

Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) di Air Permukaan dan Sedimen: Studi Kasus Waduk Saguling Jawa Barat

RINDU WAHYU PARAMITA, EKA WARDHANI, KANCITRA PHARMAWATI

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Instiut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung
Email: rinduparamita09@gmail.com

ABSTRAK

Pembuangan limbah industri di sekitar Sungai Citarum dan Waduk Saguling menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan perairan. Dampak negatif ini disebabkan oleh kandungan logam berat dalam limbah, yaitu logam berat Cd dengan toksisitas tinggi, dan Cr dengan toksisitas sedang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Cd dan Cr pada air, dan sedimen menggunakan metode pengukuran Inductively Couple Plasma (ICP). Analisis dilakukan antara hubungan kandungan logam berat di air, dan sedimen terhadap parameter fisika, dan kimia air, serta jenis sedimen. Berdasarkan hasil penelitian, parameter fisika, dan kimia air permukaan masih memenuhi standar baku mutuberdasarkan Peraturan Pemerintah no 82 tahun 2001, kecuali nilai TSS (batas maksimum: 50 mg/L) di stasiun 1A sebesar 94 mg/L dan nilai DO (batas minimum: 4 mg/L) di stasiun 1A, 1B, 6, 7, 8, 10A, dan 10B, yaitu 1,8-3,5 mg/L. Parameter fisika, dan kimia tersebut dapat mempengaruhi tingkat kelarutan logam berat di dalam perairan Waduk Saguling. Parameter logam berat Cd (batas maksimum: 0,01 mg/L), dan Cr (tidak ada baku mutu) dalam air, serta Cr (batas maksimum: 80 mg/kg) dalam sedimen masih memenuhi standar baku mutu berdasarkan Australian, and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) tahun 2000. Namun, terjadi akumulasi di dalam sedimen, karena kadar logam berat Cd (batas maksimum: 1,5 mg/kg) dalam sedimen di seluruh stasiun tidak memenuhi standar baku mutu.

Kata kunci: logam berat, Waduk Saguling, sedimen, Cd, Cr

ABSTRACT

Disposal of industrial waste around Citarum river, and Saguling dam cause negative impacts to the aquatic environment. The negative impact caused by the content of heavy metals in waste, including heavy metals Cd with high toxicity, and Cr with moderate toxicity. This study aims to determine the content of heavy metals Cd, and Cr in the water, and the sedimen t surface using measurement methods Inductively Couple Plasma (ICP). The analysis was showed the relationship between heavy metals in water and sedimen t surface against the parameters of physics, chemistry of water, and sedimen t types. Based on the research results, the parameters of physics, and chemistry of water surface still meet quality standards Government Regulation No. 82 of 2001, except for the value of TSS (maximum: 50 mg/L) at the station 1A by 94 mg/L and DO value (minimum: 4 mg/L) at the station 1A, 1B, 6, 7, 8, 10A, and 10B, which is 1.8 to 3.5 mg/L. Physical parameters, and these chemicals can affect the solubility of heavy metals in the waters Saguling. Parameter heavy metals Cd (maximum: 0.01 mg/L), and Cr in water and Cr (maximum: 80 mg / kg) in surface sedimen ts still meet quality standards of Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) of 2000. However, accumulation in surface sedimen ts as levels of heavy metals Cd (maximum: 1.5 mg / kg) in surface sedimen ts around the station didn't meet quality standards.

Keywords: heavy metals, Saguling, sedimen ts, Cd, Cr

1. PENDAHULUAN

Waduk Saguling merupakan salah satu waduk buatan yang terbentuk dengan membendung aliran Sungai Citarum. Bendungan ini hanya direncanakan sebagai pembangkit energi listrik untuk pasokan listrik Jawa-Bali, namun saat ini fungsinya semakin berkembang untuk perikanan, agri-akuakultur, pariwisata, dan dimanfaatkan untuk tempat pembuangan limbah. Perubahan peruntukan tersebut berakibat pada percepatan penurunan kualitas perairan Waduk Saguling (Wangsaatmaja, 2004).

Penurunan kualitas air waduk dipengaruhi oleh faktor-faktor kuantitas, dan kualitas air sungai yang bermuara ke waduk. Kegiatan-kegiatan di sekitar Sungai Citarum, dan Waduk Saguling, yaitu pembuangan limbah industri, limbah domestik, kegiatan pertanian, peternakan, pertambangan, dan sisa pakan dari budidaya ikan di Karamba Jaring Apung (KJA), menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan perairan karena menghasilkan limbah yang mengandung logam berat (Darmono, 1995).

Limbah yang masuk dalam badan Sungai Citarum berasal dari Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung, sebagian Kabupaten Sumedang, dan Kabupaten Bandung Barat. Limbah tersebut mengalir menuju Waduk Saguling yang berfungsi sebagai pembendung aliran. Kegiatan-kegiatan tersebut menjadi potensi pencemar pada air, dan sedimen di Waduk Saguling oleh logam kadmium (Cd) dan kromium (Cr). Menurut Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLHD) Jawa Barat pada tahun 2013, Sungai Citarum memiliki kadar Cd tertinggi mencapai 0,06 mg/L, sedangkan kadar Cr^{6+} tertinggi mencapai 0,23 mg/L. Berdasarkan hasil pemantauan kualitas Waduk Saguling tahun 2014 oleh PT. Indonesia Power, kadar Cd tertinggi mencapai 0,31 mg/L. Penentuan ambang batas kadar logam berat mengacu pada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, dan Pengendalian Pencemaran Air peruntukan air dengan kriteria kelas II, yaitu kadar maksimum Cd sebesar 0,01 mg/L dan Cr^{6+} sebesar 0,05 mg/L. Hasil pemantauan tersebut menunjukkan terjadi pencemaran logam berat Cd dan Cr di sungai Citarum dan Waduk Saguling.

