

Penggunaan Makrozoobentos Sebagai Indikator Status Perairan Hulu Sungai Cisadane, Bogor

(The Use of Macrozoobenthos as Indicator of Up-Stream Segment of Cisadane River, Bogor)

Dyah Muji Rahayu^{1*}, Gunawan Pratama Yoga², Hefni Effendi³, Yusli Wardiatno⁴

ABSTRAK

Pencemaran antropogenik (bahan organik dan logam berat merkuri) di hulu dapat memengaruhi kelimpahan makrozoobentos. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis dan menghitung kelimpahan makrozoobentos dan kelompok *feeding groups*, serta untuk menentukan status perairan berdasarkan makrozoobentos. Penelitian dilakukan antara Januari hingga Maret 2012 pada 4 lokasi di hulu Sungai Cisadane, meliputi Cikuluwung (ST 1), Cisarua (ST 2), Curug Bitung (ST 3), dan Lukut (ST 4). Pengambilan contoh dilakukan dengan menggunakan *kick net* dan *Eckman Grab*. Jenis makrozoobentos yang dominan adalah *Bungona* (171 ind/m²), *Simulium* (101 ind/m²), *Cheumatopsyche* (50 ind/m²), dan *Polypedilum* (28 ind/m²). Berdasarkan klasifikasi *feeding groups*, komunitas makrozoobentos didominasi oleh tipe *filtering collector* dan *gatherer collector*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan Indeks Pencemaran dan Indeks Pencemaran Logam berat pada sedimen, hulu Sungai Cisadane masih tergolong tercemar ringan. Sementara indeks biologi dengan Indeks EPT dan SIGNAL mengategorikan tercemar sedang.

Kata kunci: bioindikator, *feeding groups*, makrozoobentos, Sungai Cisadane

ABSTRACT

Anthropogenic pollution (organic matter and Hg) around Cisadane River upstream can affect the abundances of macrozoobenthos. The aim of this research was to identify the abundances of macrozoobenthos and *feeding groups*, and also to identify the status of waters based on macrozoobenthos community. The research was conducted on January to March in four locations in the upstream of Cisadane River, covering Cikuluwung (ST 1), Cisarua (ST 2), Curug Bitung (ST 3), and Lukut (ST 4). Samples were collected with *kick net* and *Eckman Grab*. The dominance macrozoobenthos are *Bungona* (171 ind/m²), *Simulium* (101 ind/m²), *Cheumatopsyche* (50 ind/m²), and *Polypedilum* (28 ind/m²). Based on *feeding groups*, the dominance are *filtering collector* and *gatherer collector*. Based on the Pollution Index and Heavy Metal Pollution Index (Hg) on sediment, the upstream of Cisadane River is low polluted whereas EPT Index and Signal showed that upstream of Cisadane River is moderate polluted.

Keywords: bioindicator, Cisadane river, *feeding groups*, macrozoobenthos

PENDAHULUAN

Perkembangan peradaban yang cepat dalam beberapa dekade terakhir telah menyebabkan meningkatnya dampak manusia pada lingkungan alam (Stryjecki 2002). Kegiatan antropogenik memiliki efek yang kuat pada ekosistem perairan terutama pada komunitas biotik dan fungsi ekologi (Maddock 1999). Penelitian biota air memiliki banyak manfaat, antara lain untuk mengetahui adanya perubahan

lingkungan akibat kegiatan manusia (antropogenik) (Plafkin *et al.* 1985 dan Chessman 1995).

Indikator biologi baik untuk mendukung elemen fisika-kimia yang digunakan oleh banyak negara dalam evaluasi status ekologi (European Commission 2003). Indeks biotik adalah ekspresi numerik dengan menggabungkan ukuran kuantitatif keanekaragaman spesies dengan informasi kualitatif pada kepekaan ekologis taksa individu, yang didasarkan pada dua prinsip: 1) Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Gammarus, Asellus, Midge merah, Chironomidae, dan Tubificidae menghilang dalam urutan seiring dengan meningkatnya tingkat polusi organik; 2) Jumlah kelompok taksonomi yang berkurang karena meningkatnya polusi (Hellawell 1986). Penilaian kualitas air berdasarkan indikator biologis telah dikembangkan selama puluhan tahun, dimana sekitar 60% berdasarkan analisis makrozoobentos (De Pauw & Hawkes 1993). Makrozoobentos merupakan salah satu indikator kesehatan lingkungan akuatik yang baik (Plafkin *et al.* 1985 dan Chessman 1995).

