

**PENILAIAN KUALITAS SEDIMEN DENGAN KONSEP
SCREENING LEVEL CONCENTRATION (SLC):
STUDI KASUS PERAIRAN TERGENANG DI JAWA BARAT**

Tri Suryono, Yoyok Sudarso, Gunawan P. Yoga, dan Ivana Yuniarti

Pusat Penelitian Limnologi – LIPI

E-mail: tris@limnologi.lipi.go.id

Diterima redaksi : 21 Oktober 2013 , disetujui redaksi : 12 Maret 2014

ABSTRAK

Monitoring kualitas sedimen saat ini sangat penting dilakukan guna melengkapi hasil monitoring kualitas air sehingga diperoleh informasi yang sebenarnya kondisi suatu perairan, karena sedimen dalam perairan merupakan tempat terakumulasinya bahan-bahan pencemar. Konsep Screening Level Concentration (SLC) merupakan salah satu konsep untuk menilai kualitas sedimen yang didasarkan dari besarnya data efek kejadian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas sedimen dari beberapa perairan tergenang di Jawa Barat baik situ, telaga maupun waduk. Hasil penelitian sedimen dari beberapa situ secara umum mengandung merkuri (Hg) total dan dari uji toksisitas dengan menggunakan moina sp dan anakan ikan menunjukkan efek toksik.

Kata Kunci: sedimen, logam berat, toksisitas, konsep *Screening Level Concentration* (SLC), situ, waduk, Jawa Barat.

ABSTRACT

SEDIMENT QUALITY ASSESSMENT WITH CONCEPT SCREENING LEVEL CONCENTRATION (SLC): A CASE STUDY IN WEST JAVA LENTIC ECOSYSTEM. *Sediment quality monitoring is very important at this time in order to complete the results of water quality monitoring in order to obtain information that the actual condition of the waters, because sediment in the water is where the accumulation of pollutant. Concept Screening Level Concentration (SLC) is a concept for assessing the quality of the sediment that is based on the amount of data the effects of the incident. This study aims to determine the sediment quality of some waters flooded in West Java situ, ponds and reservoirs. The results of some situ sediments generally contain mercury (Hg) total and from toxicity tests using Moina sp and baby fish showed toxic effects.*

Keywords: sediment, heavy metals, yoxicity, concept *Screening Level Concentration* (SLC), situ (small lakes), reservoir, West Java.

PENDAHULUAN

Bahan pencemar yang masuk ke dalam ekosistem akuatik cenderung terakumulasi dan berikatan di sedimen (Wade *et al.*, 2007; Baldwin & Howitt 2007). Oleh karena itu, sedimen banyak mengandung berbagai senyawa pencemar bersifat toksik yang dapat menyebabkan gejala toksisitas bagi biota akuatik maupun membahayakan kesehatan manusia (Power & Chapman 1992; Maher *et al.* 1999; Rippey *et al.*, 2007)

Logam berat merupakan salah satu bahan kontaminasi toksik yang sering dikaji dalam penelitian toksisitas sedimen (Luoma & Carter 1991; Chapman *et al.*, 1997). Dampak negatif toksisitas logam bagi biota akuatik yaitu mulai dari terganggunya proses fisiologi, kecacatan morfologi, hingga perubahan pada struktur komunitas yang pada akhirnya berakibat pada penurunan integritas biologi yaitu kemampuan dalam mendukung keseimbangan komunitas organisme yang adaptif di perairan (Bisthoven *et al.*, 1998). Contoh paling nyata adalah kasus penyakit *chisso-minamata* dan *itai-itai* di Negara Jepang yang disebabkan oleh kontaminasi logam berat merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) (Förtstner & Whittmann 1983). Oleh sebab itu, keberadaan logam pada ekosistem akuatik khususnya pada sedimen, sudah selayaknya mendapat perhatian khusus dan dievaluasi agar dampak negatif yang akan ditimbulkan dapat dihindari atau diminimalkan.

Konsep *Screening Level Concentration* (SLC) merupakan salah satu konsep untuk menilai kualitas sedimen yang didasarkan dari besarnya data bobot kejadian. Konsep SLC sebagian besar bersumber dari kajian hubungan kisaran konsentrasi kimia yang terakumulasi di sedimen dengan seringnya efek negatif yang ditimbulkan (Long & Mc Donald 1992).

Pendekatan konsep SLC telah diadopsi oleh beberapa Negara antara lain Canada, Australia, Belanda, Belgia, dan Hongkong guna menghasilkan *guideline* kualitas sedimennya (Burton, 2002).

Secara garis besar konsep SLC terdiri atas dua konsensus yang dihasilkan yaitu: 1) Konsentrasi ambang batas (TEC; *Threshold Effect Level Concentration*) merupakan konsentrasi dibawah efek merugikan yang jarang menimbulkan efek kematian biota akuatik; 2) Konsentrasi kemungkinan efek merugikan sering terjadi (PEC; *Probable Effect Level Concentration*) yang menempatkan nilai konsentrasi tingkat rendah dalam memberikan perlindungan bagi biota akuatik. Umumnya efek merugikan/toksisitas terjadi kurang dari 10% jika nilainya dibawah dari TEC, dan lebih dari 50-75% gejala toksisitas terjadi ketika nilainya melebihi PEC (Long *et al.*, 1998).