Peningkatan konsentrasi logam berat dalam sedimen waduk akan lebih tinggi akibat pencemaran oleh kegiatan manusia, jika dibandingkan dengan akibat dari proses alami melalui pelapukan geologi (Wakida dkk, 2008). Logam berat yang dipilih untuk identifikasi dalam penelitian ini adalah Cd yang memiliki sifat toksik yang tinggi, dan logam berat Cr yang memiliki sifat toksik yang sedang. Menurut Peraturan Pemerintah nomor 101 Tahun 2014, tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, logam berat ini termasuk dalam limbah B3 yang berbahaya. Cd, dan Cr merupakan logam berat yang sulit mengalami degradasi sehingga dapat bertahan lama dalam perairan kemudian mengendap dalam sedimen. Pengendapan bahan partikulat tersuspensi merupakan penyusun terbesar dari terbentuknya sedimen. Partikulat tersebut berpotensi sebagai sumber polusi sekunder pada kolom air (Wakida dkk, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kontaminasi logam berat pada air, dan sedimen di Waduk Saguling, serta mengetahui hubungan kandungan logam berat di air, dan sedimen terhadap parameter fisika air, kimia air, dan jenis sedimen. Jenis logam berat yang akan dikaji pada penelitian ini, yaitu Cd, dan Cr yang berpotensi toksik bagi kehidupan perairan waduk, dan manusia sebagai pengguna air waduk.

2. METODOLOGI

Penelitian inididahului dengan mengkaji studi pustaka dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan pengambilan sampel air, dan sedimen. Metode pengambilan sampel air permukaan berdasarkan SNI 6989.57:2008. Pengambilan sampel di setiap lokasi dilakukan dengan menggunakan sistem *grab sample* dan menggunakan alat gayung plastik bertangkai untuk sampel air, *grab sampler/dredges* untuk sampel sedimen, dan pengukuran koordinat menggunakan *Global Positioning System*(GPS). Kontainer sampel air yang digunakan adalah botol plastik *high-density polyethylene* (HDPE) ukuran 2Liter, sedangkan kontainer sampel sedimen adalah kantong plastik bening. Analisis kontaminasi nilai Cd, dan Cr dengan parameter fisika, dan kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

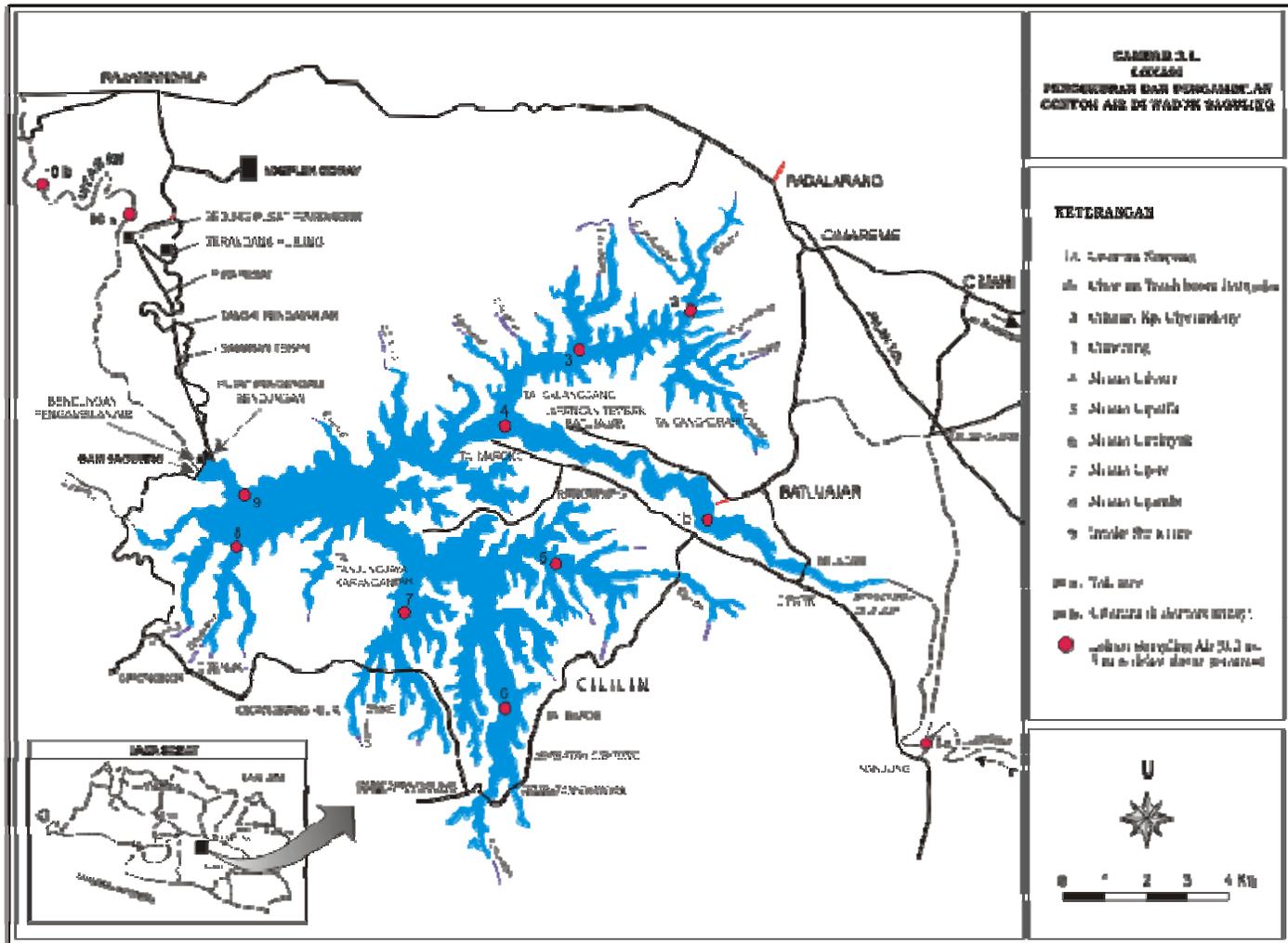
Tabel 1. Metode Analisis Sampel Air dan Sedimen

