

TOKSISITAS AIR PORI-PORI SEDIMEN WADUK SAGULING TERHADAP HYDRA (*Hydra hymanae*)

Gunawan Pratama Yoga*, Jojok Sudarso*, Tri Suryono* &
Reliana Lumban Toruan*

ABSTRAK

Waduk Saguling saat ini mengalami masalah yang cukup serius, antara lain proses sedimentasi yang tinggi dan penurunan kualitas air akibat dari limbah domestik dan industri. Penelitian kualitas air dan monitoring Waduk Saguling telah banyak dilakukan, sementara itu masalah pencemaran terus berlanjut dengan potensi dampak yang cukup tinggi. Penelitian tingkat toksisitas akut sedimen waduk telah dilakukan terhadap biota uji, *Hydra hymanae*, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat toksisitas air pori-pori sedimen terhadap biota yang hidup di dalamnya. Pengambilan contoh dilakukan pada 12 lokasi, mulai dari bagian hulu, tengah, dan setelah outlet waduk. Berdasarkan hasil perhitungan nilai LC_{50} diketahui bahwa semua sedimen Waduk Saguling telah terkontaminasi dan menyebabkan efek toksik pada biota uji. Tingkat toksisitas sedimen di Waduk Saguling dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu, sangat toksik, pada daerah bekas alur Sungai Citarum dengan kisaran antara 3,9 % - 7,9 %, dan agak toksik, dengan kisaran antara 17,6 % - 84,1%, pada daerah di luar alur Sungai Citarum. *Hydra hymanae* cukup sensitif untuk digunakan sebagai biota uji toksisitas air pori – pori sedimen, sehingga dapat digunakan untuk bioindikator pencemaran.

Kata kunci : Sedimen, Waduk Saguling, toksisitas akut, air pori-pori, LC_{50} , *Hydra hymanae*.

ABSTRACT

PORE WATER TOXICITY OF SAGULING RESEVOIR SEDIMENT TO HYDRA HYMANAE. *Saguling reservoir has been experiencing serious problem of water quality degradation caused by pollutions of organic materials, pesticides, and heavy metals which come from anthropogenic and natural resources. Many researches have been conducted to evaluate adverse effects of those pollutions, however, there is still small attention is given to the sediment contamination on that reservoir. The aim of this study is to investigate the toxicity effect of the reservoir sediment to aquatic biota live on sediment. Samples were taken from 12 sampling sites covering inlet, middle and outlet of the reservoir. For sediment toxicity determination, pore water was extracted from the reservoir sediment. Hydra hymanae was used as the test organism in acute toxicity test. Results of toxicity tests showed that all of Saguling reservoir sediments had been contaminated and caused toxic effects to the aquatic biota. Sediment toxicity of Saguling reservoir can be divided into two categories, which are: highly toxic (3.95% to 7.9%) and slightly toxic (17.61% to 84.09%). The previous one was mainly located in the former Citarum river, while the later was located outside the former Citarum river area. Hydra hymanae was proven as a sensitive organism for toxicity test, and suggested to be used as a bioindicator for sediment pollution.*

Key words : Sediment, Saguling Reservoir, Toxicity LC_{50} , porewater, *Hydra hymanae*

PENDAHULUAN

Waduk Saguling berada sekitar 30 km dari kota Bandung, Provinsi Jawa Barat

dan merupakan waduk paling hulu yang membendung Sungai Citarum. Di bagian hilir Waduk Saguling terdapat dua waduk lain yang membendung Sungai Citarum,

* Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI

berturut – turut adalah Waduk Cirata dan Waduk Ir. H. Juanda. Waduk Saguling memiliki fungsi utama sebagai pembangkit tenaga listrik untuk daerah Jawa dan Bali. Waduk Saguling juga dimanfaatkan untuk tujuan budidaya ikan konsumsi dengan menggunakan jaring/ karamba apung. Saat ini Waduk Saguling mengalami masalah yang cukup serius, antara lain proses sedimentasi yang tinggi, serta penurunan kualitas air yang disebabkan oleh polusi organik dan logam berat dari limbah domestik dan industri. Selain itu juga terdapat kontaminasi logam berat yang berasal dari *leaching* aktivitas letusan gunung berapi seperti Gunung Tangkuban Perahu dan Patuha. Aktivitas tersebut dapat membawa kandungan senyawa sulfat ke DAS (Daerah Aliran Sungai) Citarum sebesar 6000 ppm - 12.000 ppm, Chlorida 5300-12.600 ppm, dan muatan logam lainnya seperti As, Ba, Mg, Al, Cu, Pb, Zn, Hg, Se, dan Cd. (Sriwana, 1999 ; Sudarso, *et al.*, 2005).

Dampak pencemaran terhadap lingkungan dapat terlihat mulai dari tingkat ekosistem seperti kematian biota perairan dan bioakumulasi pada sistem rantai makanan (McCarty & Secord, 1999), penurunan komunitas bentik yang hidup di sedimen (Peterson *et al.*, 1996), hingga tingkat sel yang menyebabkan kecacatan atau genotoksisitas (Lewis *et al.*, 2002).

