjaminnya kualitas perairan waduk tidak saja menentukan keberhasilan usaha budidaya KJA, tetapi juga

¹⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, DKP

berkaitan dengan jaminan keamanan ikan yang dihasilkannya. Cemaran logam berat pada perairan waduk dapat mengakibatkan turunnya kualitas perairan waduk termasuk untuk kegiatan budidaya ikan (KJA).

Menurut data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kab. Bandung, kondisi baku mutu air Sungai Citarum sebagai pemasuplai air Waduk Cirata sudah memburuk. Sekitar 1.320 liter/detik/hari atau setara dengan 270 ton/hari limbah industri yang ada di DAS Citarum dibuang ke sungai (Anon., 2004). Logam berat seperti Hg, Pb, Cd, dan Cu banyak digunakan untuk berbagai kegiatan industri seperti pertambangan, kimia, elektronik, fotografi, pestisida, tekstil, plastik, gelas, dan lain-lain (Eckenfelder, 1989). Industri tekstil dan elektronika banyak ditemukan di sekitar sungai yang bermuara ke Waduk Cirata. Sedangkan cemaran pestisida kemungkinan dihasilkan dari kegiatan pertanian di daerah hulu sungai yang juga mengalir ke Waduk Cirata. Akibatnya ikan yang dibudidayakan pada perairan tersebut menjadi potensial untuk terkontaminasi logam berat pula. Apabila ikan yang sudah tercemar oleh logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) dikonsumsi, akan berpotensi menimbulkan berbagai penyakit baik jangka pendek maupun jangka panjang, tergantung konsentrasi maupun kondisi penderita. Kelainan syaraf, kelumpuhan, dan cacat bawaan pada bayi merupakan contoh penyakit-penyakit yang ditimbulkan akibat terkontaminasi logam berat (Anon., 2003a).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) pada lokasi-lokasi yang berpotensi tercemar di Waduk Cirata, Jawa Barat. Dengan demikian dapat

diketahui informasi mengenai tingkat pencemaran logam berat serta status keamanan ikan yang dibudidayakan di perairan tersebut. Hasil yang diperoleh diharapkan bermanfaat untuk berbagai pihak, terutama bagi instansi terkait sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil kebijakan pengendalian pencemaran yang terjadi di perairan waduk.