No	Parameter	Metode Analisis	Alat
Sampel Air			
1	DO (<i>Dissolved Oksigen</i>)	SNI 06-2425-1991Elektrokimia	DO Meter
2	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	SNI 06-6989-2004 Gravimetri	Timbangan Analitik
3	Kekeruhan	SNI 06-6989.25-2005 Nefelometer	Nefelometer/Turbidimeter
4	pH	SNI 06-6989-11-2004	pH meter
5	Temperatur	SNI 03-6989.23-2005	Thermometer
6	Kadmium	APHA Ed.21 (2005), 3125	<i>Inductively Couple Plasma Mass Spectrophotometry</i> (ICP-MS)
7	Kromium Total	APHA Ed.21 (2005), 3125	ICP-MS
8	Kromium Heksavalen	SNI 6989.71-2009	Spektrofometer UV-VIS
Sampel Sedimen			
1	Ukuran Butir	SNI3423:2008	Hidrometer
2	Kadmium	EPA Method 200.2, 1994	ICP-MS
3	Kromium Total	EPA Method 200.2, 1994	ICP-MS

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni 2015, mewakili musim kemarau. Sampel diambil di 12 (dua belas) titik yang telah ditentukan, yaitu 1 stasiun di Nanjung Sungai Citarum, 9 stasiun di perairan waduk, 1 stasiun di *tailrace* dan 1 stasiun di Sungai Citarum di hilir *tailrace*. Pengambilan sampel sedimen terdiri dari 1 stasiun Nanjung Sungai Citarum dan 9 stasiun di perairan waduk. Lokasi-lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 1.

Sampel air diambil sebanyak 1,5 Liter, pada kedalaman 0,2-5 meter, dan 2 kilogram sampel sedimen, pada kedalaman sedimen $\pm 0-10$ centimeter dari dasar sungai. Untuk parameter DO, pH, dan temperatur dilakukan pengukuran insitu sedangkan sisanya dianalisis di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung dan Laboratorium Pusat Pelayanan Basic Science (PPBS) Universitas Padjadjaran.

Prosedur analisa untuk sampel air berdasarkan *American Public Health Association* (APHA) *Standard Methods 21th Edition*, 2005. Analisa dilakukan dengan metode pengukuran ICP-MS dengan limit deteksi kadar Cd sebesar 4 $\mu\text{g/L}$, sedangkan kadar Cd 7 $\mu\text{g/L}$. Hasil pengukuran parameter kualitas air waduk dibandingkan dengan standar baku mutu Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air peruntukan air kelas II, sedangkan kualitas sedimen permukaan dibandingkan dengan standar baku mutu Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) tahun 2000.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Sedimen (Sumber: PT. Indonesia Power, 2014)

3. ISI

3.1 Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Waduk Saguling

Parameter kualitas air yang dianalisis, yaitu *dissolved oxygen* (DO), *total suspended solid* (TSS), kekeruhan, pH, dan temperatur. Hasil pengukuran menunjukkan kondisi Waduk Saguling di dua belas (12) stasiun titik sampling pada bulan Juni tahun 2015, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

3.1.1 *Dissolved Oxygen (DO)*

Nilai DO dalam perairan Waduk Saguling masih memenuhi standar baku mutu PP 82 Tahun 2001 (kadar minimum: 4 mg/L) di stasiun 2, 3, 4, 5, dan 9. Selain akibat proses respirasi tumbuhan dan hewan, hilangnya oksigen di perairan, juga terjadi karena oksigen dimanfaatkan oleh mikroba untuk mengoksidasi bahan organik. Oksidasi bahan organik di perairan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah temperatur. Peningkatan temperatur sebesar 1 °C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10 %. Semakin besar temperatur, kadar oksigen terlarut semakin kecil (Effendi, 2003). Pada daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan mudah mengendap (Hutagalung, 1991). Namun, pada penelitian ini hal tersebut tidak terbukti, dikarenakan nilai temperatur Waduk Saguling masih memenuhi standar baku mutu yang tidak memberikan efek ekstrim terhadap kondisi perairan Waduk Saguling. Selain itu, sumber pencemar di masing-masing stasiun yang berbeda-beda, sebagai faktor lainnya yang mempengaruhi nilai DO.