Sedimen merupakan tempat menampung dan sumber dari berbagai macam bahan pencemar, baik yang alami maupun yang antropogenik. Pada lingkungan perairan dan khususnya di wilayah sedimen, keberadaan bahan pencemar jarang sekali berupa senyawa tunggal. Oleh karena itu interpretasi respon biologi yang terjadi akibat bahan pencemar kompleks yang terdapat pada sedimen tersebut akan sulit dilakukan (Ahlf & Wild-Metzko, 1992; Burton & Landrum, 2003). Hal ini merupakan akibat dari adanya perbedaan sensitivitas biota air terhadap setiap jenis bahan pencemar. Untuk mengetahui kemungkin-

an dampak buruk pencemaran pada sedimen terhadap biota perairan, perlu dilakukan pengujian toksisitas sedimen tersebut. Hanya dengan uji toksisitas dapat dibuktikan bahwa bahan pencemar yang terdapat pada sedimen, memberi dampak atau tidak terhadap biota (Burton & Landrum, 2003).

Penelitian dan monitoring kualitas air telah banyak dilakukan di Waduk Saguling, namun masalah pencemaran terus berlanjut dengan potensi dampak yang cukup tinggi. Oleh karena itu pada penelitian di Waduk Saguling ini diuji tingkat toksisitas akut sedimen waduk tersebut terhadap biota uji *Hydra hymanae*. Hydra adalah invertebrata yang termasuk dalam filum *Coelenterata*, hidup menempel pada substrat dan berkembang biak secara seksual dan aseksual. Hydra sudah banyak digunakan dalam uji toksisitas dan merupakan salah satu biota uji yang telah distandarisasi oleh ASTM (ASTM, 1997). Hal ini dikarenakan hydra cukup sensitif terhadap bahan pencemar, mudah dikembangkan biakkan dalam skala laboratorium, serta murah (Blaise & Kusui, 1998).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat toksisitas air pori-pori sedimen (*porewater sediment*) Waduk Saguling, sehingga dapat diketahui tingkat konsentrasi air pori-pori sedimen yang berpengaruh buruk terhadap biota yang hidup di sedimen.

BAHAN DAN METODE

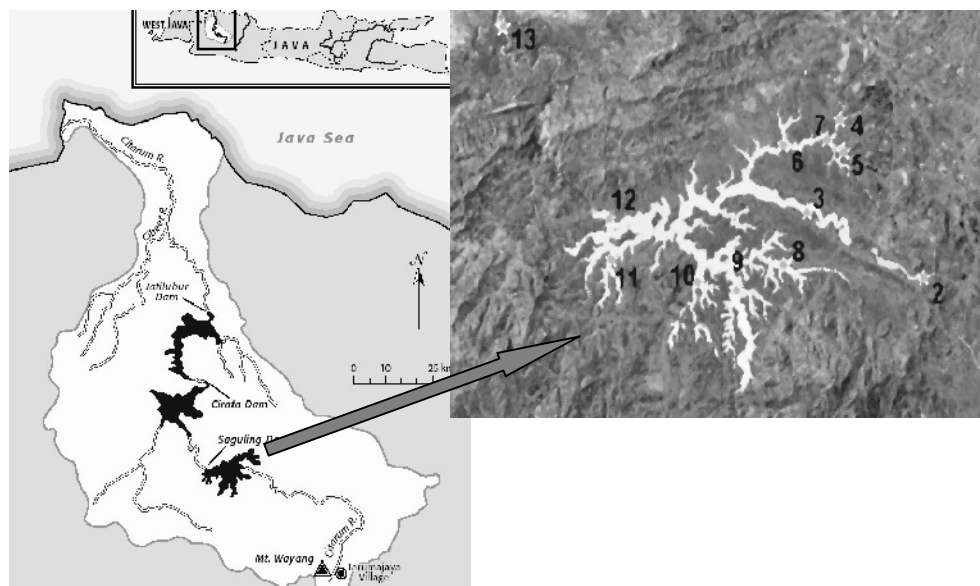
Lokasi dan Cara Pengambilan Contoh

Lokasi pengambilan contoh sebanyak 13 stasiun contoh tersebar dari hulu ke hilir Waduk Saguling (Gambar 1), yaitu mewakili Hulu Sungai Citarum di Gunung Wayang di mana belum ada aktivitas yang dapat menimbulkan pencemaran dan diharapkan dapat berfungsi sebagai *back-ground* konsentrasi dari logam yang terakumulasi pada sedimen (St.1), Wilayah Sungai Citarum yang memasuki Waduk Saguling, di wilayah Nanjung (St. 2), alur Sungai

Citarum di Batujajar (St. 3), alur-alur anak sungai yang masuk/cabang-cabang Waduk Saguling seperti Cihaur Kampung Cipendey (St. 4), Cangkorah (St.5), Cimerang (St. 6), Muara Cihaur/ Kampung Maroko (St. 7), Muara Cipatik (St. 8), Muara Ciminyak (St. 9), Muara Cijere (St. 10), Muara Cijambu (St. 11), lokasi bangunan *intake*, dan Rajamandala setelah keluar Waduk Saguling (St. 13).

sedimen. Prosedur analisis kimia yang digunakan untuk analisis kimia sedimen (Tabel 1) mengacu pada *Standard methods* APHA (1995), Graham (1948), Bray & Kurtz (1945), Blackmore *et al.* (1981), dan Alloway (1998).