Rosenberg dan Resh (1993), beberapa keuntungan menggunakan makrozoobentos, diantaranya: 1)

¹ Universitas Timbul Nusantara, Jalan Mandala Utara no. 33-34, Tomang-Jakarta Barat 11440.

² Pusat Penelitian Limnologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Kompleks LIPI Cibinong, Jl. Raya Jakarta Bogor KM 46, Cibinong 16911.

³ Pusat Penelitian Lingkungan Hidup-Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (PPLH-LPPM), Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

⁴ Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

* Penulis Korespondensi:

E-mail: ijum_greenblack@yahoo.co.id

Terdapat dimana-mana, dipengaruhi oleh berbagai gangguan di semua tipe perairan dan habitat; 2) Sebagian besar spesies menunjukkan respons terhadap gangguan; 3) Banyak spesies yang bersifat menetap sehingga dapat menilai efek gangguan; 4) Siklus hidupnya panjang sehingga mampu mengikuti efek gangguan yang regular atau *intermitten*, konsentrasi yang beragam; 5) Sampling kualitatif dan analisis berkembang dengan baik dan dapat dilakukan secara sederhana serta peralatannya tidak mahal; 6) Taksonomi sebagian besar kelompok telah diketahui dan kunci identifikasi telah tersedia; 7) Banyak metode data analisis telah dikembangkan untuk komunitas makrozoobentos; 8) Respons spesies terhadap tipe polusi yang berbeda telah dikembangkan; 9) Makrozoobentos sangat cocok digunakan untuk studi eksperimental gangguan perairan; dan 10) Penilaian secara biokimia dan psikologi respons individu terhadap gangguan telah dikembangkan.

Sungai Cisadane memiliki manfaat besar bagi kehidupan masyarakat di Bogor, Tangerang, dan sebagian Jakarta. Manfaat tersebut diantaranya sebagai sumber air minum, sumber pangan (media hidup ikan), dan industri. Aktivitas manusia di sekitar hulu Sungai Cisadane, seperti pembuangan limbah rumah tangga, pertanian, dan limbah Hg dari tambang emas skala tradisional maupun industri yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan *feeding groups* makrozoobentos, serta mengidentifikasi status perairan berdasarkan makrozoobentos di hulu Sungai Cisadane.