Tabel 2. Konsentrasi Parameter Fisika dan Kimia Waduk Saguling

Lokasi Stasiun	Temperatur (°C)	TSS (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	pH	Konsentrasi DO (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)
1A	24,80	94,00*	46,20	7,02	1,80*	0,0000	0,0204
1B	27,50	4,30	7,44	6,80	2,90*	0,0000	0,0000
2	27,80	5,60	12,95	7,00	4,20	0,0000	0,0222
3	27,80	5,20	9,80	7,60	6,00	0,0002	0,0000
4	29,00	5,20	8,67	7,40	4,50	0,0000	0,0002
5	26,80	8,50	12,60	6,72	4,60	0,0000	0,0010
6	27,30	5,40	7,97	6,40	2,80*	0,0000	0,0017
7	27,90	5,60	9,19	6,70	3,50*	0,0015	0,0001
8	27,80	4,00	7,97	6,50	2,90*	0,0013	0,0016
9	27,70	4,50	8,58	7,45	5,10	0,0000	0,0135
10A	27,00	3,30	8,05	6,40	2,40*	0,0000	0,0000
10B	27,00	10,00	6,83	6,50	3,30*	0,0000	0,0106
Standar Baku Mutu	24-30	50	-	6-9	4 (batas minimum)	0,01	-

Sumber : Hasil Penelitian, 2015

Note : *Tidak memenuhi baku mutu (Baku mutu berdasarkan PP no 82 tahun 2011 untuk kelas II)

Tabel 2 merupakan hasil pengukuran DO di seluruh stasiun Waduk Saguling. Nilai DO yang tidak memenuhi standar baku mutu, yaitu stasiun 1A, 1B, 6, 7, 8, 10A, dan 10B, dimana

keadaan perairan pada stasiun-stasiun ini di dominasi oleh kegiatan industri dan domestik. Karakteristik fisik Waduk Saguling memiliki kecepatan aliran waduk yang lambat yaitu sebesar 0,001-0,01 m/detik. Aliran yang lambat menyebabkan kandungan DO pada sebagian besar stasiun memiliki nilai yang lebih rendah, jika dibandingkan dengan standar baku mutu.

Berdasarkan data sekunder, stasiun 3 memiliki sumber mata air di dasar perairan Waduk Saguling. Aliran di dasar waduk menyebabkan terjadinya kontak antara air Waduk dengan mata air, sehingga dekomposisi bahan organik, dan oksidasi bahan anorganik menjadi rendah. Proses dekomposisi dan oksidasi yang rendah menyebabkan nilai DO yang diperoleh stasiun 3 adalah nilai DO yang paling tinggi (6 mg/L).

Penurunan kadar oksigen terlarut di dalam air merupakan indikasi kuat adanya pencemaran. Hal ini berakibat sulitnya biota perairan hidup pada perairan tersebut, karena telah melebihi toleransi kadar DO organisme perairan, walaupun masih ada beberapa organisme yang dapat hidup didalamnya.

3.1.2 Temperatur

Berdasarkan hasil penelitian, nilai temperatur menunjukkan nilai dengan rentang 24-29°C. Nilai temperatur Waduk Saguling masih memenuhi standar baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, kriteria mutu kelas II, yaitu sebesar deviasi 3(24-30°C).

Temperatur berperan dalam mengatur proses-proses fisika, kimia, dan biologi di dalam perairan waduk. Pada temperatur yang tinggi, kelarutan oksigen dalam air akan menurun, dan konsumsi oksigen oleh ikan meningkat. Selain itu, temperatur juga berpengaruh terhadap tingkat korosivitas air. Tingkat korosivitas air akan mempengaruhi ketahanan struktur logam, dan beton dalam suatu bendungan (Wangsaatmaja, 2004). Namun, temperatur Waduk Saguling yang masih memenuhi standar baku mutu tidak terlalu mempengaruhi parameter fisika dan kimia lainnya serta kandungan logam berat di dalam air.

3.1.3 pH

Sebagian besar organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH sekitar 7-8,5. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Effendi, 2003). Hasil penelitian menunjukkan rentang nilai pH di seluruh stasiun Waduk Saguling sebesar 6,4-7,45. Nilai pH perairan Waduk Saguling masih memenuhi baku mutu, jika dibandingkan dengan standar baku mutu PP No. 82 tahun 2001, kriteria mutu kelas II, yaitu rentang 6-9. Kenaikan suhu air dan penurunan pH akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat pada partikulat (Hutagalung, 1991).

3.1.4 TSS (*Total Suspended Solid*) dan Kekeruhan

Kadar TSS dalam air sangat erat hubungannya dengan kekeruhan. Meningkatnya padatan tersuspensi, akan diikuti pula dengan meningkatnya kekeruhan, dan begitupun sebaliknya. Menurut (Oktaviana, 2008), peningkatan turbulensi akibat perubahan kecepatan, menyebabkan partikel yang terangkut aliran akan bertambah, dan tingkat kekeruhan meningkat.