Penelitian ini mengambil kasus perairan darat di Jawa Barat. Sebagaimana diketahui bahwa Jawa Barat memiliki kurang lebih 596 situ dan 3 waduk (Kompas, 2008) dimana keberadaannya sangat penting bagi aspek ekologi, ekonomi dan sosial masyarakat yang ada di sekitarnya. Seiring dengan meningkatnya aktivitas antropogenik yang ada di sekitar situ dan waduk diduga berpengaruh terhadap meningkatnya kontaminasi bahan polutan toksik di perairan. Bahan polutan toksik yang ada di perairan akan terpapar ke biota akuatik akibat perubahan sifat kimia dan fisika perairan, sehingga baik langsung maupun tidak dapat mengancam kesehatan manusia maupun hewan predator lain dan secara umum dapat menurunkan integritas ekologi perairan.

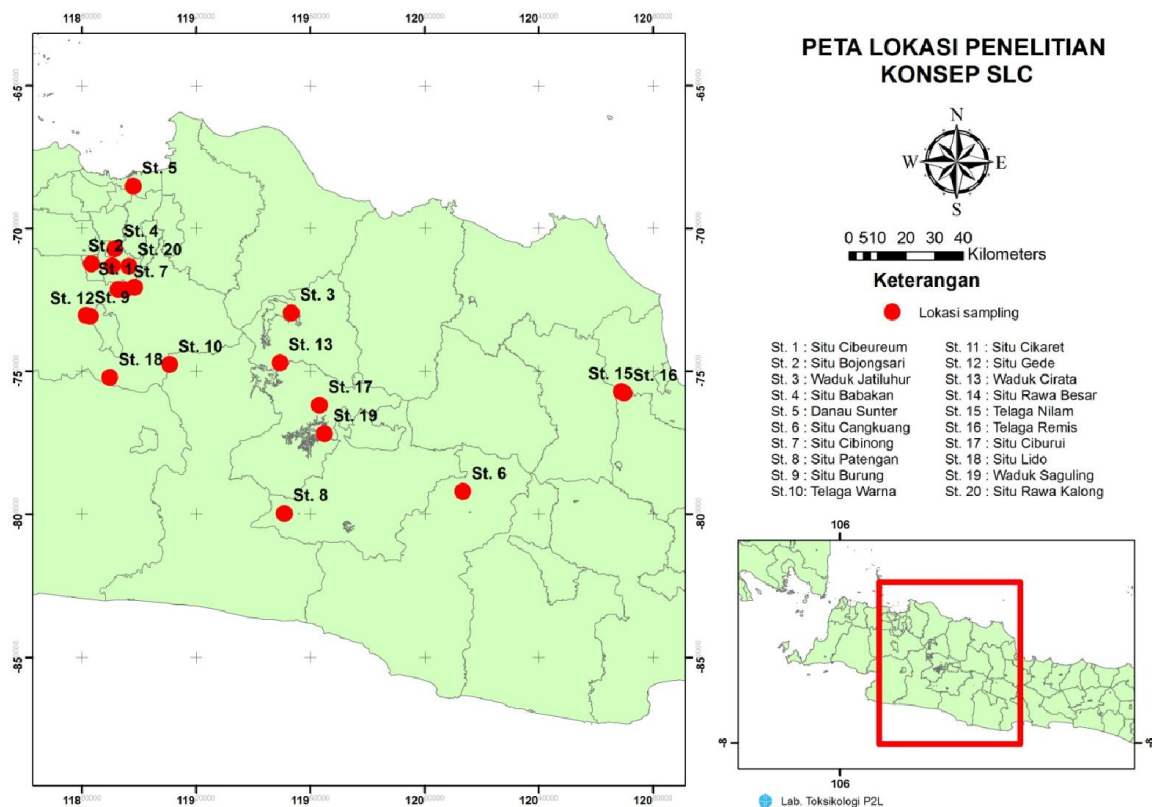
Tujuan penelitian ini adalah menerapkan konsep SLC dalam rangka mengetahui kondisi sedimen beberapa situ atau waduk yang ada di Jawa Barat guna membantu pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian adalah situ, waduk dan telaga yang berada di wilayah Propinsi Jawa Barat hasil survei tahun 2009 sampai dengan 2011 sebanyak 20 lokasi (St; Stasiun) Gambar 1. Pada setiap lokasi pengambilan sampel diambil air sebanyak 1 liter dengan menggunakan botol kaca untuk dianalisis konsentrasi logam yaitu arsen (As), kadmium Cd), timah hitam (Pb), dan merkuri (Hg). Pemilihan jenis logam yang disebutkan diatas didasarkan dari US-EPA karena logam tersebut berpotensi toksik bagi sebagian besar biota akuatik maupun alasan kesehatan bagi manusia (USEPA 1986). Sedangkan pengambilan cuplikan sedimen dilakukan dengan menggunakan alat *Ekman grab sampler*. Sedimen yang dianalisis konsentrasi logamnya berasal dari lapisan

atas/permukaan (± 5 cm). Banyaknya sedimen yang digunakan untuk analisis kimia adalah ± 2 liter yang dimasukkan dalam kantong plastik, selanjutnya dimasukkan dalam bok pendingin (*Cooling box*) yang didalamnya diberi es batu sebagai pengawetnya. Parameter pendukung yang turut diukur di sedimen meliputi: sulfida, nitrit, amoniak dan pH.