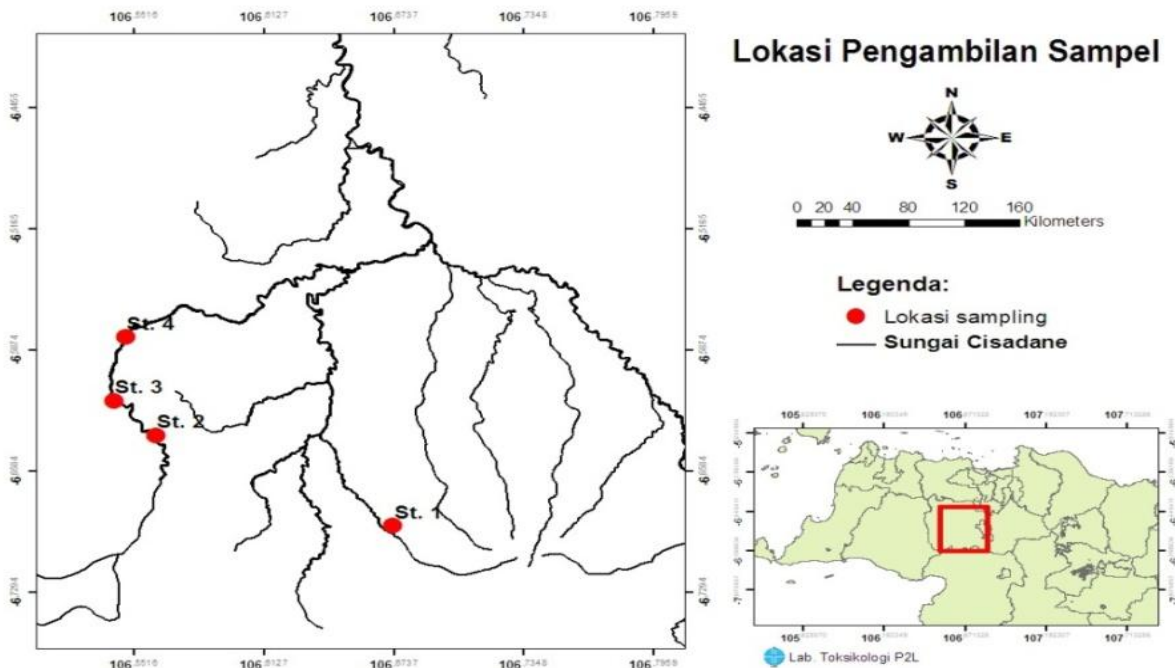
Penelitian dilakukan pada Januari–Maret 2012, terdiri dari empat stasiun, yaitu Cikuluwung (ST 1), Cisarua (ST 2), Curug Bitung (ST 3), dan Lukut (ST 4). Karakteristik keempat lokasi tersebut adalah ST 1 merupakan daerah belum banyak terpengaruh oleh

kegiatan manusia; ST 2 terdapat aktivitas berupa pembuangan limbah rumah tangga dan pengolahan emas tradisional; ST 3 terdapat aktivitas berupa pertanian, pembuangan limbah rumah tangga, dan pengolahan emas secara tradisional; dan ST 4 terdapat industri pengolahan emas, limbah rumah tangga dan pengolah emas tradisional. Lokasi penelitian secara jelas dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.

METODE PENELITIAN

Parameter kualitas air yang akan diukur diantaranya suhu, konduktivitas, TDS, DO, kandungan Hg di air dan sedimen, pH, serta TOM. Alat yang digunakan antara lain termometer, *currentmeter*, pHmeter, *Water Quality Checker*, *Mercury Analyzer Hg 300*, dan *Mercury Analyzer Hiranuma Hg 300*.

Pelaksanaan pengambilan sampel makrozoobentos dan enumerasi mengadopsi dari sistem penilaian cepat (*rapid assessment*) (Bode *et al.* 1991; Barbour *et al.* 1999). Pengambilan makrozoobentos dengan menggunakan *kick net* di daerah berbatu dan *Eckman Grabb* di substrat berlumpur. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan di 5 titik sepanjang 5 m terutama pada bagian batu yang dangkal dan substrat berlumpur. Semua organisme tersebut dimasukkan ke dalam plastik 20 l dan ditambahkan dengan formalin 5%, setelah 24–48 jam, makrozoobentos dapat disortir dalam sebuah kotak *grid subsampler* yang berukuran 30 x 15 cm. Pengerjaan pemilihan dilakukan di bawah mikroskop stereo. Hewan yang telah disortir dimasukkan ke dalam botol flakon/vial yang sudah berisi alkohol 70% sebagai pengawetnya, kemudian diidentifikasi dengan mikroskop dan buku identifikasi menggunakan Pennak



Gambar 1 Lokasi penelitian hulu Sungai Cisadane.

(1989), Thorp dan Covich (1991), Lehmkuhl (1979), Merritt dan Cummins (1996), Usinger (1956).