METODE

Titik Sampling

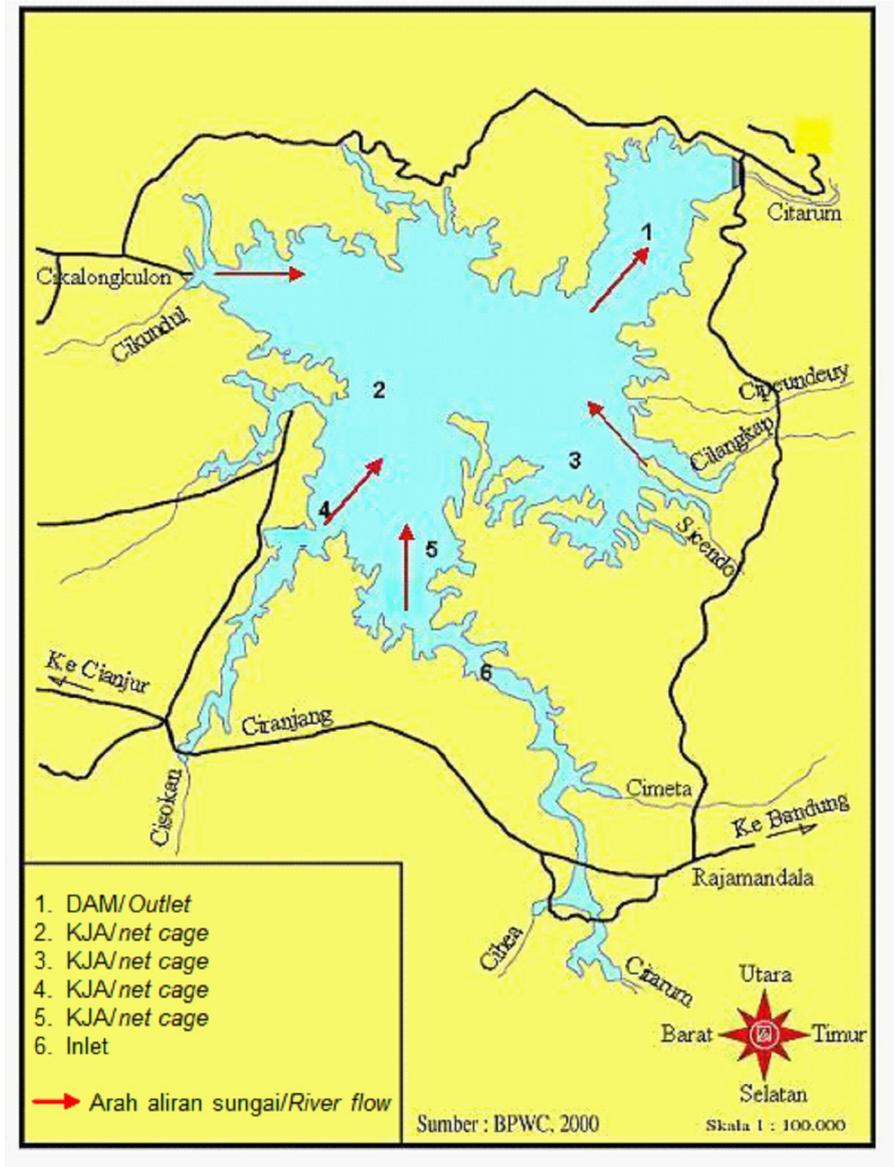
Penelitian dilakukan di Waduk Cirata, Jawa Barat pada lokasi yang berpotensi tercemar logam berat. Penentuan lokasi sampling merupakan hasil studi lapangan bersama instansi terkait. Pengambilan sampel dilakukan secara *discrete* pada enam stasiun yaitu satu stasiun mewakili daerah *inlet*, satu stasiun mewakili daerah *outlet* dan empat stasiun mewakili daerah sentra budidaya ikan Karamba Jaring Apung (KJA), seperti terlihat pada Gambar 1. Waktu pengambilan sampel dilakukan tiga kali selama satu tahun yaitu pada bulan Mei, Agustus, dan Nopember 2005. Jenis sampel yang diambil adalah ikan, air, dan sedimen.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati adalah logam berat (Hg, Cd, Pb, dan Cu), kualitas air yang meliputi suhu, kecerahan, derajat keasaman (pH), *Dissolve Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) serta unsur hara (amonia, nitrit, nitrat, sulfida, dan fosfat). Data yang

Tabel 1. Posisi geografis lokasi pengambilan sampel untuk air dan sedimen di Waduk Cirata
 Table 1. Geographical position of sampling of water and sediment in Cirata Reservoir

Stasiun/ Station	Bujur Timur/ East Longitude	Lintang Selatan/ South Latitude	Keterangan/ Remark
1	E 107 ⁰ 20' 004"	S 6 ⁰ 43' 239"	Outlet waduk/ Reservoir tailrace
2	E 107 ⁰ 17' 523"	S 6 ⁰ 43' 919"	Area budidaya ikan (KJA)/ Net cage area
3	E 107 ⁰ 17' 282"	S 6 ⁰ 45' 003"	Area budidaya ikan (KJA)/ Net cage area
4	E 107 ⁰ 17' 642"	S 6 ⁰ 47' 350"	Area budidaya ikan (KJA)/ Net cage area
5	E 107 ⁰ 17' 855"	S 6 ⁰ 44' 165"	Area budidaya ikan (KJA)/ Net cage area
6	E 107 ⁰ 18' 915"	S 6 ⁰ 48' 190"	Inlet waduk/ Reservoir inlet



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Waduk Cirata.
 Picture 1. Map of sampling location in Cirata Reservoir.

dihasilkan, selanjutnya dibandingkan dengan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (Anon., 1989). Residu logam berat dalam air dan kualitas air dibandingkan dengan standar kualitas air untuk kegiatan budidaya perikanan yang ditetapkan pemerintah melalui Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Anon., 2001).

Prosedur Pengambilan Sampel dan Analisis

Sampel air

Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman 1 meter di bawah permukaan air. Metode

pengambilan sampel air waduk dilakukan sesuai dengan metode yang digunakan oleh Hutagalung *et al.* (1997). Sampel air sebanyak 2 liter diambil dengan menggunakan *water sampler* (Nansen) pada tiap lokasi sampling. Sampel air untuk analisis residu logam berat disimpan dalam botol *polyethylene* (PE) dan diawetkan dengan asam nitrat (HNO_3) hingga pH mencapai $\pm 1,5$.