Sebagai acuan untuk klasifikasi tingkat pencemaran sedimen digunakan beberapa sumber, seperti dari Standar USEPA Region V, Kementrian Lingkungan



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Contoh di Waduk Saguling, Jawa Barat.

Pengambilan contoh sedimen dilaksanakan 3 kali pada bulan Mei dan Agustus 2006. Sedimen yang digunakan untuk uji toksisitas adalah sedimen pada lapisan permukaan setebal 5 cm. Pengambilan contoh sedimen dilakukan dengan menggunakan Ekman grab, diambil sebanyak sekitar 3 kg dan dimasukkan kedalam wadah plastik, lalu disimpan pada suhu 4 °C sampai dianalisa di laboratorium.

Karakteristik Fisika dan Kimia Sedimen

Parameter kimia sedimen yang dianalisis adalah logam berat (Cu, Cd, Pb, dan Hg) dan parameter pendukungnya yaitu total karbon organik, distribusi partikel, dan pH

Hidup Ontario, Kanada, dan sebagainya (Tabel 2).

Kelima kriteria pada Tabel 2, yaitu ERL (*effect range low*) dan ERM (*effect range median*) sebagian besar berasal dari kajian Long *et al.* (1995), TEL (*threshold effect level*), PEL (*probable effect level*), dan SEL (*severe effect level*) dari MacDonald *et al.* (1996) dan Smith *et al.* (1996), dikembangkan Amerika dan Kanada yang dirumuskan sebagai *sediment effect concentration* (SECs). Kriteria-kriteria tersebut di atas sebagian besar didasarkan pada basis data dari keberadaan konsentrasi logam yang secara empiris menimbulkan gangguan/efek merugikan pada biota air baik *ex situ* maupun *in situ* (Burton, 2002).

Tabel 1. Ringkasan Metode Analisis Kimia Sedimen

| No | Parameter | Jenis Contoh | Metode | Alat Ukur |
|----|----------------------------------|--------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | pH | sedimen | Ekstraksi dengan H ₂ O dan KCL 10% | pH meter |
| 2 | Logam berat (Pb, Cd, Cu, dan Hg) | Sedimen | Ekstraksi kering (<i>dry digest</i>) | AAS <i>Graphite furnace</i> |
| 3 | C- organik | Sedimen | Kolorimeter | Spektrofotometer |
| 4. | Distribusi Partikel | Sedimen | Gravimetri | |

Tabel 2. Beberapa Acuan (*Guidelines*) Klasifikasi Tingkat Pencemaran Sedimen Berdasar Logam Berat dari Beberapa Negara

| Sumber | Konsentrasi rata-rata logam berat di sedimen (mg/kg berat kering) | | | | Kriteria |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------------------------|
| | Cd | Pb | Cu | Hg | |
| Standard USEPA region V ^a | - | <0,04 | <0,025 | <0,001 | Belum terpolusi |
| | - | 0,04-0,06 | 0,025-0,05 | NA | Terpolusi sedang |
| | > 0,006 | > 0,06 | > 0,05 | > 0,001 | Terpolusi berat |
| Kementrian Lingkungan Ontario Canada ^a | 0,6 | 23 | 15 | 0,1 | Tidak ada pengaruh |
| | 1 | 31 | 25 | 0,12 | menunjukkan Pengaruh rendah |
| | 10 | 250 | 114 | 2 | Ambang batas toleransi |
| SEPA ^c | ≤ 0,2 | ≤ 5 | ≤ 10 | ≤ 0,05 | Konsentrasi sangat rendah |
| | 0,2-0,7 | 5 - 30 | 10-25 | 0,05-0,15 | Konsentrasi Rendah |
| | 0,7 - 2 | 30 -100 | 25-50 | 0,15-0,3 | Konsentrasi sedang |
| | 2 - 5 | 100-400 | 50-100 | 0,3 - 1 | Konsentrasi tinggi |
| | > 5 | > 400 | >150 | > 1 | Konsentrasi sangat tinggi |
| ERL ^b | 5 | 35 | 70 | 0,15 | |
| ERM ^b | 9 | 110 | 390 | 1,3 | |
| TEL ^b | 0,6 | 35 | 35,7 | 0,17 | |
| PEL ^b | 3,53 | 91,3 | 197 | 0,486 | |
| SEL ^b | 10 | 250 | 86 | 2 | |

Keterangan: ^a *Guidelines* untuk mengklasifikasikan sedimen dari *Great lakes* dan perairan secara umum di Ontario Canada (Giesy and Hoke 1990), ^b *Sediment Quality Guidelines* (SQG) untuk logam berat (Burton 2002), * nilai konsentrasi diatas dari TEL atau ERL dan SEL. NA merupakan singkatan dari *not aplicable*, ^c *Swedish Environmental Protection Agency (SEPA 1991)*.