Analisis Data

Analisis makrozoobentos meliputi Indeks *Shannon Wiener* (H'), Indeks Keseragaman dan Kekayaan Taxa (Magurran 1991), sedangkan indeks biologi menggunakan Indeks Signal didasarkan pada ordo, famili, atau genus (Gooderham & Edward 2002), dan Indeks Ephemeroptera, Plecoptera, dan Tricoptera (EPT) yang didasarkan pada jumlah famili atau genus (Bode *et al.* 1997). Untuk indeks fisika dan kimia menggunakan Indeks Pencemaran (IP) (Nemerow 1974), dan Indeks Pencemaran Logam Hg di sedimen (Chen *et al.* 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Hasil pengukuran di lokasi penelitian, meliputi DO (6,54–7,04 mg/L), pH (7,42–7,85), suhu (23,9–25,87 °C), TDS (81,08–87,68 mg/L), konduktivitas (164,43–178,27 µs/dtk), kecepatan arus (0,44–0,58 m/dtk), TOM (16,64–19,66 mg/L), Hg sedimen (0,0011–0,05 µg/L), Hg air terlarut (1–2,03 µg/L), Hg air partikulat (34,37–49,28 µg/L), dan organik sedimen (7,44–8,44 mg/L). Hasil pengukuran rerataan kualitas fisik dan kimia air di lokasi penelitian dapat dilihat di Tabel 1.

Suhu yang baik bagi organisme untuk berkembang adalah suhu yang berkisar antara 23–35 °C (Odum 1971), sehingga berdasarkan kisaran suhu di atas, bahwa nilai suhu tersebut masih menunjang kehidupan organisme perairan. Penelitian yang dilakukan

oleh Sudarso *et al.* (2009) antara tahun 2006–2008, di aliran Sungai Cikaniki beberapa diantaranya adalah Cisarua, Curug Bitung, dan Lukut. Hasil pengukuran DO (mg/L), konduktivitas (µs/dtk), dan Hg air serta Hg sedimen (µg/L) secara berurutan pada masing-masing stasiun tersebut adalah (DO: 7,724; 7,811; dan 7,581, konduktivitas: 0,05; 0,084; dan 0,087, Hg air: 6,33; 6,89; dan 5,48, dan Hg sedimen: 13,48; 16,62; dan 11,02), sedangkan hasil penelitian ini, dengan stasiun Cisarua (ST 2), Curug Bitung (ST 3), dan Lukut (ST 4) secara berurutan adalah DO (mg/L): 6,98; 7,04; dan 6,54, konduktivitas (µs/dtk): 170,69; 176,12; dan 178,27, Hg air (µg/L): 20,33; 21,6; dan 25,14, serta Hg sedimen (µg/L): 0,04; 0,05; dan 0,02. DO mengalami penurunan, disebabkan meningkatnya pencemaran bahan organik. Hauer dan Walter (1996), pencemaran organik, seperti yang terkait dengan pengolahan limbah pembuangan secara signifikan dapat mengurangi konsentrasi DO. Konduktivitas mengalami peningkatan, disebabkan meningkatnya pencemaran bahan organik. Lenat dan Brown (1984) dan Fairchild *et al.* (1987) menyebutkan pengaruh pertanian umumnya akan meningkatkan nilai konduktivitas pertanian.

Hg air mengalami peningkatan, sedangkan Hg sedimen mengalami penurunan. Meningkatnya logam merkuri di lingkungan umumnya berasal dari sumber yang sangat kompleks, misalnya dari aktivitas alami seperti gunung berapi dan proses geologi, serta dari aktivitas antropogenik seperti industri dan pertanian (Boening 2000; Boszke 2004). Pada lokasi penelitian terdapat pengolahan emas secara tradisional dan industri. Raksa dalam bentuk organik lebih toksik dari bentuk anorganik. Bentuk senyawa raksa yang paling beracun umumnya adalah metil raksa (MeHg) (Boline 1981). Meningkatnya pencemaran bahan organik

Tabel 1 Hasil pengukuran rerataan kualitas fisika dan kimia di lokasi penelitian, tanda kurung menunjukkan nilai kualitas air dari terendah hingga tertinggi