Hasil penelitian menunjukkan nilai TSS, dan kekeruhan di seluruh stasiun Waduk Saguling masih memenuhi standar baku mutu, kecuali di stasiun 1A yaitu sebesar 94 mg/L dan 46,2 NTU. Nilai TSS Waduk Saguling dibandingkan dengan standar baku mutu PP No. 82 tahun 2001 kriteria mutu kelas II, yaitu kadar maksimum TSS 50 mg/L. Kekeruhan yang tinggi di

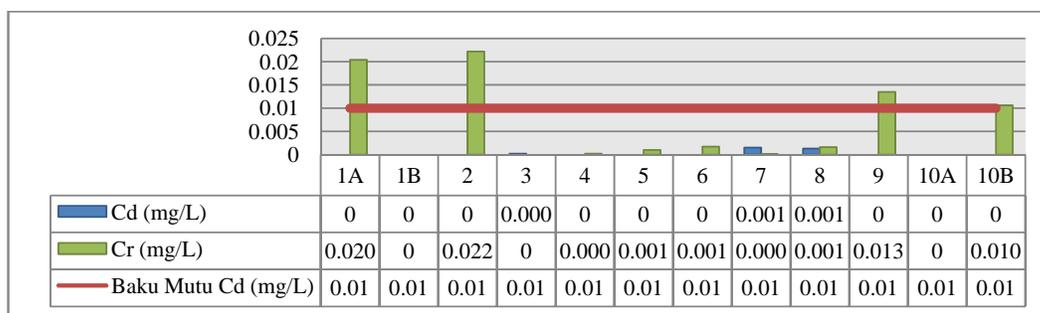
Nanjung (Stasiun 1A) diakibatkan karena terjadinya erosi di bagian hulu sungai yang terbawa ke bagian hilir sungai. Terjadinya erosi di hulu Sungai Citarum, dapat mengangkut partikel-partikel tersuspensi ke bagian hilir sungai. Partikel-partikel tersuspensi menyebabkan nilai kekeruhan yang tinggi di bagian hilir Sungai Citarum (Rachmaningrum, 2015). Selain itu, jika dihubungkan dengan nilai DO, stasiun 1A memiliki nilai DO lebih rendah dari standar baku mutu, yaitu sebesar 1,80 mg/L. Nilai DO yang rendah dapat mengindikasikan bahwa perairan mengandung bahan organik, dan non-organik yang tinggi. Dekomposisi bahan organik, dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (*anaerob*) (Effendi, 2003).

Kekeruhan yang tinggi akibat dari tingginya padatan tersuspensi, dan padatan terlarut di perairan, dapat mengakibatkan terganggunya sistem pernafasan, dan dayalihat organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air, sehingga mengganggu proses fotosintesis yang terjadi di perairan (Effendi, 2003).

3.1.5 Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr)

Terdapat dua sumber utama kontaminasi logam berat kadmium pada lingkungan, yaitu melalui lapisan bumi, dan aktivitas manusia (antropogenik). Logam berat kadmium sering digunakan sebagai pewarna cat, PVC/plastik, dan katoda nikel. Sumber utama kontaminasi logam kadmium adalah daerah industri (Darmono, 1995). Sumber logam berat Cr di dalam air berkaitan dengan aktivitas manusia, yaitu buangan limbah industri, dan buangan rumah tangga yang dialirkan ke dalam badan air Sungai Citarum. Berdasarkan data sekunder, banyak industri di sekitar Sungai Citarum dan Waduk Saguling yang menggunakan Cr dalam kegiatannya, seperti industri tinta, bahan warna (*dyes*), pigmen cat, kulit (*tanning*), pelapisan listrik, dan anti korosif pada peralatan seperti pintu air, dan lain-lain.

Berdasarkan hasil penelitian, kadar Cd di seluruh stasiun menunjukkan rentang nilai 0-0,0015 mg/L yang dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai Cd masih memenuhi standar baku mutu PP No. 82 tahun 2001, kriteria mutu kelas II, yaitu batas maksimum Cd di air sebesar 0,01 mg/L.



Gambar 2. Konsentrasi Cd di Air Permukaan Waduk Saguling

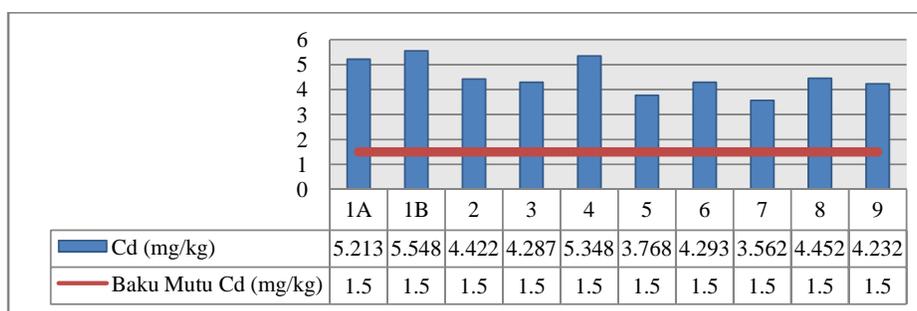
Hasil diperoleh dengan metode pengukuran ICP. Rendahnya nilai pengukuran kadar Cd, mungkin disebabkan kadar di dalam sampel air tidak mencapai limit deteksi alat. Selain itu, berdasarkan teori Effendi pada tahun 2003, Cd di dalam air terdapat dalam jumlah yang sedikit dan bersifat tidak larut dalam air. Standar baku mutu untuk Cr total tidak dicantumkan. Hal tersebut, mungkin dikarenakan Cr total merupakan bentuk dari unsur-unsur Cr yang memiliki nilai valensi +2, +3, dan +6. Cr⁶⁺ bersifat karsinogenik, sedangkan Cr³⁺ tidak. Toksisitas Cr³⁺ hanya sekitar 1/100 kali Cr⁶⁺, bahkan menurut penelitian

Cr^{3+} merupakan salah satu nutrisi yang dibutuhkan tubuh manusia dengan kadar 50-200 mikrogram per hari.