Ekstraksi Air Pori-Pori Sedimen

Uji tingkat toksisitas sedimen terhadap hewan uji selain dengan menggunakan sedimen utuh, juga digunakan air pori-pori sedimen yang diekstraksi, mengacu pada Giesy *et al.* (1990) dan Harkey *et*

al. (1994). Sebanyak 50 ml sedimen basah disentrifus pada kecepatan putaran 8000 rpm dengan suhu 4°C selama 15 menit, setelah itu supernatan didekantasi, lalu disentrifus ulang pada kecepatan putaran 2000 rpm dengan suhu 4 °C selama 30 menit.

Supernatan dipisahkan dan disaring dengan kertas saring GF/C, kemudian disimpan pada suhu 10 °C atau 4 °C.

Uji Toksisitas Akut

Hydra hymanae yang digunakan dalam uji toksisitas kali ini merupakan hasil kultur yang dilakukan di laboratorium ekotoksikologi Pusat Penelitian Limnologi – LIPI. Selama pemeliharaan Hydra diberi makan *Artemia salina*, dan dua hari sebelum uji toksisitas dimulai hydra dipuaskan.

Toksisitas akut ditentukan dengan mencari nilai LC₅₀, yaitu konsentrasi sedimen yang menyebabkan kematian biota sebanyak 50 % dari total hewan uji pada waktu pemaparan 96 jam. Uji toksisitas akut yang dilakukan adalah uji toksisitas statis, yaitu tanpa penggantian air selama uji toksisitas dilakukan. Uji toksisitas akut dilakukan satu tahap. Persentase konsentrasi air pori-pori sedimen yang diuji adalah 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3% serta kontrol. Pada masing-masing tingkat konsentrasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Uji toksisitas dilakukan berdasarkan metoda yang dijelaskan oleh Blaise & Kusui (1997) dan Trotier (1997) dalam mikroplate 12 sumuran dengan volume air 4 ml. Jumlah hydra yang diujikan pada toksisitas akut sedimen ini pada setiap tingkat konsentrasi adalah sebanyak 5 ekor pada volume media uji 4 ml. Sebagai media uji digunakan air pori-pori sedimen (*porewater sediment*) yang ditambahkan air kultur hidra. Pengamatan kematian hewan uji pada masing-masing tingkat konsentrasi uji dilakukan pada periode waktu 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam.

Analisis data

Analisis uji toksisitas akut sedimen meliputi penentuan nilai LC₅₀ yang dilakukan dengan analisis statistik probit dengan *software trimmed Spearman-Kärber* atau *probit analysis* dari *Environmental Protection Agency* (EPA). Berdasarkan pola kematian biota uji pada masing-masing tingkat konsentrasi. Apabila dari hasil uji

toksisitas tidak terdapat kematian parsial, maka digunakan program *trimmed Spearman-Kärber*, namun bila dari hasil uji toksisitas terdapat kematian parsial maka digunakan program *probit analysis* (Weber, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kadar logam berat yang terde-teksi pada sedimen di Waduk Saguling terlihat adanya pencemaran yang tinggi. Hal ini tidak terlepas dari tingginya pencemaran yang terjadi di sungai Citarum sebelum memasuki waduk tersebut. Pencemaran tersebut dapat berupa pencemaran alami, seperti proses pelapukan batuan dan aktivitas gunung berapi yang terdapat di sekitar Sungai Citarum, seperti Gunung Patuha dan Gunung Tangkuban Prahur (Sriwana, 1999), maupun pengaruh dari kegiatan manusia (anthropogenik). Dari hasil analisis konsentrasi logam berat pada sedimen diketahui bahwa kontaminasi logam berat sudah terjadi sejak Sungai Citarum di bagian hulu. Pencemaran logam berat bahkan sudah terjadi di mata air Gunung Wayang yang merupakan sumber mata air Sungai Citarum (Tabel 3).

Di bagian hulu aliran Sungai Citarum sebelum memasuki Waduk Saguling terdapat kira-kira sekitar 361 industri, sebagian besar industri tekstil, yang mengeluarkan limbahnya ke Sungai Citarum bagian hulu dan berpotensi menimbulkan pencemaran, baik logam berat maupun bahan organik ke Sungai Citarum (Anonimus, 2004). Konsentrasi logam berat pada sedimen tertinggi berada wilayah Nanjung (Stasiun 2), yang merupakan inlet Waduk Saguling.