Kualitas air	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
DO mg/L	6,85 ± 0,45 (6,42–7,22)	6,98 ± 0,41 (6,37–7,14)	7,04 ± 1,34 (5,6–8,27)	6,54 ± 0,47 (5,99–6,87)
pH	7,85 ± 0,81 (5–6,53)	7,67 ± 0,52 (7,31–8,32)	7,61 ± 0,21 (7,69–8,09)	7,42 ± 0,24 (7,14–7,59)
Suhu °C	23,90 ± 0,3 (20,9–21,5)	24,97 ± 1,78 (23,5–26,8)	25,17 ± 1,54 (22,2–25,2)	25,87 ± 1,6 (24,3–27,5)
TDS mg/L	81,06 ± 15,62 (161,2–191)	84,89 ± 31,92 (62,4–119)	86,94 ± 9,94 (71,32–91,18)	87,68 ± 8,87 (77,46–93,4)
Konduktivitas µs/dtk	164,43 ± 29,88 (323–380,6)	170,69 ± 63,32 (13,76–236)	176,12 ± 20,05 (142,72–182,26)	178,27 ± 16,69 (159,02–188,72)
Kecepatan arus m/dtk	0,44 ± 0,167 (0,4–0,74)	0,50 ± 0,11 (0,6–0,8)	0,58 ± 0,16 (0,3–0,62)	0,56 ± 0,08 (0,48–0,64)
TOM mg/L	17,22 ± 6,44 (10,71–23,43)	17,40 ± 24,54 (8,41–55,6)	16,64 ± 2,36 (15,6–19,94)	19,66 ± 8,28 (13,29–29,02)
Hg sedimen µg/L	0,0011 ± 0,0011 (0,0002–0,002)	0,04 ± 0,041 (0,01–0,08)	0,05 ± 0,07 (0,01–0,13)	0,02 ± 0,009 (0,01–0,03)
Hg air terlarut µg/L	1,24 ± 0,0001 (0,01)	2,03 ± 1,02 (0,01–2,01)	2,03 ± 1,63 (0,01–3,08)	1,00 ± 1,72 (0,01–2,99)
Hg air partikulat µg/L	34,37 ± 0,09 (0,29–0,47)	38,62 ± 12,59 (11,43–36,43)	41,16 ± 30,24 (5,28–65,65)	49,28 ± 28,31 (18,05–73,26)
Organik sedimen mg/L	7,44 ± 1,43 (8,97–11,79)	8,41 ± 1,68 (5,43–8,37)	7,67 ± 2,98 (4,16–9,97)	8,44 ± 1,8 (7,09–10,48)

pada lokasi penelitian berpotensi menyebabkan meningkatnya kandungan Hg dalam bentuk organik. Organisme perairan dapat mengakumulasi Hg dari air, sedimen, dan makanan yang dikonsumsi (Yasuda 2000). Besarnya kontaminasi Hg pada air dan sedimen, berpotensi menimbulkan gangguan pada kehidupan biota akuatik. Skinner dan Bennet (2007) menyebutkan kontaminasi merkuri di perairan dapat merusak insang pada beberapa larva dan nympha serangga akuatik, sehingga secara langsung dapat menurunkan tingkat kelulushidupan makroinvertebrata bentik.

Peruntukan Sungai Cisadane adalah sebagai bahan baku air minum (kelas satu), pertanian, dan perikanan (kelas tiga). Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kriteria mutu air adalah pH (6–9) untuk kelas satu dan tiga, DO (6 mg/L) untuk kelas satu dan (3 mg/L) untuk kelas tiga, dan Hg (0,001 mg/L atau 1 µg/L) untuk kelas satu dan (0,002 mg/L atau 2 µg/L) untuk kelas tiga, berdasarkan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, baku mutu nilai TDS berada pada 50 mg/L.