3.2 Kontaminasi Logam Berat Cd dan Cr di Sedimen Waduk Saguling

Konsentrasi logam berat dalam sedimen akan selalu lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi logam berat di perairan. Hal ini, disebabkan logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik, dan mengendap di dasar perairan, kemudian bersatu dengan sedimen, sehingga kadar logam berat dalam sedimen akan lebih tinggi, jika dibandingkan kadar logam di dalam air (Hutagalung, 1991).

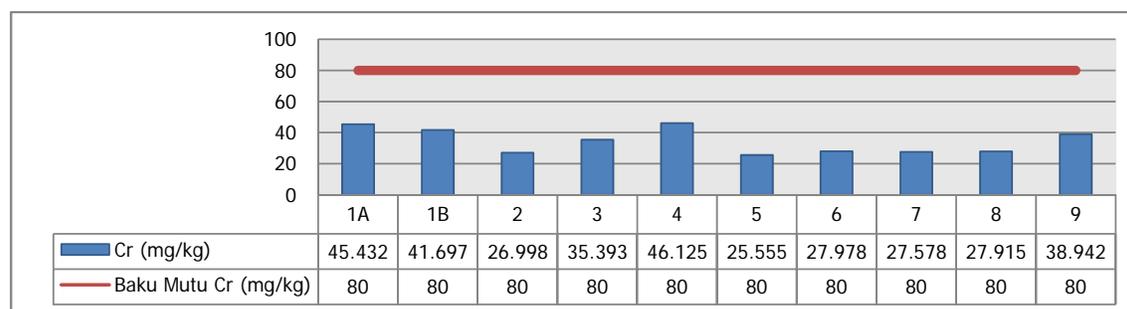
Hasil penelitian logam berat Cd pada sedimen Waduk Saguling (Gambar 3) di masing-masing stasiun melebihi standar baku mutu, jika dibandingkan dengan standar baku mutu ANZECC, dimana batas kadar Cd maksimum di sedimen, yaitu 1,5 mg/kg.



Gambar 3. Konsentrasi Cd di Sedimen Waduk Saguling

Kadar Cd dalam sedimen lebih besar, jika dibandingkan dengan kadar Cd di dalam air Waduk Saguling. Rendahnya konsentrasi Cd dalam air, dibandingkan konsentrasi Cd dalam sedimen disebabkan sebagian besar logam berat Cd yang berasal dari lingkungan, umumnya terendap dan dalam sedimen, sehingga sedimen sangat representatif untuk mengakumulasi logam berat di perairan. Sebanyak 90% logam berat yang mengontaminasi lingkungan perairan, akan terendap di dalam sedimen (Ahmad, 2013).

Selain parameter logam berat Cd, parameter logam berat Cr diukur pada sedimen Waduk Saguling. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu ANZECC (kadar Cr maksimum: 80 mg/kg), kadar logam berat Cr pada masing-masing stasiun masih memenuhi standar baku mutu. Berdasarkan pembahasan sebelumnya, kadar Cr di dalam perairan relatif rendah pula, dan memenuhi standar baku mutu.

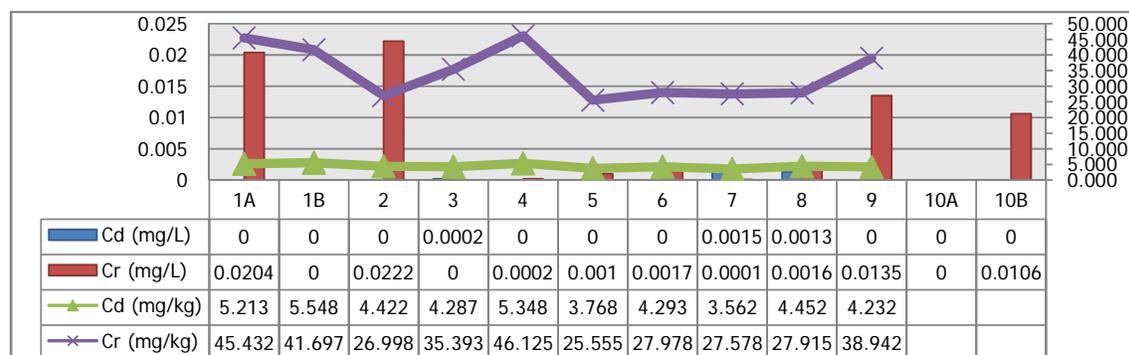


Gambar 4. Konsentrasi Cd di Sedimen Waduk Saguling

3.3 Kontaminasi Logam Berat Cd dan Cr di Air dan Sedimen Waduk Saguling

Peningkatan dan penurunan kadar logam berat di air, dan sedimen memiliki nilai yang berbeda-beda untuk masing-masing stasiun, dapat dilihat pada Gambar 5. Peningkatan terjadi di stasiun 1A, dimana sumber pencemar utama masuk melalui stasiun 1A di daerah Nanjung. Namun, di stasiun 2 terjadi peningkatan logam berat Cr di air dengan penurunan logam berat Cr di sedimen. Fenomena tersebut mungkin disebabkan oleh logam berat Cr yang bersumber dari pabrik tekstil. Pipa *effluent* limbah pabrik tekstil yang mengalirkan limbahnya di perairan stasiun 2 mengandung partikel tersuspensi. Partikel-partikel ini mengandung logam berat Cr yang terdapat di perairan sebelum terendapkan ke dalam sedimen. Selain itu, jika dibandingkan dengan temperatur, stasiun 2 memiliki nilai temperatur sebesar 27,8°C yang menyebabkan logam berat terlarut lebih banyak dibandingkan yang terendapkan. Temperatur air yang lebih dingin akan meningkatkan adsorpsi logam berat ke partikulat untuk mengendap di dasar (Hutagalung, 1991). Parameter kekeruhan di stasiun 2, yaitu sebesar 12,95 NTU menunjukkan nilai yang tinggi jika dibandingkan dengan kekeruhan di stasiun lainnya. Tingkat kekeruhan di dalam air, mungkin dipengaruhi oleh keberadaan logam berat di dalam air, dimana kadar logam berat yang tinggi di air dapat meningkatkan nilai kekeruhan.