Menurut Salim (2004) persentase jenis limbah yang dominan selain limbah industri yang masuk ke Sungai Citarum adalah limbah domestik yang mencapai 70,94%, pertanian 17, 51%, peternakan 3,16% dan rumah sakit 0,04%.

Dari baku mutu sedimen yang dike-

luarkan oleh US-EPA *region V* menunjukkan semua kandungan logam berat yang terakumulasi pada sedimen dari mulai bagian hulu (St. Gunung Wayang) hingga St. Rajamandala sudah masuk dalam kategori terpolusi berat. Sedangkan berdasarkan *guideline* dari kementerian lingkungan Ontario dan Swedia (SEPA) kandungan logam berat kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg) masih dalam kisaran yang aman bagi biota akuatik dan termasuk dalam konsentrasi rendah bagi sedimen (Giesy & Hoke, 1990). Sementara itu, timbal (Pb) termasuk kategori tidak berpengaruh (*guideline* Ontario Canada) sampai dengan konsentrasi rendah (SEPA), sedangkan logam tembaga (Cu) masuk dalam kategori pengaruh terendah sampai konsentrasi yang

tinggi (SEPA) yang umumnya terjadi di bagian *inlet* Waduk Saguling dan stasiun lainnya yang berada di dalam waduk.

Berdasarkan TEL, ERL, dan SEL Cu pada sedimen waduk sudah melebihi nilai yang ditetapkan oleh ketiga kriteria tersebut di atas mulai dari Stasiun Gunung Wayang hingga Rajamandala, dan untuk Pb hanya di Stasiun Nanjung yang telah melebihi ketiga nilai kriteria di atas. Dengan nilai konsentrasi logam Cu dan Pb di atas dari standard *guideline* EPA, Ontario, SEPA, SEL, ERL dan TEL, maka stasiun-stasiun yang melebihi *guidelines* tersebut berpotensi logamnya bersifat *bioavailable* ke perairan dan menimbulkan gangguan pada biota perairan.

Tabel 3. Nilai Rata-rata Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen dari Setiap Stasiun

| Stasiun | Konsentrasi rata-rata logam berat di sedimen (mg/kg berat kering) | | | | Keterangan |
|------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|------------------------------------|
| | Cd | Pb | Cu | Hg | |
| Gunung wayang | 0,07 | 5,733 | 31,97 | 0,007 | Cu paling berpotensi toksik |
| Nanjung | 0,263 | 42,6* | 95,97* | 1,210 | Semua logam berpotensi toksik |
| Trashboom | 0,107 | 19,78 | 51,30* | 1,033 | Cu dan Hg paling perpotensi toksik |
| Cihaur | 0,107 | 20,2 | 62,93* | 0,499 | Cu dan Hg paling perpotensi toksik |
| Cangkorah | 0,133 | 19,7 | 65,93* | 0,566 | Cu dan Hg paling perpotensi toksik |
| Cimerang | 0,133 | 12,03 | 72,03* | 0,144 | Cu paling berpotensi toksik |
| Muara Cihaur | 0,157 | 16,78 | 79,27* | 0,552 | Cu dan Hg paling perpotensi toksik |
| Muara Cipatik | 0,227 | 12,967 | 51,7* | 0 | Cu paling berpotensi toksik |
| Muara Ciminyak | 0,093 | 10,77 | 43,97* | 0,001 | Cu paling berpotensi toksik |
| Muara Cijere | 0,11 | 8,57 | 46,2* | 0 | Cu paling berpotensi toksik |
| Muara Cijambu | 0,093 | 8,533 | 52,2* | 0 | Cu paling berpotensi toksik |
| Intake Structure | 0,11 | 9,93 | 62,37* | 0,017 | Cu paling berpotensi toksik |
| Rajamandala | 0,07 | 8,2 | 55,5* | 0,038 | Cu paling berpotensi toksik |

Hasil analisis karbon organik dan distribusi partikel memperlihatkan kandungan karbon organik yang tinggi (4,547 %) di St. Nanjung (Tabel 4). Kondisi ini mendukung peningkatan logam berat pada sedimen di stasiun tersebut. Tingginya karbon organik pada sedimen berpotensi meningkatkan kapasitas *binding* antara logam berat dengan bahan organik (Förstner, 1983).