Makrozoobentos

Makrozoobentos yang ditemukan di lokasi penelitian adalah *Bungona* sp. (Baetidae, Ephemeroptera) sebanyak 171 ind/m², *Simulium* sp. (Simuliidae, Diptera) sebanyak 101 ind/m², *Cheumatopsyche* sp. (Hydropsychidae, Trichoptera) sebanyak 50 ind/m², dan *Polypedilum* sp. (Chironomidae, Diptera) sebanyak 28 ind/m². Substrat daerah penelitian sebagian besar adalah berbatu dan penelitian ini dilakukan pada saat musim hujan. Khas taksa ditandai dengan substrat dari batuan dasar adalah *Simulium* sp. (Principe *et al.* 2007). Taksa yang kelimpahannya meningkat karena musim hujan meliputi Baetidae, Chironomidae, dan Simuliidae (Robinson *et al.* 2003). Makrozoobentos yang ditemukan meliputi ordo dan genus di setiap stasiun penelitian dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 3 menunjukkan *feeding groups* dari makrozoobentos. *Feeding groups* yang banyak ditemukan di lokasi penelitian adalah *filtering collector* (FC) dan *gatherer collector* (GC). ST 1 dan ST 4 didominasi oleh *filtering collector* (FC), yaitu *Simulium* sp. dan ST 2 serta ST 3 didominasi oleh *gatherer collector* (GC), yaitu *Bungona* sp.. *Filtering collector* maupun *gatherer collector* tersebut memanfaatkan bahan organik yang terlarut dalam perairan, hal ini menunjukkan bahwa stasiun-stasiun pengamatan mengalami pencemaran bahan organik. Ada 5 kelompok makanan fungsional utama di mana arus invertebrata dapat diklasifikasikan: *shredders*, *gathering-collectors*, *filtering collectors*, dan *scrapers* (*grazers*) (Gallo 2013). Avertebrata sungai yang termasuk *gathering-collectors* mengonsumsi FPOM dan Ultra-Fine Particulate Organic Matter (UFPOM)

Tabel 2 Ordo dan kelimpahan genus makrozoobentos yang ditemukan pada masing-masing stasiun

Group	Taxa	Kelimpahan ind/m ²			
		ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
Ephemeroptera	<i>Bungona</i>	1	150	14	6
Ephemeroptera	<i>Baetid genus II</i>	1	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Kirrara</i>	1	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Ephemeroptera pupa</i>	0	0	1	0
Phylum annelida/ Gordioidea	<i>Oligochaeta</i>	0	15	1	1
	<i>Faurus</i>	0	0	0	1
Trichoptera	<i>Cheumatopsyche</i>	30	3	5	12
Trichoptera	<i>Ecnomus</i>	1	1	0	0
Trichoptera	<i>Apsilochorema</i>	1	0	0	1
Trichoptera	<i>Oxyethira</i>	0	1	0	0
Trichoptera	<i>Chimarra</i>	1	0	0	0
Diptera	<i>Ablabesmyia</i>	1	1	1	1
Diptera	<i>Chironomidae pupa</i>	1	1	7	2
Diptera	<i>Genus 2</i>	0	0	1	0
Diptera	<i>Elmidae</i>	0	0	0	1
Diptera	<i>Chironomus</i>	1	1	2	1
Diptera	<i>Polypedilum</i>	4	7	10	7
Diptera	<i>Crycotopus</i>	1	2	4	2
Diptera	<i>Parakiefferiella</i>	0	1	0	0
Diptera	<i>Anopheles</i>	0	1	0	0
Diptera	<i>Branchiura</i>	0	1	0	1
Diptera	<i>Bezzia</i>	1	0	1	1
Diptera	<i>Forcipomyia nae larva</i>	0	0	1	0
Diptera	<i>Simulium</i>	82	1	6	12
Diptera	<i>Athericidae</i>	1	0	1	0
Diptera	<i>Tipulidae larva</i>	1	0	1	1
Diptera	<i>Tanyderidae larva</i>	0	1	1	0
Diptera	<i>Stratiomyidae larva</i>	0	0	1	0
Diptera	<i>Psichodidae</i>	0	1	0	1
Diptera	<i>Dixella</i>	0	0	1	0
Phylum molusca/ Gastropoda	<i>Notopala</i>	0	1	0	0
	<i>Glyptophysa</i>	0	1	0	0
	<i>Potamopyrgus</i>	0	1	0	1
Coleoptera	<i>Hygrobia</i>	1	0	0	1
Coleoptera	<i>Gyrinidae larva</i>	1	0	0	0
Coleoptera	<i>Hydranidae larva</i>	1	0	0	0
Coleoptera	<i>Boresus</i>	1	0	0	1
Coleoptera	<i>Notriolus</i>	0	1	3	1
Coleoptera	<i>Coxelmis</i>	0	1	1	1
Coleoptera	<i>Scritidae larva</i>	0	1	0	0
Coleoptera	<i>Matus</i>	0	1	0	0
Coleoptera	<i>Stenopelmus larva</i>	0	1	0	0