Sampel ikan

Sampel ikan meliputi ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mas (*Cyprinus carpio* L.), dan ikan patin (*Pangasius pangasius*) yang diperoleh di lokasi pengambilan sampel. Ikan yang diambil adalah ikan siap panen yang dibudidayakan di KJA maupun hasil

tangkapan di luar KJA oleh nelayan setempat dengan menggunakan jaring. Ikan yang diperoleh dimasukkan dalam kantong plastik PE selanjutnya didinginkan dengan es dan disimpan di dalam *coolbox* sebelum dianalisis di laboratorium.

Sampel sedimen

Pengambilan sedimen dilakukan sesuai dengan metode yang digunakan oleh Hutagalung *et al.* (1997). Sedimen sebanyak 500 g diambil dengan menggunakan alat pengambil sedimen (*grab*) yang terbuat dari *stainless steel* dan dimasukkan dalam kantong plastik PE. Sampel sedimen yang diperoleh didinginkan dengan es dan disimpan di dalam *coolbox* sebelum dianalisis di laboratorium.

Analisis sampel

Pengukuran suhu, kecerahan, pH, nitrat, nitrit, fosfat, amonia, sulfida, DO, BOD, dan COD air dilakukan di lokasi sampling segera setelah sampel air diambil. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter *Hanna HI-98107* sedangkan kecerahan air diukur menggunakan *secchi disk*. Pengukuran DO, BOD, COD, dan unsur hara yang meliputi nitrat, nitrit, fosfat, sulfida, dan amonia dilakukan dengan menggunakan *Colorimeter Hach DR/890* sesuai prosedur operasional alat (Hach, 1999).

Preparasi sampel dan analisis residu logam berat dilakukan di Laboratorium Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (BBRP2B), Jakarta. Preparasi sampel untuk analisis residu logam berat (Pb, Cd, Cu, dan Hg) dalam sampel ikan, air, maupun sedimen dilakukan

sesuai dengan metode yang digunakan oleh Hutagalung *et al.* (1997). Penentuan kandungan residu logam berat dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) Perkin Elmer AAnalyst800* (Perkin Elmer, 2000).

HASIL DAN BAHASAN

Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada Ikan

Ikan merupakan bioindikator terhadap pencemaran lingkungan, termasuk cemaran kimia. Hal ini karena ikan menunjukkan reaksi terhadap adanya cemaran di perairan dalam batas konsentrasi tertentu, seperti perubahan aktivitas, efek pada pertumbuhan yang tidak normal hingga kematian (Chahaya, 2003). Cemaran logam berat di perairan Waduk Cirata diduga berasal dari limbah domestik, industri di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum maupun beberapa anak sungai yang bermuara di Sungai Citarum. Hasil analisis kandungan logam berat pada berbagai jenis ikan yang ditangkap di perairan Waduk Cirata disajikan pada Tabel 2.

Kandungan Hg pada ikan dengan kisaran 0,25–151,6 ppb, belum melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Badan POM sebesar 500 ppb. Begitu juga dengan kandungan Pb, Cd, dan Cu juga masih rendah dan belum melewati ambang batas yang diijinkan, yaitu 2.000 ppb untuk Pb, 1.000 ppb untuk Cd, dan 20.000 ppb untuk Cu (Anon., 1989). Kandungan logam berat ini umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat dalam air waduk (Tabel 3). Hal ini diduga karena logam berat dalam air waduk telah terakumulasi ke tubuh ikan.

Tabel 2. Kandungan logam berat berbagai jenis ikan dari Waduk Cirata (ppb)

Table 2. Heavy metal residues of fish samples collected from Cirata Reservoir (ppb)

Bulan/Month	Jenis ikan/Kind of fish	Hg	Pb	Cd	Cu
Mei/May	Nila KJA/ <i>Oreochromis niloticus</i>	44.0	65.0	nd	< 1
	Mas KJA/ <i>Cyprinus carpio</i> L.	151.6	16.0	nd	< 1
Agustus/ August	Nila KJA/ <i>Oreochromis niloticus</i>	< 1	3.0	12.0	88.0
	Nila Liar/ <i>Oreochromis niloticus</i>	< 1	8.0	27.0	1,663
	Patin KJA/ <i>Pangasius pangasius</i>	< 1	15.0	34.0	2,367
	Patin Liar/ <i>Pangasius pangasius</i>	9.0	22.0	10.0	328.0
	Mas KJA/ <i>Cyprinus carpio</i> L.	134.0	5.0	7.0	154.0
Nopember/ November	Nila KJA/ <i>Oreochromis niloticus</i>	< 1	4.0	3.0	64.0
	Mas KJA/ <i>Cyprinus carpio</i> L.	< 1	2.0	4.0	45.0
Ambang batas maksimum/Maximum residue limit (Anon., 1989)		500	2,000	1,000	20,000