Analisis logam total pada sedimen untuk arsen (As), kadmium Cd), timah hitam (Pb) dilakukan dengan metode dekstruksi HCL-HNO₃, sedangkan logam merkuri (Hg) dengan dekstruksi menggunakan campuran larutan asam H₂SO₄-HNO₃ yang dioksidasi dengan larutan KMnO₄ 45% dan kalium persulfat 5% (Smoley, 1992). Selain analisis logam total dianalisis juga logam ekstraksi (*sequential*) dengan mengadopsi metode dari Kong dan Liu (1995).



Gambar 1. Lokasi sampling kegiatan konsep SLC.

Selain analisis logam guna mengetahui efek sedimen terhadap biota, dilakukan juga uji toksisitas sedimen dengan menggunakan organisme vertebrata yang diwakili oleh anakan ikan pelangi (*Melanotaenia boesemani*) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*) berumur \pm 2 bulan dan avertebrata yaitu: *Moina* dan *Daphnia magna*.

Anakan ikan sebanyak 10 ekor ditempatkan pada akuarium kaca dengan ukuran 25 cm x 15 cm x 30 cm sebanyak dua perlakuan yaitu satu akuarium kontrol dan satu akuarium perlakuan (ditambahkan lumpur), masing masing diulang sebanyak tiga kali, diamati kualitas airnya setelah 24 jam, 48 jam dan 72 jam dan dicatat setiap kematian anakan ikan yang terjadi. Apabila terdapat kematian anakan ikan di akuarium kontrol maka dilakukan proses pengulangan dari awal. Sedangkan untuk uji toksisitas digunakan hewan avertebrata dengan perlakuan sama. Sebanyak 10 ekor *Moina* dan *Daphnia magna* ditempatkan pada cawan-cawan plastik yang diisi dengan air sebagai kendali dan lumpur sebagai perlakuan, yang masing masing dibuat tiga buah sebagai ulangan, selanjutnya diamati kematian hewan ujinya pada periode waktu 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Data kematian anakan ikan dan hewan *avertebrata* yang diperoleh digunakan dalam perhitungan toksisitas, yang mana jika terjadi kematian lebih dari 50 % maka lumpur tersebut sudah bersifat toksik.

Konsentrasi logam pada sedimen beserta karakteristik toksisitas yang diperoleh kemudian dipisahkan datanya menjadi konsentrasi logam yang tidak menunjukkan efek toksisitas pada hewan uji dan konsentrasi logam yang sering menunjukkan toksisitas, selanjutnya data-data tersebut diurutkan dari yang nilainya kecil hingga yang besar untuk menetapkan

nilai TEC dan PEC untuk masing-masing logam dengan mengadopsi metode Long *et. Al.*, (1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap berbagai parameter yang diukur disajikan dalam Tabel 1. Hasil pengukuran secara *in-situ* terhadap konsentrasi oksigen terlarut setiap lokasi pengambilan sampel rata-rata 7,147 mg/L dengan kisaran konsentrasi minimum diperoleh dari pengukuran lokasi Waduk Saguling (St. 19) yaitu 2,43 mg/L dan konsentrasi maksimum diperoleh dari hasil pengukuran Telaga Remis (St. 16) yaitu 14,6 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut hasil pengukuran < 4 mg/L diperoleh dilokasi Situ Cibinong (St. 7), Bojongsari (St. 2) dan Waduk Saguling (St. 19). Sedangkan kondisi pH hasil pengukuran air dari setiap lokasi situ terpilih masih dalam kisaran normal yaitu berkisar antara 5,42 – 8,29 dengan rata-rata pH air 7,109. Secara umum kondisi pH antara 7 – 8,5 merupakan kondisi ideal yang disukai oleh biota perairan (Effendi, 2003).

Konsentrasi oksigen hasil pengukuran pada Situ Cibinong (St. 7), Bojongsari (St. 2) dan Waduk Saguling (St. 19) yang rendah (< 4 mg/L) mengindikasikan bahwa lokasi ini telah mengalami penurunan kualitas dengan masuknya bahan pencemar khususnya bahan pencemar organik yang berasal dari aktivitas antropogenik seperti pasar tradisional (Situ Cibinong; St. 7) dan domestik (Situ Bojongsari; St. 2) serta industri (Waduk Saguling; St. 19). Kondisi perairan dengan konsentrasi oksigen terlarut yang rendah kurang dapat mendukung kehidupan biota akuatik, sedangkan konsentrasi oksigen terlarut diperairan kurang dari 2 mg/L dipastikan dapat mengakibatkan kematian pada ikan (UNESCO/WHO-UNEP, 1992).