Tingkat yang tinggi di stasiun-stasiun Batujajar, Cangkorah, Cimerang, Maroko, dan intake, karena berada pada bekas alur Sungai Citarum dan merupakan daerah yang banyak menerima limbah industri, sehingga sedimen di daerah ini menerima beban bahan pencemar dari Sungai Citarum dan buangan limbah dari industri yang ada di daerah tersebut. Sedangkan di stasiun-stasiun Cihaur, Cipatik, Ciminyak,

Tabel 4. Hasil Analisis Karbon Organik dan pH Sedimen di Setiap Stasiun Pengamatan

| No | Lokasi | Karbon Organik [%] | pH dasar |
|----|---------------|--------------------|----------|
| 1 | Gunung Wayang | 0.820 | 7.278 |
| 2 | Nanjung | 4.547 | 6.594 |
| 3 | Batujajar | 1.087 | 6.598 |
| 4 | Cihaur | 1.833 | 8.52 |
| 5 | Cangkorah | 2.147 | 9.116 |
| 6 | Cimerang | 1.187 | 8.304 |
| 7 | Maroko | 2.61 | 7.78 |
| 8 | Cipatik | 3.19 | 7.48 |
| 9 | Ciminyak | 2.2 | 7.62 |
| 10 | Cijere | 2.40 | 8.268 |
| 11 | Cijambu | 1.487 | 7.776 |
| 12 | Intake | 1.47 | 7.74 |
| 13 | Rajamandala | 0.983 | 7.43 |

Berdasarkan hasil perhitungan nilai LC_{50} diketahui bahwa sedimen dari St. 1 di Gunung Wayang tidak toksik sama sekali, dengan demikian sedimen dari stasiun tersebut dapat digunakan sebagai *reference* atau *background concentration*. Sementara itu semua sedimen Waduk Saguling telah terkontaminasi dan menyebabkan efek toksik pada biota uji, *Hydra hymanae*.

Tingkat toksisitas sedimen di Waduk Saguling berkisar antara sangat toksik (Batujajar, Cihaur, Cangkorah, Cimerang, Maroko, dan lokasi Intake) sampai dengan agak toksik (Cipatik, Ci-minyak, Cijere dan Cijambu). Hal ini disebabkan karena sedimen dari sungai Citarum yang masuk ke Waduk Saguling sudah sangat toksik. Hal ini tampak dari nilai toksisitas (LC_{50}) St. 2 Nanjung yang sangat rendah yaitu 3,95% (Tabel. 5).

Cijere dan Cijambu, tingkat toksisitas sedimennya lebih rendah (nilai LC_{50} nya lebih tinggi). Pada daerah ini tidak banyak terdapat industri, dan bukan merupakan bekas alur Sungai Citarum.

Tingkat toksisitas sedimen Sungai Citarum menurun setelah keluar dari Waduk Saguling. Hal itu dapat dilihat dari nilai LC_{50} di Stasiun 13 Rajamandala yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan nilai LC_{50} di stasiun 12 *intake* (Tabel. 5). Turunnya tingkat toksisitas sedimen di stasiun ini kemungkinan dikarenakan pada saat sedimen keluar dari Waduk Saguling mengalami aerasi yang cukup tinggi, sehingga sedimen yang tadinya bersifat anoksik, kemudian mengalami oksidasi yang mengakibatkan menjadi bersifat aerob, dan pada akhirnya menurunkan tingkat toksisitas sedimen tersebut (Anonimus, 2005).

Tabel 5. Nilai LC₅₀ 96 jam Air Pori–Pori Sedimen Waduk Saguling pada Setiap Stasiun

| Stasiun | Lokasi | Nilai LC ₅₀ (%) |
|---------|---------------|----------------------------|
| 1 | Gunung Wayang | Tidak toksik |
| 2 | Nanjung | 3,95 |
| 3 | Batujajar | 5,76 |
| 4 | Cihaur | 7,90 |
| 5 | Cangkorah | 5,76 |
| 6 | Cimerang | 7,66 |
| 7 | Maroko | 6,64 |
| 8 | Cipatik | 20,31 |
| 9 | Ciminyak | 84,09 |
| 10 | Cijere | 17,68 |
| 11 | Cijambu | 56,12 |
| 12 | Intake | 7,66 |
| 13 | Rajamandala | 17,61 |

Hydra sudah banyak digunakan sebagai biota uji pada uji toksisitas dan cukup sensitif terhadap logam berat (Beach & Pascoe, 1998; Sudarso, 2000 ; Holdway *et al.*, 2001), pestisida (Arkhipchuk *et al.*, 2006), serta bahan pencemar organik lainnya (Pollino & Holdway, 1999). Beach & Pascoe (1998) membandingkan sensitivitas Hydra dengan bebrapa biota perairan lain terhadap logam – logam berat Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), seng (Zn) dan Nikel (Ni) (Tabel 6.).

KESIMPULAN

Logam Cd dan Hg pada sedimen di wilayah Waduk Saguling, walaupun konsentrasinya relatif kecil dan masih dibawah dari sebagian besar ambang batas *guidelines*, namun keberadaan logam tersebut harus tetap diwaspadai. Logam Cu

dan Pb perlu mendapat perhatian khusus, karena konsentrasinya relatif tinggi di lapangan dan sangat berpotensi menimbulkan gangguan pada ekosistem akuatik. Berdasarkan uji toksisitas air pori- pori sedimen diketahui bahwa pencemaran yang terjadi di Waduk Saguling telah menyebabkan efek toksik pada waduk tersebut. Tingkat toksisitas sedimen di Wa-duk Saguling dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu, sangat toksik, untuk daerah–daerah bekas alur Sungai Citarum seperti di Stasiun Batujajar, Cihaur, Cangkorah, Cimerang, Maroko, dan lokasi Intake, dan agak toksik yaitu di Stasiun Cipatik, Ciminyak,. Cijere dan Cijambu. Sementara itu *Hydydra hymanae*, cukup sensitif untuk digunakan sebagai biota uji toksisitas air pori–pori sedimen, sehingga dapat digunakan untuk bioindikator pencemaran.