Catatan/Note: nd : tidak terdeteksi/not detected

Tabel 3. Kandungan logam berat pada air dari Waduk Cirata (ppb)
 Table 3. Heavy metal residues of water samples collected from Cirata Reservoir (ppb)

Bulan/ Month	Stasiun/ Station	Hg	Pb	Cd	Cu
Mei/ May	1	0.17	0.10	10.11	2.40
	2	0.15	0.96	18.32	23.28
	3	0.14	0.15	10.62	5.40
	4	0.19	0.21	20.43	6.28
	5	0.10	nd	12.19	5.56
	6	0.14	nd	17.69	21.73
Agustus/ August	1	0.22	0.15	8.18	0.28
	2	0.23	0.05	6.48	56.36
	3	0.24	0.16	9.30	0.50
	4	0.18	0.02	6.92	0.12
	5	2.86	0.15	13.42	58.49
	6	0.15	0.14	9.34	4.23
Nopember/ November	1	62.58	0.04	2.81	4.11
	2	0.89	0.16	2.42	5.24
	3	15.13	0.10	1.77	4.88
	4	0.87	0.03	2.50	3.62
	5	1.01	0.13	4.72	63.33
	6	0.76	0.01	1.37	8.60
Ambang batas maksimum/ Maximum residue limit		2.00	30.00	10.00	20.00

Catatan/Note: nd : tidak terdeteksi/not detected

Cetak tebal: melewati ambang batas maksimum sebagaimana ketentuan PP No. 82/2001

Bold: above maximum residue limit according to PP No. 82/2001

Akumulasi logam berat dapat terjadi karena proses bioakumulasi secara terus-menerus dan proses biomagnifikasi melalui rantai makanan (*food chain*) pada hewan air (Connell & Miller, 1995). Oleh karena bersifat akumulatif, meskipun kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada berbagai jenis ikan yang diteliti masih rendah dan di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh Badan POM, adanya residu logam berat harus tetap diwaspadai mengingat dampaknya yang sangat membahayakan kesehatan.

Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu Dalam Air

Hasil pengamatan kandungan logam berat dalam air Waduk Cirata disajikan pada Tabel 3. Kandungan Hg pada bulan Mei dengan kisaran 0,10–0,19 ppb, masih di bawah ambang batas yang ditetapkan pemerintah melalui PP No. 82 Tahun 2001 bagi usaha perikanan budidaya (2 ppb). Demikian juga dengan hasil pengamatan pada bulan Agustus dan Nopember umumnya masih di bawah ambang batas. Kandungan Hg tertinggi ditemukan pada stasiun 1 (*outlet* waduk)

pada pengamatan bulan Nopember yaitu sebesar 62,58 ppb dan sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan pemerintah. Hal ini diduga terjadi akumulasi pada stasiun 1 karena berada pada lokasi terjauh dari *inlet* waduk (depan DAM) sehingga menerima beban limbah lebih banyak dibandingkan dengan stasiun-stasiun yang lain. Sumber utama cemaran Hg ini diduga berasal dari kegiatan limbah industri seperti industri kosmetik, batu baterai, dan lampu neon yang ada di DAS Citarum (Anon., 2003b).

Kandungan Pb dalam air masih rendah berkisar 0,01–0,96 ppb, bahkan hasil pengamatan pada bulan Mei di stasiun 5 dan 6 (KJA) tidak terdeteksi. Sementara itu kandungan Cd bervariasi yaitu 10,11–20,43 ppb pada bulan Mei; 6,48–13,42 ppb pada bulan Agustus; dan 1,37–4,72 ppb pada bulan Nopember. Kandungan Cd pada bulan Mei pada seluruh stasiun telah melewati ambang batas (>10 ppb), sementara itu pada bulan Agustus hanya stasiun 5 yang melebihi ambang batas, sedangkan pada bulan Nopember kandungan Cd air pada semua stasiun yang diteliti

masih di bawah ambang batas yang diijinkan. Penurunan kandungan Cd ini diduga terkait dengan debit air Waduk Cirata, yaitu pada bulan Mei debit air waduk berada pada titik terendah karena musim kemarau sehingga Cd dalam air cenderung terkonsentrasi. Sementara itu pada musim penghujan di bulan Nopember debit air waduk berada pada titik tertinggi sehingga menyebabkan kandungan Cd dalam air mengalami pengenceran. Kandungan Cu umumnya masih di bawah ambang batas yang diijinkan walaupun beberapa stasiun sudah melewati ambang batas (20 ppb).

Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada Sedimen

Pada Tabel 4 disajikan kandungan logam berat Hg, Pb, Cd, dan Cu pada sedimen yang diambil dari Waduk Cirata. Apabila dibandingkan dengan kandungan logam berat dalam air maka kandungan logam berat Hg, Pb, Cd maupun Cu pada sedimen

Waduk Cirata umumnya lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi melalui proses akumulasi bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang selanjutnya terendapkan di dasar perairan. Tingginya kandungan logam berat pada sedimen erat hubungannya dengan sifat logam berat yang mudah terikat oleh bahan-bahan organik yang ada pada sedimen (Connell & Miller, 1995 dalam Santoso & Hernayanti, 2005).

Kandungan Hg sedimen pada bulan Agustus dan Nopember masih rendah (tidak terdeteksi-88 ppb) sedangkan pada bulan Mei kandungan Hg pada beberapa stasiun yang diteliti sudah melewati ambang batas yang diijinkan (448-921 ppb). Sementara itu, kandungan Pb, Cd, dan Cu masih di bawah ambang batas. Namun demikian kandungan Cu cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Hg, Pb, maupun Cd. Tingginya kandungan Cu ini diduga karena kebanyakan senyawa Cu akan menetap dan berikatan dengan partikel sedimen air maupun partikel tanah (Anon., 2008). Kandungan alamiah logam berat

Tabel 4. Kandungan logam berat pada sedimen dari Waduk Cirata (ppb)
 Table 4. Heavy metal residues of sediment collected from Cirata Reservoir (ppb)

Bulan/ Month	Stasiun/ Station	Hg	Pb	Cd	Cu
Mei/May	1	448	348	491	840
	2	921	300	22	4,645
	3	196	210	156	660
	4	168	345	880	620
	5	872	166	647	590
	6	183	208	992	600
Agustus/ August	1	4	107	34	550
	2	88	193	34	720
	3	4	138	36	710
	4	6	266	32	620
	5	nd	115	211	710
	6	5	168	25	740
Nopember/ November	1	< 1	325	63	9,565
	2	1	291	94	4,965
	3	2	308	71	6,360
	4	1	303	74	6,490
	5	< 1	289	96	9,140
	6	2	292	84	7,030
Kandungan alamiah/ Natural residues		20-350	10,000-70,000	100-2,000	5,000-30,000

Catatan/Note: nd : tidak terdeteksi/not detected
 Cetak tebal: melewati ambang batas kandungan alamiah sebagaimana ketentuan *National d' Observation/RNO*, (Razak, 1986 dalam Fajri, 2001)
 Bold: above natural content limit according to *National d' Observation/RNO*, (Razak, 1986 in Fajri, 2001)

pada sedimen menurut *National d' Observation/RNO* adalah 20–350 ppb untuk Hg, 10.000–70.000 ppb untuk Pb, 100–2.000 ppb untuk Cd, dan 5.000–30.000 ppb untuk Cu (Razak, 1986 dalam Fajri, 2001).

Kualitas Air Waduk Cirata

Penurunan kualitas perairan Waduk Cirata secara berkelanjutan akan berdampak negatif terhadap biota yang hidup di dalamnya, termasuk untuk kegiatan budidaya perikanan. Masuknya limbah yang mengandung unsur hara dan bahan organik baik dalam bentuk terlarut maupun partikel diduga turut memberikan kontribusi terhadap penurunan kualitas perairan di Waduk Cirata. Keberadaan berbagai limbah tersebut umumnya diindikasikan oleh peningkatan BOD, COD, dan kandungan karbon, nitrogen maupun fosfor (Effendi, 2003). Dalam penelitian ini beberapa parameter kualitas air berupa parameter fisika-kimia

dan unsur hara dianalisis untuk mengetahui tingkat pencemarannya.

Hasil pengamatan terhadap kualitas air di Waduk Cirata disajikan pada Tabel 5. Secara umum hasil pengamatan menunjukkan bahwa kualitas air perairan Waduk Cirata masih dalam kisaran yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya perikanan (PP No. 82 Tahun 2001 tentang kriteria mutu air kelas III).