Tabel 1. Hasil analisis konsentrasi logam beberapa situ dan waduk di Jawa Barat

| Kode | Lokasi | pH [-] | DO [mg/l] | Pb (sq) [mg/kg] | Cd (sq) [mg/kg] | As (sq) [mg/kg] | Hg (sq) [µg/kg] | Pb (t) [mg/kg] | Cd (t) [mg/kg] | As (t) [mg/kg] | Hg (t) [µg/kg] |
|--------|-------------------|--------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| St. 1 | Situ Cibeureum | 7.999 | 9.588 | 19.938 | 0.551 | 2.615 | 0.001 | 58.600 | 0.566 | 11.174 | 0.998 |
| St. 2 | Situ Bojongsari | 6.9 | 5.01 | 17.289 | 0.010 | 0.502 | 0.016 | 27.444 | 0.094 | 9.999 | 0.196 |
| St. 3 | Waduk Jatiluhur | 8.293 | 7.879 | 12.857 | 0.034 | 0.910 | 0.016 | 17.765 | 0.038 | 11.162 | 0.131 |
| St. 4 | Situ Babakan | 7.439 | 7.833 | 21.463 | 0.108 | 1.048 | 0.001 | 23.044 | 0.162 | 7.756 | 0.506 |
| St. 5 | Danau Sunter | 8.023 | 6.08 | 28.514 | 0.138 | 3.660 | 0.001 | 37.347 | 0.140 | 11.378 | 0.39 |
| St. 6 | Situ Canguang | 8.143 | 8.392 | 6.184 | 0.010 | 5.242 | 0.002 | 11.726 | 0.025 | 12.223 | 0.689 |
| St. 7 | Situ Cibinong | 6.587 | 4.136 | 48.895 | 0.231 | 2.252 | 0.012 | 49.564 | 0.267 | 9.214 | 0.103 |
| St. 8 | Situ Patengan | 7.993 | 6.637 | 8.669 | 0.079 | 6.445 | 0.027 | 14.688 | 0.089 | 13.753 | 0.393 |
| St. 9 | Situ Burung | 6.613 | 4.329 | 16.530 | 0.063 | 1.913 | 0.008 | 17.490 | 0.115 | 9.870 | 0.31 |
| St. 10 | Telaga Warna | 6.568 | 7.796 | 37.230 | 0.204 | 20.682 | 0.019 | 42.324 | 0.265 | 50.028 | 0.291 |
| St. 11 | Situ Cikaret | 5.865 | 8.005 | 24.397 | 0.138 | 19.639 | 0.062 | 26.377 | 0.174 | 65.911 | 0.166 |
| St. 12 | Situ Gede | 6.47 | 6.491 | 27.378 | 0.170 | 20.404 | 0.096 | 30.763 | 0.214 | 45.861 | 0.336 |
| St. 13 | Waduk Cirata | 6.397 | 5.349 | 7.989 | 0.074 | 17.987 | 0.013 | 9.444 | 0.098 | 50.058 | 0.112 |
| St. 14 | Situ Rawa Besar | 5.423 | 5.102 | 59.124 | 0.476 | 23.149 | 0.036 | 64.729 | 0.665 | 55.019 | 0.416 |
| St. 15 | Telaga Nilam | 6.615 | 7.622 | 8.473 | 0.667 | 2.605 | 0.011 | 11.867 | 0.981 | 3.84 | 0.045 |
| St. 16 | Telaga Remis | 6.597 | 11.173 | 14.113 | 0.708 | 0.573 | 0.014 | 18.083 | 1.254 | 1.537 | 0.036 |
| St. 17 | Situ Ciburui | 8.081 | 10.564 | 17.083 | 0.21 | 0.01 | 0.013 | 18.626 | 0.274 | 3.357 | 0.051 |
| St. 18 | Situ Lido | 7.204 | 6.437 | 12.767 | 0.158 | 2.333 | 0.021 | 14.117 | 0.185 | 4.543 | 0.043 |
| St. 19 | Batuajar Saguling | 7.089 | 7.643 | 14.35 | 0.193 | 1.307 | 0.015 | 16.632 | 0.255 | 3.889 | 0.094 |
| St. 20 | Rawa Kalong | 7.871 | 6.875 | 76.2 | 4.915 | 1.04 | 0.021 | 83.048 | 6.082 | 2.317 | 0.185 |

Konsentrasi logam timah hitam (Pb) baik hasil analisa ekstraksi bertingkat maupun total (Tabel 1) masing-masing berkisar 6,18 – 76,2 mg/kg dengan rerata 23,97 mg/kg (ekstraksi bertingkat), sedangkan total logam timah hitam (Pb) berkisar antara 9,44 – 83,05 mg/kg dengan rerata 29,68,73 mg/kg. Konsentrasi Pb terendah diperoleh dari Waduk Cirata (St. 13), hal ini diduga saat pengambilan sampel sedimen kondisi perairan waduk tinggi permukaan air dalam posisi puncak akibat curah hujan yang tinggi pada tahun 2010 sehingga debit yang masuk lebih banyak. Sedangkan konsentrasi Pb tertinggi diperoleh dari lokasi Rawa Kalong (St. 20), hal ini disebabkan lokasi Rawa Kalong (St. 20) berada di lokasi yang padat penduduk dan berada di belakang beberapa industri yang salah satunya industri plastik. Perairan tawar alami dan perairan yang diperuntukkan untuk bahan baku air minum konsentrasi logam Pb kurang dari 0,05 mg/L, untuk peternakan < 0,1 mg/L, pertanian < 10 mg/L. (Davis & Cornwell, 1991; Moore, 1991). Daya toksik Pb terhadap organisme akuatik semakin berkurang seiring dengan meningkatnya

kesadahan perairan dan oksigen terlarut dalam air.