Nilai kekeruhan yang tinggi sebesar 12,6 NTU terdapat di stasiun 5. Jika, dibandingkan dengan kadar logam berat di dalam air stasiun 5, nilainya tidak sebanding. Hal tersebut dikarenakan kegiatan di stasiun 5 didominasi oleh kegiatan pariwisata, dimana kegiatan pariwisata merupakan kegiatan yang tidak menghasilkan logam berat yang tinggi. Faktor lainnya, yaitu jenis sedimen stasiun 5 adalah pasir, dimana jenis sedimen pasir dapat mengikat unsur logam lebih rendah dibandingkan dengan lanau.



Gambar 5. Konsentrasi Cd dan Cr di Sedimen dan Waduk Saguling

Akumulasi logam berat di dalam sedimen terjadi di stasiun 4, dimana kandungan logam berat di air rendah, namun kandungan logam berat di sedimen meningkat. Berdasarkan kondisi eksisting, kegiatan yang mendominasi di sekitar stasiun 4, yaitu pusat kegiatan KJA. Sisa pakan dari kegiatan KJA dapat meningkatkan kandungan logam berat di sedimen. Berdasarkan data sekunder, pakan ikan yang digunakan adalah cacing dan ulat hongkong yang ditenakan di waduk itu sendiri. Cacing dan ulat hongkong merupakan bentos waduk yang dapat terkontaminasi logam berat dari sedimen waduk di masa lampau. Selain itu, jenis sedimen di stasiun 4 adalah lanau. Lanau merupakan jenis sedimen yang lebih mudah mengikat logam berat (Track dkk, 1997 dalam Arifin dkk, 2006).

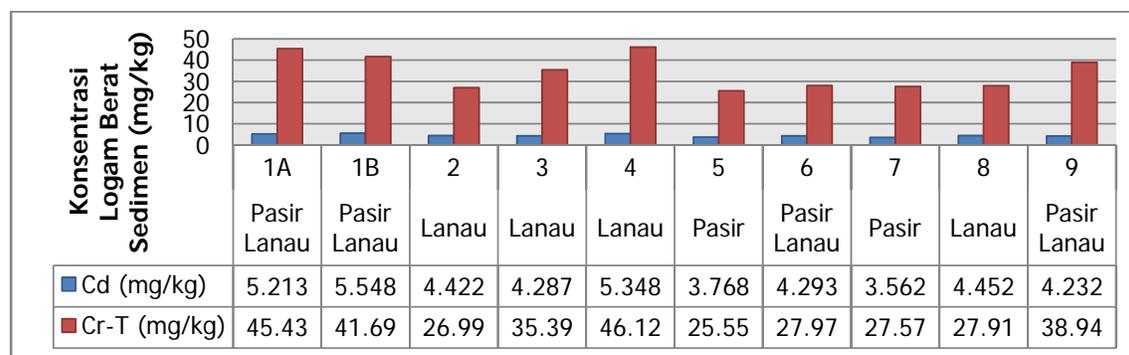
Parameter TSS di stasiun 4 sebesar 5,2 mg/L merupakan nilai TSS terendah jika dibandingkan dengan stasiun lainnya. Nilai TSS mungkindisebabkan dari kontribusi kandungan logam berat di air terhadap nilai TSS yang sedikit/berkadar rendah. Namun, jika dibandingkan dengan nilai suhu, stasiun 4 memiliki nilai suhu yang paling tinggi, yaitu 29°C yang masih memenuhi standar baku mutu. Sifat logam Cd yang tidak mudah larut di dalam air, dengan nilai temperatur stasiun 4, tidak mempengaruhi peningkatan kelarutan Cd di dalam air. Kadmium di dalam air terdapat dalam jumlah yang sedikit dan bersifat tidak larut dalam air, pada pH yang tinggi kadmium mengalami presipitasi (Effendi, 2003). Nilai pH stasiun 4 sebesar 7,4 merupakan nilai pH yang cukup tinggi, jika dibandingkan dengan nilai pH di stasiun lainnya. Oleh karena itu, pH yang tinggi di stasiun 4 mempengaruhi proses presipitasi logam berat ke dalam sedimen.

Terjadi peningkatan logam berat Cr di dalam air dan sedimen di stasiun 9. Jika dibandingkan dengan nilai pH sebesar 7,45, dimana pH tersebut merupakan nilai pH tertinggi dari nilai pH stasiun lainnya, memungkinkan bahwa kandungan logam berat Cr lebih banyak yang teredapkan. Logam berat Cr yang teredapkan disebabkan oleh kenaikan pH yang dapat menurunkan kelarutan logam dalam air (Afriansyah, 2009).

Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Dengan Jenis Sedimen nya

Ketersediaan logam berat dalam sedimen sangat berkaitan dengan sifat-sifat dan ukuran sedimen. Sedimen yang mengandung jumlah mineral lempung (*Clay*) dan bahan organik akan cenderung mengakumulasi logam lebih tinggi, karena senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat mengikat logam (Arifin dkk, 2006).

