

## **DISTRIBUSI KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb dan Cd PADA KOLOM AIR DAN SEDIMEN DAERAH ALIRAN SUNGAI CITARUM HULU**

Arief Happy R. \*, Masyamsir\*\* dan Yayat Dhahiyat\*\*

\*) Alumni Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unpad

\*\*\*) Staf Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unpad

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi kandungan logam berat timbal dan kadmium pada kolom air dan sedimen di Aliran Sungai Citarum. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2012. Jumlah titik stasiun yang diamati berjumlah 4 stasiun, dengan pengulangan sebanyak 3 kali setiap 1 minggu. Kandungan logam berat dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer (AAS)*. Hasil penelitian pada kolom air konsentrasi logam berat timbal, bernilai 0,01–0,08 mg/L, pengukuran kadar timbal pada sedimen menunjukkan nilai 0,07-0,23 mg/L. Konsentrasi kadmium pada kolom air bernilai 0,003-0,01 mg/L, dan konsentrasi kadmium pada sedimen bernilai 0,02-0,06 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa DAS Citarum telah tercemar oleh logam timbal yang cukup tinggi.

Kata kunci : Atomic Absorption Spectrometer, Kadmium, Logam Berat, Sedimen, Timbal.

### **ABSTRACT**

#### **DISTRIBUTION OF HEAVY METALS CONTENT Pb AND Cd IN WATER COLUMN AND SEDIMENT OF UPPER CITARUM RIVER SEDIMENTS**

The study aims to identify the concentration of the heavy metals, lead and cadmium on the water column and sediments in the Upper Citarum River. This research was conducted in May 2012. Total of the station is 4, every station tripled and observed every week. Heavy metals content is analyzed by using *Atomic Absorption Spectrometer (AAS)*. Research results on water column concentrations of heavy metals lead, valued at 0,01 to 0,08 mg/L, the measurement of the levels of lead in sediments show the value 0,07 to 0,23 mg/l. Concentrations of cadmium in water column is worth of 0.01 to 0.003 mg/L, and the concentration of cadmium in sediments is 0,02 to 0,06 mg/L. These results show that the Upper Citarum River polluted by metals lead high enough.

Keywords : *Atomic Absorption Spectrometer*, Cadmium, Heavy Metals, Lead, The Citarum River, Sediment.

## PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2001). Hulu Sungai Citarum berawal dari lereng Gunung Wayang, di tenggara Kota Bandung di wilayah Desa Cibeureum, Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung. Mata air Sungai Citarum terletak di danau buatan bernama Situ Cisanti. Aliran kemudian mengarah kearah barat, melewati Kabupaten Purwakarta, Karawang dan bermuara di ujung Bekasi.

Sebagai salah satu penyedia air bagi perikanan di Jawa Barat, DAS Citarum harus diperhatikan dari aktivitas pemanfaatan yang tinggi dan aktivitas pembuangan limbah yang terjadi di sepanjang aliran DAS Citarum Hulu, faktor ini sangat mempengaruhi fluktuasi debit, muatan sedimen serta kualitas air dalam sistem alirannya. Aktivitas-aktivitas yang terjadi pada aliran Sungai Citarum merupakan penyebab terjadinya penurunan kualitas lingkungan.

Majunya perindustrian membuat banyak industri memanfaatkan unsur logam berat dalam produknya, seperti industri pembuatan plat logam, industri baterai, industri tekstil, dll. Logam berat yang terlarut di dalam air sangat berbahaya bagi kehidupan organisme didalamnya dan tidak hanya pada badan airnya saja logam berat terakumulasi pada sedimen yang sifatnya bioakumulatif yaitu logam berat berkumpul dan meningkat kadarnya, walaupun kadar logam berat pada perairan rendah akibat terjadinya pertukaran air secara terus menerus terbawa aliran sungai. Tinggi rendahnya konsentrasi logam berat di perairan, disebabkan oleh banyaknya jumlah masukan limbah logam berat ke perairan. Semakin besar limbah masuk ke dalam suatu perairan, semakin besar konsentrasi logam berat di perairan (Sarjono, 2009).