Konsentrasi logam kadmium (Cd) di sedimen dari lokasi penelitian terpilih berkisar antara 0,01 – 4,92 mg/kg dengan rata-rata 0,46 mg/kg (ekstraksi bertingkat), sedangkan konsentrasi totalnya diperoleh kisaran antara 0,03 – 6,08 mg/kg dengan rerata sebesar 0,59 mg/kg. Hasil penelitian menunjukkan Rawa Kalong (St. 20) konsentrasi Cd baik hasil ekstraksi bertingkat maupun total paling tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya, sedangkan untuk konsentrasi terendah Situ Canguang (St. 6) yaitu 0,01 mg/kg (ekstraksi bertingkat) dan 0,03 mg/kg (total) kondisi ini kemungkinan disebabkan karena aktivitas antropogenik yang ada di sekitar Situ Canguang hanya dari aktivitas domestik. Konsentrasi logam Cd perairan tawar alami berkisar 0,0001 – 0,01 mg/L, sedangkan perairan laut sekitar 0,0001 mg/L (McNeely *et al.*, 1979). Konsentrasi Cd dalam air yang diperuntukkan untuk bahan baku air minum 0,005 mg/L, untuk pertanian dan peternakan kadar Cd ≤ 0,05 mg/L, sedangkan kadar Cd pada air yang terdapat hewan akuatik sekitar 0,0002 mg/L (Moore,

1991). Daya toksik Cd dipengaruhi oleh pH dan kesadahan perairan maupun keberadaan logam lain terutama logam seng (Zn) dan timah hitam (Pb). Daya toksik Cd pada biota dan manusia karena adanya sifat akumulatif Cd.

Konsentrasi arsen (As) baik fraksi maupun total relatif kecil untuk beberapa lokasi pengambilan sampel. Konsentrasi rata-rata ekstraksi bertingkat logam As adalah 6,72 µg/kg dan total logam As rata-rata konsentrasinya 19,14 µg/kg. Konsentrasi logam As paling kecil baik ekstraksi bertingkat maupun total dibandingkan dengan lokasi lainnya diperoleh dari analisa sedimen Telaga Remis (St. 16) yaitu sebesar 0,57 µg/kg (ekstraksi bertingkat) dan 1,54 µg/kg (total), sedangkan rata-rata yang tinggi diperoleh dari hasil analisis sedimen dari Situ Rawa Besar (St. 14) dengan konsentrasi ekstraksi bertingkat sebesar 23,15 µg/kg dan total logam As sebesar 55,02 µg/kg. Logam As merupakan unsur yang bersifat akut dan kronis terhadap manusia karena dapat mengalami bioakumulasi dan menyebabkan keracunan. Sumber pencemar As berasal dari pestisida, limbah industri metalurgi, gelas, tekstil, kertas, minyak dll, selain itu juga secara alami akibat pelapukan batuan dengan terbentuknya As₂O₃ (Arsen oksida) (Eckenfelder, 1989). Menurut Davis dan Cornwell (1991) konsentrasi As tidak lebih dari 0,05 mg/L untuk keperluan air minum, sedangkan untuk keperluan perlindungan ekosistem akuatik konsentrasi As ≤ 0,05 mg/L (Moore, 1991).

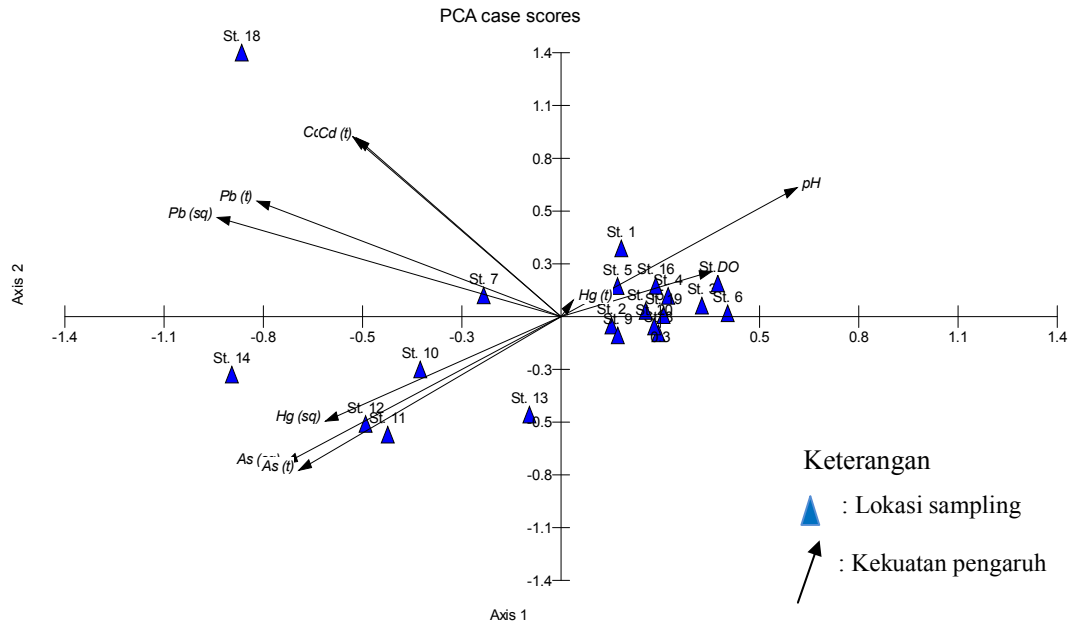
Konsentrasi logam merkuri (Hg), untuk fraksi logam berkisar antara 0,001 – 0,096 µg/kg dengan rerata 0,02 µg/kg, sedangkan konsentrasi total Hg berkisar 0,036 – 0,998 µg/kg dengan rerata 0,275 µg/kg. Konsentrasi logam total paling tinggi ditemukan dari hasil analisis sedimen dari lokasi Situ Cibeureum (St. 1) yang mencapai