Hasil pengukuran jenis sedimen Waduk Saguling, yaitu stasiun 1A, 1B, dan 6, berjenis pasir lanau. Pasir lanau memiliki ukuran butir sedimen sebesar 0,004-2 mm. Untuk stasiun 5, dan 7, yaitu pasir, dengan butiran sedimen berukuran 0,063-2 mm, sedangkan stasiun lainnya berjenis lanau, yaitu stasiun 2, 3, 4, dan 8 dengan ukuran butiran sedimen sebesar 0,004-0,0063 mm. Kandung logam berat Cd dan Cr di dalam sedimen beserta jenisnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jenis Sedimen dan Kandungan Logam Berat Cr & Cd Waduk Saguling

Ukuran partikel sedimen (*grain size*) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi konsentrasi dan proses adsorpsi logam berat dalam sedimen. Afinitas logam berat umumnya lebih besar pada sedimen yang berukuran lebih halus, sehingga konsentrasi logam berat lebih besar pada permukaan sedimen yang memiliki ukuran partikel lebih kecil (Penny, 1984 dan Graw, 1997 dalam Afriansyah, 2009). Namun, penelitian ini tidak membuktikan fenomena adsorpsi dengan model semacam ini. Mengingat karakteristik sedimen sendiri

cukup dinamis, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini belum tentu sama dengan penelitian yang dilakukan dalam jangka waktu dan tempat yang berbeda.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian kualitas perairan Waduk Saguling dengan parameter fisika dan kimia masih memenuhi standar baku mutu berdasarkan PP no. 82 tahun 2001, kecuali nilai TSS (kadar maksimum: 50 mg/L) di stasiun 1A sebesar 94 mg/L dan nilai DO (kadar minimum: 4 mg/L) di stasiun 1A, 1B, 6, 7, 8, 10A dan 10B yang relatif rendah antara 1,8-3,5 mg/L. Parameter fisika dan kimia tersebut tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap tingkat kelarutan logam berat di dalam perairan Waduk Saguling. Kegiatan-kegiatan di sekitar Waduk Saguling merupakan sumber utama logam berat di dalam perairan waduk. Untuk parameter logam berat Cd, dan Cr di dalam air masih memenuhi standar baku mutu PP no. 82 tahun 2001.

Kadar logam berat Cr (kadar maksimum: 80 mg/kg) di dalam sedimen masih memenuhi standar baku mutu ANZECC tahun 2000. Namun, terjadi akumulasi di dalam sedimen sehingga kadar logam berat Cd (kadar maksimum: 1,5 mg/kg) di dalam sedimen untuk seluruh stasiun tidak memenuhi standar baku mutu. Jenis sedimen Waduk Saguling tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap kandungan logam berat di sedimen, karena mungkin disebabkan faktor-faktor lain, seperti sumber pencemar logam berat di masing-masing stasiun yang berbeda.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriansyah, Ardi. (2009). Konsentrasi Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam Air, Seston, Kerang dan Fraksinasinya dalam Sedimen di Perairan Delta Berau, Kalimantan Timur.
- Ahmad, Fasmi. (2013). Distribusi Dan Prediksi Tingkat Pencemaran Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn, Dan Ni) Dalam Sedimen Di Perairan Pulau Bangka Menggunakan Indeks Beban Pencemaran Dan Indeks Geoakumulasi. Bogor: FPIK-IPB
- Anonimous. (2013). Laporan Pengendalian Pencemaran Air dan Pengelolaan Kualitas Air. Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung, Jawa Barat.
- Arifin, Z., Hindarti, D., Agustini, T., Widianwari, P., Matondang, E., dan Purbonegoro, T. (2006). Nasib Kontaminan Logam dan Implikasinya pada Komunitas Benthik. Penelitian Kompatitif-LIPI. Laporan Akhir 2006. P2OLIPI. Jakarta.
- APHA. (2005). Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 21 th ed. Washington DC: American Public Health
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC). 2000. ANZECC Interim Sedimen tquality Guidelines. Report for the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist. Sydney, Australia: ANZECC ISQG-Low
- Darmono. (1995). Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- Effendi, Hefni. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Dayadan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hutagalung, H.P. (1991). Pencemaran Laut Oleh Logam Berat. Puslitbang Oseanologi. Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. LIPI. Jakarta.
- Mohiuddin K.M., Zakir H.M., Otomo K., Sharmin S., Shikazono N. (2010). Geochemical Distribution Of Trace Metal Pollutants In Water And Sedimen ts Of Downstream Of An Urban River. Japan: Keiko University

- Oktaviana, Heryna. (2008). Pengaruh Kontraksi Penampang. Dipetik 8 Agustus 2015, dari <http://lontar.ui.ac.id/file-Pengaruhkontraksi-Literatur.pdf>
- Palar, H. (1994). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Penerbit Rineka Cipta : Jakarta
- Rachmaningrum, Mutiara. (2015). Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung. Bandung: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional.
- Wangsaatmaja, S. (2004). Perubahan tata guna lahan terhadap rezim aliran air dan sanitasi lingkungan (Land use change impacts on surface water regime and environmental sanitation: Case analyses of the Upper Citarum Watershed). PhD thesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung. (www.ehu.es/europeanclass2003/biological_aspects_of_metal_accumulation)
- Wakida FT, Lara-Ruiz D, Temores-Pena J, Rodriguez-Ventura JG, Diaz C, Garcia-Flores E (2008). Heavy metals in sediments of the Tecate River, Mexico. Environ. Geol., 54: 637-642.