Tabel 6. Tingkat Sensitivitas Hydra terhadap Pemaparan Logam Berat Dibandingkan dengan Biota Perairan Lainnya dalam Jangka waktu 96 jam (Beach & Pascoe, 1998).

| Toksikan | Organisme | Stadium kehidupan | LC50 (ppm) |
|--------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| Kadmium (Cd) | <i>Gammarus pulex</i> | Dewasa | 0,02 |
| | <i>Hydra vulgaris</i> | Polip | 0,12 |
| | <i>Baetis rhodani</i> | 8 – 10 mm | 0,5 |
| | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | - | 2,6 |
| | <i>Gasterosteus aculeatus</i> | - | 6,5 |
| | <i>Leuctra inermis</i> | -6 – 8 mm | 32 |
| | <i>Chironomus riparius</i> | Instar 4 | 54 |
| | <i>Hydra sp.</i> | Polip | 0,45 0,17 (EC₅₀) |
| Tembaga (Cu) | <i>G. pulex</i> | Juvenil 3 – 5 mm | 0,04 |
| | <i>H. vulgaris</i> | Polip | 0,04 |
| | <i>C. tetans</i> | Instar 1 | 0,3 |
| | <i>C. riparius</i> | Instar 2 | 0,7 |
| | <i>Hydra sp.</i> | Polip | 0,19 0,01 (EC₅₀) |
| Seng (Zn) | <i>Helisoma campanulatum</i> | - | 1,27 |
| | <i>Jordanella floridae</i> | - | 1,52 |
| | <i>G. pulex</i> | Dewasa | 1,54 |
| | <i>H. vulgaris</i> | Polip | 6,63 |
| | <i>Hydra sp.</i> | Polip | 26,63 6,67 (EC₅₀) |
| | <i>Lepomis macrochirus</i> | - | 10,2 |
| Nikel (Ni) | <i>Hydra littoralis</i> | Polip | 0,075 (EC₅₀) |

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlf, W. & Wild-Metzko, 1992, Bioassay responses to sediment elutriates and multivariate data analysis for hazard assessment of sediment-bound chemicals. In Hart, B. T. and P. G. Sly (eds), Sediment/ Water Interactions, Hydrobiol. 235/236: 415 – 418 pp.
- Alloway B.J., 1998, Heavy metal in soils, Second Edition, Blackie Academic & Profesional, London.
- Anonimus, 2004. Menkimbangwil serah-kan instalasi pengolahan air limbah senilai Rp. 27,48 milyar, <http://www.pu.go.id/humas/mei/kbw2404005.htm>.
- Anonimus, 2005, Laporan hasil pemantauan kualitas air Waduk Saguling. Triwulan IV. Universitas Padjadjaran, 80 pp.
- Anonymous, 1997, Standard guide for selection of resident species as test organisms for aquatic and sediment toxicity tests, In: Annual book of ASTM standards, Vol 03.03. Barr Harbor Drive, United States of America, pp 1403 – 1415.
- APHA, 1995, Standard methods for examination of water and wastewater, 19th edition, APPA-AWWA/ WEFW, USA, 1193pp.
- Arkipchuk, V.V., C. Blaise & M.V. Malinovskaya, 2006, use of hydra for chronic toxicity assessment of