0,998 µg/kg. Menurut Moore (1991) kadar merkuri perairan tawar alami berkisar antara 10 – 100 µg/kg. Keberadaan senyawa merkuri bersifat sangat toksik bagi manusia dan biota akuatik karena bersifat biomagnifikasi pada rantai makanan, dimana organisme yang berada pada rantai tertinggi (*top carnivora*) kadar merkuri dalam tubuhnya biasanya paling tinggi.

Hasil analisa PCA menunjukkan bahwa kadar Pb dan Cd sangat berperan di Waduk Saguling (St. 19) dan Situ Cibinong (St.7) konsentrasi Pb dan Cd baik total maupun ekstraksinya, sedangkan logam As total maupun ekstraksi bertingkat serta Hg ekstraksi bertingkat merupakan logam yang berperan di lokasi Situ Cikaret (St. 11), Gede (St. 12) dan Telaga Warna (St. 10), sementara di Situ Rawa Besar (St. 14) dan Waduk Cirata (St. 13) berpengaruh tetapi lebih kecil. Konsentrasi logam Pb dan Cd sangat mempengaruhi perairan Waduk Saguling (St. 19) dan Situ Cibinong (St. 7) karena perairan ini banyak mendapat masukan dari limbah industri dan pasar domestik (Gambar 2).

Logam Hg total, DO dan pH lebih mencirikan sebagian besar lokasi penelitian situ ataupun waduk lainnya, karena secara umum Hg merupakan unsur renik yang ada di kerak kulit bumi (Moore, 1991) selain itu kandungan Hg banyak ditemukan dalam industri pembuatan amalgam, cat, komponen listrik, baterai, gigi palsu, senyawa anti karat, fotografi dan elektronik serta ekstraksi emas maupun perak (Eckenfelder, 1989).

Hasil uji toksisitas sedimen dari 20 perairan tergenang di wilayah Jawa Barat, hanya ada tiga situ yang masih masuk dalam kategori tidak toksik, enam situ dan waduk masuk dalam kategori meragukan, dan sebelas situ termasuk kategori toksik (Tabel 2).



Vector scaling: 2.08

Gambar 2. Hasil ordinasi dengan menggunakan program PCA.

Tabel 2. Klasifikasi toksisitas mengacu Swartz (1999) perairan tergenang di wilayah Jawa Barat.

| No. | Tidak Toksik | Meragukan | Toksik |
|-----|--------------|---------------|------------------|
| 1 | Telaga Nilam | Situ Cibinong | Situ Gede |
| 2 | Telaga Remis | Situ Burung | Situ Cibeureum |
| 3 | Telaga Warna | Waduk Cirata | Waduk Saguling |
| 4 | | Situ Cikaret | Situ Patengan |
| 5 | | Situ Ciburuy | Situ Canguang |
| 6 | | Danau Sunter | Situ Lido |
| 7 | | | Situ Babakan |
| 8 | | | Situ Rawa Kalong |
| 9 | | | Waduk Jatiluhur |
| 10 | | | Situ Rawa Besar |
| 11 | | | Situ Bojongsari |

Telaga Nilam (St. 15), Telaga Remis (St. 16) dan Telaga Warna (St. 10) berada di daerah konservasi yang kondisi sekitarnya masih sangat terjaga, belum ada pemukiman penduduk dan tidak ada industri, tingkat pencemaran yang terjadi di lokasi-lokasi tersebut pun masih rendah, sehingga sedimen ketiga telaga tersebut termasuk dalam kategori tidak toksik.

Pada kategori meragukan terdapat situ-situ yang secara umum terdapat di daerah pemukiman, seperti Situ Cibinong (St. 7), Situ Burung (St. 9), Waduk Cirata (St. 13), Situ Cikaret (St. 11) dan Situ Ciburuy (St. 17), hanya Danau Sunter (St. 5) yang terdapat di kawasan Industri, terutama kawasan industri otomotif.

Hasil penilaian kualitas sedimen yang diperoleh dilakukan uji kelayakan dengan memprediksi besarnya persentase pengaruh yang ditimbulkan berdasarkan dampaknya. Ketika nilai data dampak yang diperoleh \leq TEL dan \geq PEL, maka kelayakan dari nilai kriteria kualitas sedimen menimbulkan kejadian dampak yang merugikan. Jika nilai TEL \leq 25% sedangkan kejadian dampak biologi yang merugikan nilai PEL \geq 50% (Mc Donald *et al.*2000). Hasil perhitungan nilai TEL dan PEL pada kegiatan penelitian konsep SLC tahun 2011 merupakan bentuk kompilasi data logam dari tahun 2009 dan tahun 2010, seperti tersaji dalam Tabel 3.