Daerah Aliran Sungai Citarum terutama yang terletak di dekat kawasan Waduk Saguling banyak terdapat kegiatan budidaya perikanan karamba jaring apung (KJA) dan terdapat PLTA Saguling. Mengacu pada Nilai Ambang Batas (NAB), berdasarkan yang ditetapkan Peraturan

Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, dengan batas kandungan logam untuk timbal (Pb) dan cadmium (Cd) tidak boleh melebihi 0,03 mg/L dan 0,01 mg/L pada suatu perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi kandungan logam berat timbal dan kadmium pada kolom air dan sedimen di Aliran Sungai Citarum, serta mengetahui hubungan kandungan logam berat di air dan sedimen. Oleh sebab itu, penting sekali untuk mengetahui kandungan bahan pencemar yang telah mengkontaminasi di Aliran Sungai Citarum.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Sampel air, sampel sedimen, HNO<sub>3</sub>, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Jumlah titik stasiun yang diamati berjumlah 4 stasiun, dengan pengulangan sebanyak 3 kali setiap 1 minggu. Selain itu kualitas air Sungai Citarum juga diamati, yaitu oksigen terlarut, BOD, COD, pH, suhu, dan debit.

Penelitian ini menggunakan metode survey, pada lokasi sampling yang sudah ditentukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan. Pengambilan sampel air menggunakan metode *grab sample* dan pengambilan sampel sedimen menggunakan *Eckman grab*.

Sampel dianalisis di Laboratorium Pengendalian Kualitas Air Lingkungan (LPKL) PDAM Tirtawening, Bandung. Dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS), sebelum dianalisis menggunakan AAS sampel diberikan perlakuan dahulu. Untuk sampel air diberi HNO<sub>3</sub> hingga pHnya 2 dan disaring agar tidak ada endapan, kemudian di analisis menggunakan AAS. Untuk sampel sedimen diberi larutan TCLP sebanyak 200 ml untuk 10 gram sampel, lalu diaduk secara konstan menggunakan alat TCLP Agitator selama 18 jam, setelah itu sampel disaring dari endapan dan kemudian dianalisis menggunakan AAS.

Data hasil analisis logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd)

dibandingkan dengan baku mutu kelas 3 Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan

Pengendalian Pencemaran Air, yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Mutu Kualitas Air Kelas 3

| No. | Logam berat |           |
|-----|-------------|-----------|
| 1   | Timbal      | 0,03 mg/L |
| 2   | Kadmium     | 0,01 mg/L |

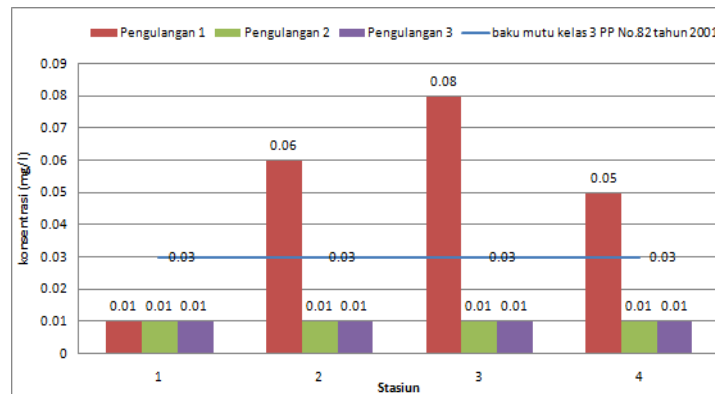
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsentrasi Timbal di Air dan Sedimen

Hasil analisis kandungan logam berat timbal (Pb) Daerah Aliran Sungai Citarum dapat terlihat jelas pada Gambar 1.

Hasil analisis menunjukkan nilai yang bervariasi pada pengamatan 1, kadar timbal pada aliran sungai Citarum relatif tinggi bahkan kadarnya melebihi nilai ambang batas yaitu 0,03 mg/L. Di stasiun 2 konsentrasi logam Pb menunjukkan nilai 0,06 mg/L. Kemudian di stasiun 3 yang merupakan stasiun yang

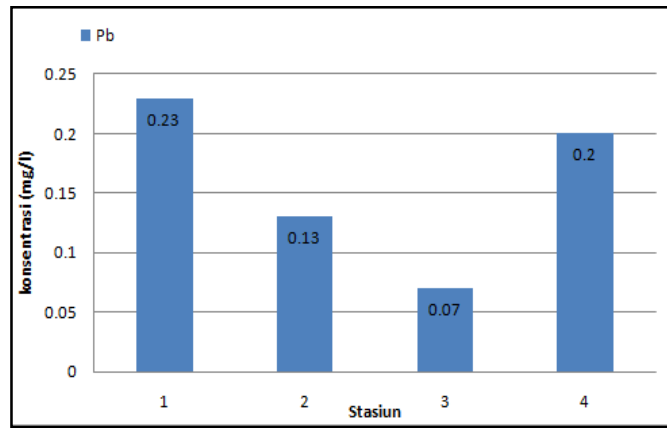
kadar Pbnya tertinggi dengan nilai 0,08 mg/L. Kadar yang tinggi ini diakibatkan banyaknya limbah industri dan limbah aktivitas manusia yang dibuang ke dalam aliran sungai. Memasuki stasiun 4 nilai konsentrasi timbal berangsur turun dengan nilai 0,05 mg/L. Dapat diartikan kandungan logam berat pada stasiun 2 hingga 4 konsentrasinya relatif stabil dengan perbedaan yang tidak terlalu jauh. Sedangkan pada pengamatan 2 dan 3 kadar konsentrasi logam berat relatif sama 0,01 mg/L atau dapat dikatakan hampir tidak terdeteksi <0,01 mg/L.