Kondisi Fisika-Kimia Air Waduk Cirata

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pH air relatif stabil, berkisar 6,0–7,6. Nilai pH tersebut masih memenuhi persyaratan untuk kegiatan budidaya perikanan yaitu 6–9 (Anon., 2001). Suhu dan kecerahan air pada saat pengamatan masing-masing berkisar 24,5–30,5°C dan 0,7–1,05 m. Kisaran nilai ini masih tergolong layak untuk kehidupan akuatik. Tingkat kecerahan akan berpengaruh terhadap proses

Tabel 5. Kualitas air Waduk Cirata
Table 5. Water quality of Cirata Reservoir

Bulan/ Month	Stasiun/ Station	Suhu/ Temperature (°C)	pH	Kecerahan/ Transparency (m)	DO (ppm)	BOD (ppm)	COD (ppm)
Mei/ May	1	30.4	6.9	1.0	7.6	2.7	44.0
	2	30.5	7.0	1.0	8.4	3.4	72.0
	3	30.4	6.7	1.0	7.8	3.1	56.0
	4	30.3	6.7	1.0	6.5	1.8	64.0
	5	30.3	6.8	1.0	7.6	3.0	56.0
	6	30.3	6.8	1.0	6.4	3.4	48.0
Agustus/ August	1	29.5	6.8	1.0	7.2	3.9	12.0
	2	30.0	6.8	1.0	4.7	3.7	8.0
	3	27.2	6.7	1.0	5.5	4.0	33.0
	4	30.2	6.8	1.0	6.6	3.8	11.0
	5	30.3	7.6	1.0	4.3	2.6	34.0
	6	28.4	7.2	1.0	4.7	3.0	15.0
Nopember/ November	1	26.0	6.0	0.8	7.1	2.9	50.0
	2	25.5	6.0	1.1	5.5	2.5	53.0
	3	26.0	6.0	1.0	5.8	3.4	55.0
	4	26.5	6.0	0.7	6.1	2.6	15.0
	5	24.5	6.0	0.8	6.7	3.5	25.0
	6	25.0	6.0	0.8	7.6	4.4	75.0
Baku mutu untuk budidaya/ <i>Standard quality for aquaculture</i>		deviasi/ deviation 3 ^{**})	6.0–9.0	≥ 0.45 ^{***})	≥ 3.0	≤ 6.0	≤ 50

Catatan/Note: Cetak tebal: melewati ambang batas baku mutu sebagaimana ketentuan PP No. 82/2001
Bold: above standard quality limit according to PP No. 82/2001

^{**}): Deviasi dari temperatur lingkungan normal/*Deviation of normal environment temperature*

^{***}): Andriyani (2005)

penetrasi cahaya ke dalam air serta proses fotosintesis fitoplankton yang diperlukan untuk memelihara tingkat kesuburan perairan. Menurut Andriyani (2005), kisaran nilai kecerahan yang dipersyaratkan untuk kehidupan akuatik minimal 0,45 m.

Kandungan DO dan BOD masih baik dan sesuai dengan baku mutu air yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya perikanan (PP No. 82 Tahun 2001). Ambang batas minimal DO sebesar 3 ppm sedangkan untuk BOD maksimal 6 ppm. Kandungan COD berkisar 8–75 ppm di mana pada beberapa stasiun sudah melewati ambang batas yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya perikanan (50 ppm). Tingginya COD menunjukkan keberadaan limbah anorganik di perairan waduk cukup tinggi. Limbah anorganik yang diduga berasal dari kegiatan pertanian, industri, dan domestik ini bersifat *non biodegradable* sehingga tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

Unsur Hara Perairan Waduk Cirata

Unsur hara merupakan indikator tingkat kesuburan perairan yang menunjang dalam penentuan kualitas suatu perairan (Susana, 2005). Secara alamiah, kandungan unsur hara dalam perairan bervariasi tetapi pada kondisi perairan yang tercemar menyebabkan kandungan unsur hara melebihi ambang batas yang dipersyaratkan. Pada Tabel 6 disajikan hasil pengamatan terhadap kandungan unsur hara (nitrat, nitrit, amonia, sulfida, dan fosfat) perairan Waduk Cirata.