76,47%) serta logam ekstraksi bertingkat arsen (As) (29,41), (Tabel 3). Dengan demikian sebagai kandidat *guideline* kualitas sedimen konsentrasi logam berat total lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi logam berat hasil ekstraksi bertingkat. Sedangkan hasil perhitungan nilai PEL baik data logam berat total maupun ekstraksi bertingkat kurang cocok untuk digunakan dalam penyusunan nilai *guideline* kualitas sedimen karena hasil perhitungannya nilai PEL kurang dari 50%, karena untuk nilai PEL agar bisa digunakan sebagai kandidat *guideline* kualitas sedimen hasil perhitungannya harus lebih tinggi dari 50% nilai data kejadian dampak.

Tabel 3. Persentase adanya pengaruh yang merugikan ketika nilainya \leq TEL dan \geq PEL

| Subtansi | Kisaran pengaruh minimal | Kisaran kemungkinan pengaruh |
|--------------|--------------------------|------------------------------|
| | % pengaruh \leq TEL | % pengaruh \geq PEL |
| Pb total | 23,53 | 47,06 |
| Cd total | 82,35 | 17,65 |
| As total | 17,65 | 23,53 |
| Hg total | 11,77 | 47,06 |
| Pb ekstraksi | 17,65 | 29,41 |
| Cd ekstraksi | 76,47 | 17,65 |
| As ekstraksi | 29,41 | 29,41 |
| Hg ekstraksi | 2,82 | 47,06 |

Hasil Perhitungan nilai TEL dan PEL seperti ditunjukkan pada Tabel 3, diketahui bahwa kejadian dari efek biologi yang menimbulkan kerugian kurang dari nilai TEL untuk logam total berkisar antara 11,76 – 82,35 %, sementara untuk logam hasil ekstraksi bertingkat nilainya 2,822 – 76,47 %. Sedangkan untuk kejadian dari efek merugikan diatas dari nilai PEL untuk logam total maupun ekstraksi bertingkat berkisar 17,65 – 47,06 %. Logam berat total maupun ekstraksi bertingkat untuk nilai perhitungan TEL memiliki kisaran nilai kurang dari 25% dari nilai data dampak kecuali untuk logam total dan ekstraksi bertingkat kadmium (Cd) (82,35% dan

Aktivitas domestik pada umumnya akan meningkatkan limbah unsur hara yang menyebabkan peningkatan kesuburan perairan dan defisit oksigen di perairan. Sedangkan limbah pertanian selain menyumbangkan unsur hara dan bahan organik juga menghasilkan limbah toksik lain yang berasal dari pestisida.

Kontaminasi logam berat di perairan, umumnya akan berikatan dengan bahan partikulat dan mengendap di sedimen yang akan berpotensi sebagai sumber polusi sekunder. Keberadaan logam di sedimen yang melebihi nilai baku mutu kadangkala dapat menyebabkan dampak (*effect range low*, ERL) hal ini mengindikasikan bahwa

logam tersebut kadang-kadang dapat menimbulkan toksisitas pada biota perairan. Kontaminasi logam di sedimen telah sering diketahui dapat memberikan dampak negatif bagi biota perairan mulai dari adanya kecacatan (Dickman & Rygiel, 1996) hingga toksisitas akut yang berpengaruh terhadap perubahan struktur komunitas bentuk makroavertebrata (Burton, 2010).

Perairan-perairan yang tergolong pada kategori toksik pada umumnya mendapatkan beban antropogenik dari berbagai sumber, antara lain 1) limbah domestik yaitu Situ Gede (St. 12), Situ Rawa Besar (St. 14), dan Situ Babakan (St. 4); 2) limbah pertanian yaitu Situ Cangkuang (St. 6) dan Situ Gede (St. 12); 3) limbah perikanan karamba jaring apung yaitu Situ Lido (St. 18), dan Waduk Jatiluhur (St. 3); 4) limbah industri yaitu Situ Cibeureum (St. 1), Waduk Saguling (St. 19), Rawa Kalong (St. 18), dan Situ Bojongsari (St. 2). Di samping itu terdapat juga satu perairan yang terkategori toksik karena merupakan bekas kawah gunung berapi yang sudah tidak aktif lagi yaitu Situ Patengan (St. 8).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji toksisitas menggunakan hewan uji mengindikasikan 11 (sebelas) lokasi penelitian sedimennya dikategorikan toksik, 3 (tiga) lokasi dalam kategori meragukan dan 3 (tiga) lokasi kategorinya tidak toksik. Nilai TEL dan PEL hasil kompilasi data kualitas sedimen dari seluruh lokasi penelitian menunjukkan nilai TEL untuk logam total masih cocok digunakan sebagai kandidat *guideline* kualitas sedimen, sedangkan hasil perhitungan nilai PEL baik untuk logam total maupun ekstraksi kurang *reliable* (tidak bisa digunakan).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada program kegiatan PKPP Ristek atas pendanaan kegiatan dan Puslit Limnologi-LIPI atas sarana dan prasarana yang disediakan sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Baldwin, D.S., & J.A. Howitt, 2007, Baseline Assessment of Metals and Hydrocarbons in the Sediments of Lake Mulwala, Australia, *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 12: 167–174
- Bisthoven L.J., Postma J.P., Parren P., Timmermans K.R., & Ollevier F. 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.
- Burton G. A., 2010, Metal Bioavailability and Toxicity in Sediments, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 40:852–907.
- Burton G.A., 2002, Sediment Quality Criteria in Use Around the World, *Limnology* 3: 65-75. Chapman P.M., Wang F., Janssen C., Persoone G., and Allen H.E. 1998. Ecotoxicology of Metals in Aquatic Sediments: Binding and Release, Bioavailability, Risk Assessment, and Remediation. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 55: 2221-2243.
- Chapman P.M., B. Andersont, S. Carry, V. Engle, R.Green, J.Hameedi, M. Harmoni, P. Haverland, J. Hyland, C. Ingersoll, E. Long, J. Rodgers Jr., M. Salazar, P. K. Sibley, P. J. Smith, R. C. Swartz, B. Thompson, & H. Windom, 1997, General Guidelines for using the Sediment