Gambar 1. Konsentrasi timbal di kolom air selama penelitian

Hasil pengukuran kadar logam berat timbal pada sedimen ditunjukkan pada Gambar 2. Kandungan logam Pb pada sedimen dari hulu hingga menuju Waduk Saguling menunjukkan hasil yang berfluktuasi, terlihat pada stasiun 1 konsentrasi Pb pada sedimennya cukup tinggi 0,23 mg/L, hal ini diindikasikan bersumber dari kikisan batu vulkanis dari

gunung Wayang sebagai sumber Pb alami. Pada stasiun 2 kadar konsentrasi menurun hingga 0,13 mg/L dan terus turun hingga stasiun 3 dengan nilai kadar konsentrasi 0,07 mg/L. Hal ini diartikan di stasiun 3 pengendapan logam timbal tidak terlalu besar di sedimennya. Namun konsentrasi naik kembali hingga 0,2 mg/L di stasiun 4.

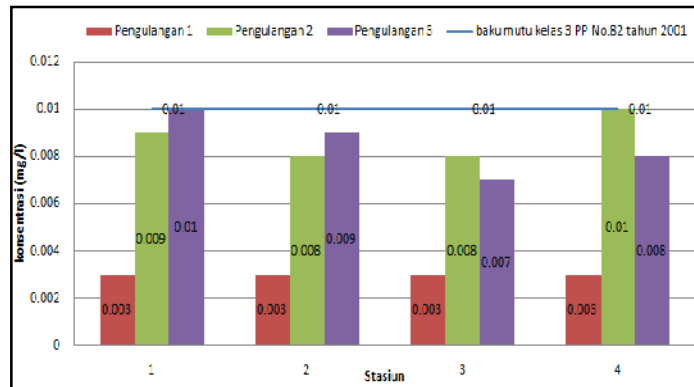


Gambar 2. Konsentrasi timbal di sedimen selama penelitian

### Konsentrasi Kadmium di Air dan Sedimen

Hasil analisis kadmium di Daerah Aliran Sungai Citarum menunjukkan angka

yang hampir sama di setiap stasiun, dapat dilihat pada Gambar 3.

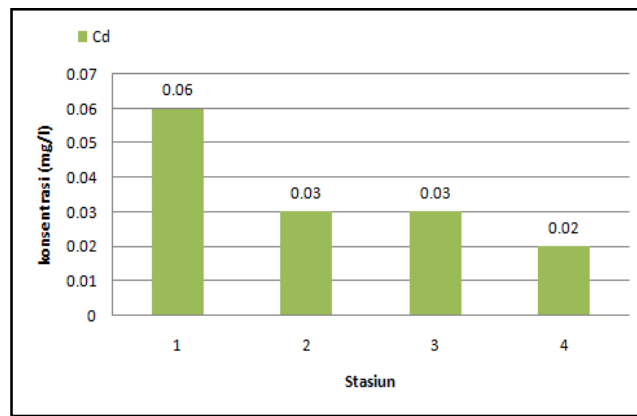


Gambar 3. Konsentrasi kadmium di kolom air selama penelitian

Pada pengamatan pertama nilai kandungan kadmium menunjukkan angka yang sama 0,003 mg/L, kadar kandungan kadmium meningkat pada pengulangan kedua yang berkisar antara 0,009-0,01 mg/L. Nilai tertinggi terdapat pada stasiun 4 Cipatik dengan nilai konsentrasinya 0,01 mg/L dan nilai konsentrasi 0,08 mg/L. Pada pengulangan ketiga nilai konsentrasi kadmium lebih besar dari pada nilai konsentrasi pengulangan kedua, hal ini terjadi karena pada pengulangan kedua debit air sungai Citarum tinggi (93,99-163,17 m<sup>3</sup>/s), menandakan pengenceran terjadi lebih banyak pada pengulangan kedua. Akan tetapi pada stasiun 3 dan 4 (pengulangan 3) nilai konsentrasi kadmium relatif lebih

rendah dari pengulangan kedua 0,07 mg/L dan 0,08 mg/L.