- waters intended for human consumption, *Env. Pollut.* 142(2): 200-11.
- ASTM E1850 – 97, 1997, Standard guide for selection of resident species as test organisms for aquatic and sediment toxicity tests, ASTM International.
- Beach, J. M. & D. Pascoe, 1998, The role of *Hydra vulgaris* (Pallas) in assessing the toxicity of fresh-water pollutants, *Wat. Res.* 32(1): 101 – 106.
- Blackmore L.C., P.L. Searle & B.K. Daly, 1981, Methods for chemicals analysis of soils, N.Z. Soil Bureau Sci. Rep. 10 A, Soil Bureau, Sower Hutt, New Zealand.
- Blaise, C. & T. Kusui, 1997, Acute toxicity assessment of industrial effluents with a microplate-based *Hydra attenuata* assay, *Envi. Toxic. Wat. Qual* 12: 53-60.
- Brahmana S.S. & A. Firdaus, 1997, Eutrophication in three reservoirs at Citarum River, its relation to beneficial uses, Proceeding Workshop On Ecosystem Approach To Lake And Reservoir Management, 199-211pp.
- Bray, R.H. & L.T. Kurtz, 1945, Determination of total organic and available form of phosphorus in soil, *Soil Sci.* 59: 39-45pp.
- Burton, Jr. A., 2002, Sediment quality criteria in use around the world, *Limnology* 3: 65-75pp.
- Burton, G. A. & P.F. Landrum, 2003, Toxicity of sediments, *In: Middleton, G. V., M. J. Church, M. Corigilo, L. A. Hardie, & F. J. Longstaffe* (eds), *Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 748 – 751pp.
- Fortstner U., 1983, Chapter D: Metal pollution assessment from Sediment Analysis, *In: Aquatic Environment*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, 110-196pp.
- Giesy J.P. & R. A. Hoke, 1990, Freshwater sediment quality criteria: Toxicity bioassessment, *In: Baudo, R., J.P. Giesy, H. Muntau* (eds.) *Sediments: chemistry and toxicity of in-place pollutants*, Lewis Publishers, Inc., Ann Arbor Boca Raton Boston, Michigan, 265-348pp.
- Giesy, J. P., J. R. Cornell, & L. G. Robert, 1990, Benthic invertebrate bioassay with toxic sediment and pore-water, *J. Env. Toxic. Chem.* 9 (4) : 233 – 248.
- Graham, E.R., 1948, Determination of soil organic matter by means a photoelectric colorimeter, *Soil Sci.* 65 : 181-187pp.
- Gunawan, B., K. Takeuchi, & O. S. Abdoellah, 2004, Challenges to community participation in watershed management: an analysis of fish farming activities at Saguling Reservoir, West Java – Indonesia. *Wat. Policy* 6: 319 - 334.
- Harkey, G. A., P. F. Landrum, & J. K. Stephen, 1994, Comparison of whole sediment, elutriate and pore water exposure for use in assessing sediment-associated organic contaminants in Bioassay. *J. Env. Toxic. Chem.* 13 (8) : 1315 – 1329.
- Holdway, D. A., & K. Lok, M. Semaan, 2001, The acute and chronic toxicity of cadmium and zinc to two hydra species, *Env. Toxic.* 16: 557-565.
- Lewis, M. A., C. B. Daniels, J. C. Moore & T. Chen, 2002, Potential genotoxicity of wastewater-contaminated pore waters with comparison to sediment toxicity and macro-benthic community composition, *Env. Toxic.* 17: 63 - 73.
- Mac Donald D.D., R.S. Carr, F.D. Calder, E.R. Long, & C.G. Ingersoll, 1996, Development and evaluation of

- sediment quality guidelines for Florida coastal water, *Ecotoxicology* 5:253-278pp.
- McCarty, J. P. & A. L. Secord, 1999, Reproductive ecology of tree swallows (*Tachycineta bicolor*) with high levels of polychlorinated bi-phenyl contamination, *Env. Toxic. Chem.* 18: 1433 – 1439.
- Peterson, C. H., M. C. Kennicutt II, R. H. Green, P. Montagna, D.E. Jr. Harper, E. N. Powell, & P. F. Roscigno, 1996, Ecological consequences of environmental perturbations associated with offshore hydrocarbon production: A perspective on Long-term Exposures in The Gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 53: 2637 – 2654.
- Pollino, C.A., & D.A.Holdway, 1999, Potential of two hydra species as standard toxicity test animals, *Ecotoxic. Env. Staf. Jul.* 43(3):309-16.
- Salim, H., 2004, Cegah kasus Buyat terjadi di Citarum, [http://www. Pikiran rakyat.com/cetak/0704/28/102.htm](http://www.Pikiranrakyat.com/cetak/0704/28/102.htm).
- Smith S.L., D.D. Mac Donald, K.A. Kennleyside, C.G. Ingersoll, & J. Field, 1996, A Preliminary evaluation of sediment quality assessment values for freshwater ecosystems, *J. Great Lakes Res.* 22:624-638pp.
- Sriwana T., 1999, Polusi vulkanogenik: Akumulasi unsur kimia dan penyebarannya di sekitar Kawah Putih, G. Patuha Bandung, Maka-lah Seminar Di Puslit Limnologi-LIPI, Cibinong, 5pp.
- Sudarso, Y., 2000, Uji toksisitas logam berat tembaga (Cu) dengan menggunakan *Hydra hymanae*. *Limnotek Perairan Darat Tropis Di Indonesia* 7 (1): 11 – 20.
- Sudarso, Y., G. P. Yoga, & T. Suryono, 2005. Kontaminasi logam berat di sedimen: Studi kasus pada Waduk Saguling, Jawa Barat. *J. Manusia dan Lingkungan* 12 (1): 28 – 42.
- Trotier, S., C. Blaise, T. Kusui, & M. N. Johnson, 1997, Acute Toxicity Assessment of aqueous samples using a microplate based *Hydra attenuata* assay. *Env. Wat. Qual.* 12: 265 - 271.
- Weber, C., 1991, Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to fresh-water and marine organisms, EPA-600/4-90-027. 292 pp.