- Quality Triad, *Marine Pollution Bulletin* 34 (6): 368-372.
- Davis, M.L., & Cornwell, D.A., 1991. Introduction to Environmental Engineering. Second edition. McGraw-Hill, Inc., New York. 822 p.
- Dickman, M., & Rygiel, G., 1996, Chironomid Larval Deformity Frequencies, Mortality, and Diversity in Heavy-Metal Contaminated Sediments of A Canadian Riverine Wetland, *Environment International* 22 (6): 693-703.
- Eckenfelder, W.W., 1989. Industrial Water Pollution Control. Second editions. McGraw-Hill, Inc., New York. 400 p.
- Effendi H., 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta. 258 p.
- Fortstner U., & Whittmann, G.T., 1983. Toxic Metal. Metal Pollution in Aquatic Environment. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Germany. hlm 3-68.
- Kompas, 2008, <http://cetak.kompas.com/read/xml/2008/10/17/10325676/ratusan.situ.di.jabar.beralih.fungsi.menjadi.permukiman>, diakses tgl 30 Januari 2009
- Kong, I.C., & S.M. Liu, 1995, Determination of Heavy Metal Distribution in the Anoxic sediment slurries by Chemical Sequential Fractionation, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 32:34-38.
- Long E.R., & Mc Donald, D.D., 1996, Recommended uses of Empirically-derived Sediment Quality Guidelines for Marine and Estuarine Ecosystems. *Human Ecolog Risk Assess* 4:1019 –1039.
- Long E.R., L.J. Field, & Mc Donald, D.D., 1998, Predicting Toxicity in Marine Sediment With Numerical Sediment Quality Guidelines, *Environmental Toxicity and Chemistry* 17 (4): 714-227.
- Long E.R., & Mc Donald, D.D., 1992, National Status and Trends program Approach, in Sediment Classification Methods Compendium, US-EPA, EPA 823-R-92-006, Springfield.
- Luoma S.N., & Carter J.L., 1991. Effect of Trace Metal on Aquatic Benthos. in M.C. Newman and A.W. McIntosh (eds): Metal Ecotoxicology: Concepts and Applications. Lewis Publishers. Chelsea. Michigan. 261-300.
- Makadnium (Cd)onald D.D., C. G. Ingersoll, & T.A. Berger, 2000, Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 20–31.
- Maher, W., G.E. Batley, & I. Lawrence. 1999. Assessing The Health of Sediment Ecosystem: Use of Chemical Measurements. *Freshwater Biology* 41:361-372.
- Mc Neely, R.N., Nelmanis, V.P., & L. Dwyer 1979. Water Quality Source Book. A Guide to Water Quality Parameter. Inland Waters Directorate. Water Quality Branch. Ottawa. Canada: 89pp.
- Moore J.W., 1991. Inorganic Contaminants of Surface Water. Springer-Verlag, New York. 334 p.
- Power, E.A., & P.M. Chapman. 1992. Assessing Sediment Quality. In: A. Burton (Eds): Sediment Toxicity Assessment. Lewis Publishers. 1-16.
- Rabeni C.F., T.P. Boyle, 1986, Biomomonitoring of Stream Quality In Agricultural Areas: Fish Versus Invertebrates, *Environmental Management* 10(3): 413-419pp.
- Rippey B., N. Rose, H. Yang, S. Harrad, M. Robson, & S. Travers, 2007, An Assessment of Toxicity in Profundal Lake Sediment Due to Deposition of

- Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants from the Atmosphere. *Environ Int.*, doi: 10.1016/j.envint.2007.03.006
- Smoley, C.K., 1992. Methods for The Determination of Metals in Environmental Samples. Method 200.2. US- EPA. Cincinnati. Ohio. 281 hal.
- Swartz R.C., (1999) Consensus Sediment Quality Guidelines for PAH Mixtures. *Environ Toxicol Chem* 18:780 –787.
- UNESCO/WHO/UNEP, 1992 Water Quality Assessments. Edited by Chapman, D. Chapman and Hall Ltd., London. 585 p.
- USEPA, 1986. Quality Criteria for Water. US-EPA 440/5-86-001.
- Wade T.L., S.T. Sweet, & A.G. Klein, 2007, Assessment of Sediment Contamination in Casco Bay, Maine, USA, *Environmental Pollution*:1-17, doi:10.1016/ j.envpol.2007.07.016