Secara umum, kandungan amonia air hasil sampling pada bulan Mei dan Nopember sudah tinggi dan melebihi ambang batas yang diijinkan. Namun sebaliknya kandungan amonia pada bulan Agustus secara umum sangat rendah. Hal ini kemungkinan besar berkaitan dengan aktivitas budidaya KJA sebagai sumber utama cemaran amonia. Kandungan amonia yang tinggi merupakan salah satu indikasi

Tabel 6. Kandungan unsur hara air Waduk Cirata
Table 6. Concentration of nutrients in Cirata Reservoir

Bulan/ Month	Stasiun/ Station	Nitrat/ Nitrate (ppm)	Nitrit/ Nitrite (ppm)	Amonia/ Ammonia (ppm)	Sulfida/ Sulfide (ppm)	Fosfat/ Phosphate (ppm)
Mei/ May	1	0.02	0.121	0.03	nd	nd
	2	0.04	0.104	0.05	0.080	0.60
	3	0.09	0.133	nd	nd	0.23
	4	0.05	0.103	0.04	0.050	0.25
	5	0.05	0.089	0.15	nd	0.45
	6	0.07	0.166	0.14	0.010	0.18
Agustus/ August	1	0.07	0.015	nd	0.010	0.17
	2	0.06	0.004	nd	0.010	0.22
	3	0.07	0.022	nd	nd	0.24
	4	0.06	0.014	nd	0.010	0.20
	5	0.07	nd	nd	0.020	0.27
	6	0.06	0.076	0.06	0.010	0.18
Nopember/ November	1	0.07	0.058	nd	0.010	nd
	2	0.07	0.179	0.10	0.020	0.41
	3	0.05	0.230	0.12	0.040	0.06
	4	0.06	0.176	nd	0.030	0.22
	5	0.05	0.001	nd	0.030	0.22
	6	0.08	0.083	0.08	0.010	0.30
Ambang batas maksimum/ Maximum residue limit		20.00	0.060	0.02	0.002	1.00

Catatan/Note: nd : tidak terdeteksi/not detected
Cetak tebal: melewati ambang batas sebagaimana ketentuan PP No. 82/2001
Bold: above maximum residue limit according to PP No. 82/2001

adanya pencemaran (Effendi, 2003). Amonia merupakan racun yang berbahaya bagi biota perairan. Sumber utama amonia di Waduk Cirata diduga berasal dari feses ikan maupun sisa pakan ikan. Menurut PP No. 82 Tahun 2001, kandungan maksimum amonia adalah 0,020 ppm, sedangkan untuk unsur hara nitrit 0,060 ppm, sulfida 0,002 ppm, nitrat 20 ppm, dan fosfat 1 ppm.

Kandungan sulfida dan nitrit Waduk Cirata umumnya tinggi dan sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan untuk kegiatan budidaya perikanan. Kandungan sulfida dan nitrit yang tinggi dapat membahayakan kehidupan ikan di perairan karena sulfida dan nitrit bersifat racun. Tingginya kandungan sulfida diduga karena pergerakan arus bawah (*up welling*) yang menyebabkan terangkatnya bahan-bahan yang mengandung sulfida dari dasar perairan waduk ke permukaan. Sementara itu, kandungan nitrit yang tinggi diduga disebabkan oleh tingginya aktifitas bakteri *Nitrosomonas* sp. pada proses nitrifikasi. Selain itu, limbah industri dan domestik diduga turut menjadi penyebab tingginya kandungan nitrit di perairan waduk.

Kandungan nitrat dan fosfat merupakan unsur penting dalam ekosistem perairan, terutama bagi pertumbuhan plankton yang merupakan sumber pakan alami bagi biota perairan termasuk ikan-ikan herbivora yang dibudidayakan pada KJA. Secara umum kandungan nitrat dan fosfat pada perairan Waduk Cirata masih dalam kisaran yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya perikanan. Meskipun tidak bersifat racun akumulasi berlebihan nitrat dan fosfat di perairan dapat menyebabkan ledakan pertumbuhan alga (*algae blooming*) sehingga mengganggu proses fotosintesis. Alga *blooming* juga akan berdampak negatif pada kegiatan budidaya KJA apabila terjadi umbalan (*up welling*) yang dapat memicu kematian ikan secara massal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) pada ikan yang diambil dari Waduk Cirata masih di bawah ambang batas yang diijinkan Badan POM, tetapi harus tetap diwaspadai mengingat sifatnya yang akumulatif dan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsinya.
2. Kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) dalam air Waduk Cirata umumnya masih di bawah ambang batas baku mutu air untuk kegiatan budidaya perikanan (PP No. 82 Tahun 2001), meskipun pada beberapa stasiun yang

diteliti, kandungan Hg, Cd, dan Cu sudah ada yang melebihi ambang batas.

3. Kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) dalam sedimen umumnya masih dalam kisaran nilai yang ditetapkan menurut *National d' Observation/RNO*, kecuali kandungan Hg pada sedimen di beberapa stasiun yang diambil pada bulan Mei.
4. Kualitas suhu, pH, kecerahan, DO, BOD, dan COD yang diteliti umumnya masih dalam kisaran yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya perikanan (PP No. 82 Tahun 2001), meskipun COD pada beberapa stasiun yang diteliti sudah ada yang melebihi ambang batas.
5. Kandungan unsur hara nitrat dan fosfat masih dalam kisaran yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya perikanan (PP No. 82 Tahun 2001), sedangkan nitrit, amonia, dan sulfida umumnya sudah melebihi ambang batas.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, N. 2005. Kualitas perairan Waduk Sermo. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan*. Fakultas Biologi Program Pascasarjana Perikanan dan Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. p. 149–153.
- Anonim. 1989. *Keputusan Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan No.13725/B/SK.VII/1989*.
- Anonim. 2001. Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. http://www.menlh.go.id/ii/art/pdf_1076022471.pdf?PHPSESSID=f529ba3aa3f8a13ebedeac2418066660. Diakses tanggal 28 November 2007. 46 pp.
- Anonim. 2002. Kebijakan dan program terpadu bidang permukiman dan prasarana wilayah dalam rangka penanganan banjir nasional¹ oleh Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah. <http://penataanruang.pu.go.id/taru/Makalah/MakalahBanjirITB220302.doc>. Diakses tanggal 16 Nopember 2007. 5 pp.
- Anonim. 2003a. Pencemaran logam berat di Waduk Cirata dan Saguling. <http://www.dkp.go.id/content.php?c=259>. Diakses 26 Januari 2007. 2 pp.
- Anonim. 2003b. Waduk Saguling dan Cirata tercemar logam berat. <http://www.kompas.com>. Diakses tanggal 24 Januari 2007. 2 pp.
- Anonim. 2004. Kualitas air sungai Citarum sudah sangat buruk. <http://www.pikiran-rakyat.com>. Diakses tanggal 24 Januari 2007. 4 pp.
- Anonymous. 2008. Chemical properties of copper-health effects of copper-environmental effects of copper. <http://www.lenntech.com/Periodic-chart-elements/Cu-en.htm#Atomic%20number>. Diakses tanggal 18 Maret 2008. 5 pp.
- Chahaya, I.S. 2003. Ikan sebagai alat monitoring pencemaran. <http://library.usu.ac.id/download/fkm/>

- fkm-indra%20c2.pdf*. Diakses tanggal 6 Maret 2008. 6 pp.
- Connell, W. and Miller, G. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. (diterjemahkan oleh Yanti Koestoer dan Sahati). UI Press, Jakarta. p. 366–369.
- Eckenfelder, W.W. 1989. *Industrial Water Pollution*. Plenum Press, New York. 159 pp.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. 151 pp.
- Fajri, N.E. 2001. *Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd, dan Pb dalam Air Laut, Sedimen, dan Tiram (*Carassostrea cucullata*) di Perairan Pesisir Kecamatan Pedes, Kabupaten Karawang, Jawa Barat*. Tesis. Program Pascasarjana, IPB, Bogor. 59 pp.
- Hach. 1999. *Datalogging Colorimeter Handbook*. Hach Company, P.O. Box 608, Loveland, Co. 608 pp.
- Hutagalung, H.P., Setiapermana, D., dan Riyono, S.H. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Buku 2. Puslitbang Oseanologi, LIPI, Jakarta. 182 pp.
- Perkin Elmer. 2000. *Analytical Methods for Atomic Absorbtion Spectrometry*. PerkinElmer Instruments LLC, Singapore. 300 pp.
- Santoso, S. dan Hernayanti. 2005. Penyebaran logam berat Hg, Pb, dan Cd pada beberapa sub elemen ekosistem mangrove di Segara Anakan Cilacap. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan*. Fakultas Biologi Program Pascasarjana Perikanan dan Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. p. 95–100.
- Susana, T. 2005. Kualitas hara perairan Teluk Lada, Banten. *J. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. LIPI. 37: 59–67.