Hasil konsentrasi logam kadmium pada sedimen yang tertera pada Gambar 4, menunjukkan nilai yang berangsur turun, pada stasiun 1 konsentrasi menunjukkan angka 0,06 mg/L mulai masuk ke stasiun 2 konsentrasi logam kadmium 0,03 mg/L, dan pada stasiun ke tiga konsentrasi tetap dengan kadar 0,03 mg/L. Sedangkan di stasiun 4 nilai konsentrasi kadmium 0,02 mg/L, berbeda dengan konsentrasi pada kolom air dimana konsentrasi tertinggi berada pada stasiun 4. Hal ini menunjukkan bahwa pada stasiun 4 tidak banyak penyerapan kandungan kandungan logam berat kedalam sedimen.



Gambar 4. Konsentrasi kadmium di sedimen selama penelitian

### Kualitas Air Lainnya

Pengamatan meliputi aspek fisik dan kimiawi meliputi parameter suhu, derajat keasaman (pH), DO, BOD, COD, dan debit air, yang dapat menjadi

gambaran kondisi lingkungan Sungai Citarum. Hasil analisis di laboratorium dan pengamatan secara langsung pada masing-masing stasiun dengan 3 kali pengamatan tertera pada Tabel 2.

| Stasiun   | Parameter   |          |             |              |                |
|-----------|-------------|----------|-------------|--------------|----------------|
|           | Suhu (°C)   | pH       | DO (mg/L)   | BOD (mg/L)   | COD (mg/L)     |
| 1         | 19,2 - 19,8 | 7 - 7,07 | 4,01 - 4,6  | 1,6 - 3,92   | <5             |
| 2         | 25,9 - 27   | 7,5 - 8  | 0,98 - 4,5  | 3,45 - 20,25 | 65,92 - 234,26 |
| 3         | 24,3 - 27,5 | 6 - 8,25 | 0,38 - 2,4  | 11,2 - 12    | 205,2 - 340,3  |
| 4         | 24,6 - 26,5 | 7,3 - 8  | 1,47 - 3,31 | 3,15 - 13,1  | 69,5 - 425,2   |
| Baku mutu | Deviasi 3   | 6 - 9    | Minimum 3   | <6           | <50            |

Tabel 2. Nilai Kualitas Air Fisika Dan Kimia Daerah Aliran Sungai Citarum per stasiun

### Suhu

Hutagalung (1984) mengatakan bahwa kenaikan suhu tidak hanya akan meningkatkan metabolisme biota perairan, namun juga dapat meningkatkan toksisitas logam berat perairan.

Berdasarkan pengukuran suhu air selama pengamatan menunjukkan bahwa suhu di Daerah Aliran Sungai Citarum berkisar antara 19,2 – 27,5 °C. Suhu terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu terletak Situ Cisanti rendahnya suhu ini berhubungan dengan waktu pengamatan yaitu pada pagi sekitar jam 07.00-08.00, sedangkan suhu tertinggi pada stasiun 2 ini terjadi karena pengamatan dilakukan antara jam 12.00-15.00 yang merupakan intensitas panas tertinggi dari matahari, yang menyebabkan suhu permukaan air meningkat.

### Derajat Keasaman (pH)

Fungsi pH sendiri menjadi faktor pembatas karena masing-masing

organisme memiliki toleransi kadar maksimal dan minimum nilai pH. Dengan mengetahui nilai pH perairan kita dapat mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan perairan (Sarjono, 2009).

Nilai derajat keasaman (pH) pada Daerah Aliran Sungai Citarum selama 3 kali pengamatan menunjukan nilai pH yang bervariasi antara 6 - 8 . Nilai pH di Daerah Aliran Sungai Citarum masih tergolong baik dilihat dari nilai bakumutu PP No.82 Tahun 2001 menyatakan baku mutu kelas 3 yang diperuntukan untuk biota perairan berkisar pada pH 6-9.

### Dissolved Oksigen (DO)

Berdasarkan hasil pengukuran selama pengamatan menunjukan nilai yang berbeda pada setiap stasiunnya. Nilai DO tertinggi terletak pada stasiun 1 yaitu di mata air Situ Cisanti kadarnya berkisar 4,01 - 4,6 mg/L ini terjadi karena di mata air tersebut belum ada bahan pencemar

atau limbah yang mempengaruhi kadar DO di stasiun 1. Kemudian nilai DO terendah berada di stasiun 3 (Dayeuh Kolot) dengan nilai 0,38 – 2,4 mg/L. Menurut Jaya (2005), nilai DO yang rendah ini disebabkan banyaknya limbah yang masuk kedalam perairan sungai. 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. Selain itu juga pengenceran yang terjadi di daerah Dayeuh Kolot tidak terlalu besar terlihat dari lebar sungainya yang mulai menyempit dan mendangkal akibat banyaknya sampah yang menumpuk dan tidak dikeruk. Dapat disimpulkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 kadar DO kelas 3 yang yaitu minimum memiliki 3 mg/L dalam perairan, Daerah Aliran Sungai Citarum sudah tercemar pada stasiun 3. Akan tetapi walaupun pada stasiun 3 memiliki kadar DO yang rendah, pada stasiun 4 kadar DO meningkat kembali dengan kisaran nilai 1,47 – 3,31 mg/L. Hal ini diakibatkan banyaknya masukan dari anak-anak sungai dan pada stasiun 4 memiliki luas sungai terbesar sebelum masuk ke Waduk Saguling.

#### Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical oxygen demand atau kebutuhan oksigen biokimiawi erat hubungannya dengan kadar DO perairan. Karena BOD merupakan banyaknya jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh proses mikroba aerob yang terdapat dalam perairan tersebut, Menurut Boyd (1998) nilai BOD mengindikasikan keberadaan bahan organik di perairan

yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air, namun hanya menggambarkan bahan organik yang dapat dikomposisi secara biokimiawi oleh mikroba.

Dalam 3 kali pengamatan pada 4 titik stasiun didapat hasil nilai BOD yang berkisar dari 1,6 – 20,5 mg/L. Nilai BOD rata-rata tertinggi terletak di daerah Dayeuh Kolot atau stasiun 3 dengan hasil analisis laboratorium BOD berkisar 11,51 mg/L ini yang menyebabkan kadar DO pada stasiun 3 juga tercatat menjadi nilai DO terendah dibanding stasiun lainnya, karena banyaknya kotoran dan sampah yang dapat kita lihat pada Gambar 8, yang menunjukkan buruknya lingkungan dan banyaknya sampah organik dan non organik di aliran sungai.

#### Chemical Oxygen Demand (COD)

Hasil pengujian sampel air kadar COD di sepanjang Daerah Aliran Sungai Citarum berkisar 5 – 425,2 mg/L. Dapat digambarkan kandungan bahan kimiawi pada aliran sungai Citarum cukup tinggi di setiap stasiun pengamatan. Setelah analisis dilakukan, di stasiun 4 merupakan daerah yang kadar COD tertinggi yaitu 69,5 – 425,2 mg/L. Hal ini disebabkan lokasi stasiun Cipatik merupakan akumulasi limbah yang masuk ke Sungai Citarum sebelum masuk ke Waduk Saguling.

#### Debit Air

Menurut Sosrodarsono (1985) menyatakan bahwa debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu tempat atau yang dapat di tampung dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Pada Tabel 3 dibawah ini disajikan data debit air pada bulan Mei 2012.

| Tanggal Pengambilan sampel                         | Stasiun |                        |                         |                          |
|--|---------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
|  | 1       | 2                      | 3                       | 4                        |
| <b>Pengulangan 1</b><br>10 mei 2012                | -       | 5,38 m <sup>3</sup> /s | 37,7 m <sup>3</sup> /s  | 55,05 m <sup>3</sup> /s  |
| <b>Pengulangan 2</b><br>16 mei 2012<br>17 mei 2012 | -       | 6,38 m <sup>3</sup> /s | 93,99 m <sup>3</sup> /s | 163,17 m <sup>3</sup> /s |
| <b>Pengulangan 3</b><br>23 mei 2012                | -       | 4,97 m <sup>3</sup> /s | 31,76 m <sup>3</sup> /s | 39,00 m <sup>3</sup> /s  |

Tabel 3. Data Debit Air Bulan Mei Tahun 2012

Data debit didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai Citarum (BBWS) Bandung. Debit dihitung total rata-rata 1 hari dari 3 titik stasiun BBSW yang berada di Majalaya, Dayeuh Kolot, Nanjung. Debit air sangat berpengaruh langsung untuk distribusi air itu sendiri.

Hasil pengukuran debit air Sungai Citarum di stasiun 2 pada setiap pengulangan menunjukkan nilai yang tidak jauh yaitu 4,97-6,38 m<sup>3</sup>/s. kemudian di stasiun 3 dan 4 pada tanggal 10 Mei 2012 nilai debit lebih kecil dari tanggal 17 Mei 2012 dan 23 Mei 2012. Pada tanggal 17 Mei 2012 debit air meningkat di stasiun 3 dan 4 ini terjadi karena pada tanggal 16 Mei 2012 diketahui pada sore hari sekitar 17.00 cuaca berubah hujan yang berdampak debit air meningkat dan hujannya relatif besar karena di lihat dari nilai debit air pada stasiun 4 khususnya mencapai 163,17 m<sup>3</sup>/s, dibandingkan pada stasiun yang sama hanya beda rentang waktu 1 minggu dimana cuaca relatif cerah. Pada stasiun 1 tidak ada data pengukuran debit air karena BBWS tidak memiliki pos pengukuran debit air di mata air Situ Cisanti.

#### **Hubungan Logam Berat Dengan Parameter Kualitas Air Lainnya**

Pengamatan nilai pH pada Daerah Aliran Sungai Citarum sangat penting, karena kelarutan logam berat berkaitan dengan nilai pH. Kelarutan logam berat di kolom air akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Nilai pH Daerah Aliran Sungai Citarum menunjukkan angka yang stabil dengan kisaran pH 7,03-7,83. Ini menjadi alasan masih banyak ikan atau organisme perairan yang hidup di Daerah Aliran Sungai Citarum, walaupun konsentrasi logam beratnya melebihi nilai ambang batas.

Faktor suhu juga mempengaruhi konsentrasi logam berat di kolom air dan sedimen, kenaikan suhu air yang lebih dingin akan memudahkan logam berat mengendap ke sedimen. Sementara suhu yang tinggi, senyawa logam berat akan larut di air. Suhu di Daerah Aliran Sungai Citarum berkisar 19,2-26,5 °C. Pada setiap stasiun nilai suhu masih dalam deviasi 3, yang menyebabkan logam berat

pada kolom air tidak toksik, walaupun konsentrasinya melebihi ambang batas.

Faktor debit merupakan yang paling berpengaruh, karena debit merupakan faktor pengencer di Daerah Aliran Sungai Citarum. Semakin tinggi debit yang melewati aliran sungai pengencerannya tinggi pula, walaupun pada setiap stasiun memiliki nilai debit yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada pengulangan kedua bahwa pada nilai debit yang tinggi (hujan) berdampak pada konsentrasi logam berat dalam kolom air, kadar logam berat konsentrasinya menurun.

#### **KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat timbal dan kadmium pada Daerah Aliran Sungai Citarum memiliki nilai kisaran 0,01-0,08 mg/L untuk timbal, dan telah melebihi nilai ambang batas PP No.82 Tahun 2001 kelas 3 yaitu konsentrasi logam timbal tidak boleh melebihi 0,03 mg/L. Konsentrasi kadmium berkisar 0,003-0,01 mg/L dan masih dalam kisaran nilai ambang batas baku mutu yang ditentukan, yaitu tidak melebihi 0,01 mg/L.

Konsentrasi logam Pb pada sedimen di Daerah Aliran Sungai Citarum adalah 0,07-0,23 mg/L. sedangkan konsentrasi kadmium adalah 0,02-0,06 mg/L. Konsentrasi logam berat pada sedimen berkaitan dengan konsentrasi yang ada di kolom air, menandakan tingginya konsentrasi logam berat pada sedimen dapat berdampak tinggi pula konsentrasi logam berat pada kolom air.

Dari hasil pengamatan logam berat maupun kualitas air, air yang mengalir di DAS Citarum telah tercemar dan kurang baik digunakan sebagai sumber air bagi kegiatan KJA di Waduk Saguling. Karena air yang berasal dari sungai Citarum sudah banyak mengandung logam berat yang berbahaya secara langsung kepada organisme air dan akan berpengaruh terhadap manusia pula.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Asdak, C. 2001. *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Boyd, C.E. 1998. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds*. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA.
- Hutagalung, P. H. 1984. *Logam Berat Dalam Lingkungan Laut*. *Pewarta Oceana* IX No. 1.
- Sarjono, A. 2009. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb dan Hg Pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan ITB Bogor.
- Sosrodarsono, Suyono, Cs. 1985. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.