Tabel 2 Lanjutan

Group	Taxa	Kelimpahan ind/m ²			
		ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
Plecoptera	<i>Dinotoperla</i>	2	1	0	1
Plecoptera	<i>Eunotoperla</i>	2	0	0	0
Plecoptera	<i>Austrocerca</i>	1	0	0	0
Plecoptera	<i>Eusthenia</i>	1	0	0	0
Hemiptera	<i>Saldula</i>	1	0	0	0
Hemiptera	<i>Sigara</i>	1	0	0	0
Hemiptera	<i>Merragata</i>	1	0	0	0
Hemiptera	<i>Naucoris</i>	0	0	1	0
Hemiptera	<i>Hemimptera</i> larva	0	0	1	0
Mecoptera	<i>Nannochorista</i>	0	1	0	1
Phylum nematomorpha/Gordioidea	<i>Gordius</i>	0	1	0	0
Odonata	<i>Hemicordulia</i>	1	0	0	0
Amphipoda	<i>Austrogammarus</i>	1	0	0	0
Lepidoptera	<i>Aquatic moth</i> larva	1	0	1	0
Megaloptera	<i>Hellgrammite</i>	1	0	0	0
Neotaenioglossa	<i>Melanoides</i>	0	0	0	1
Sorbeoconcha	<i>Faunus</i>	0	0	0	1
TOTAL		146	199	66	60

Tabel 3 Komposisi *feeding groups* makrozoobentos

Stasiun	Feeding group	%
ST 1	Filtering collector (FC)	78,77
	Predator (PR)	10,27
	Shredders (SH)	5,4
	Gatherer collector (GC)	5,4
ST 2	Gatherer collector (GC)	86,43
	Shredders (SH)	6,53
	Filtering collector (FC)	3,52
	Predator (PR)	1,51
	Scraper (SC)	1,51
	Parasite (PA)	0,5
ST 3	Gatherer collector (GC)	51,52
	Shredders (SH)	27,27
	Filtering collector (FC)	16,67
	Predator (PR)	4,55
ST 4	Filtering collector (FC)	41,67
	Gatherer collector (GC)	28,33
	Shredders (SH)	18,33
	Predator (PR)	6,67
	Scraper (SC)	5

yang terdapat pada substrat sungai (Vannote *et al.* 1980 dan Graca 2001).

Collectors berkontribusi terhadap dekomposisi lebih lanjut dari FPOM dengan mengumpulkan dan makan bahan organik yang mengendap di permukaan dasar sungai, yang umumnya lebih kecil dari 1 mm (Merritt & Cummings 1996). Taksa meliputi anggota Ephemeroptera (lalat capung), Plecoptera (*stoneflies*), Diptera (lalat dan pengusir hama), Nematoda, Oligochaeta, Crustacea, dan Gastropoda (Allan 1996). *Filtering collectors* mengonsumsi organik tersuspensi dalam kolom air (Merritt & Cummins 1996 dan Graca 2001). Bahan organik tersebut termasuk fitoplankton, FPOM dan UFPOM (Allan 1996). *Filter feeder*

planktonik termasuk taksa seperti Rotifera, Copepoda, Cladocerans, dan Diptera larva (Allan 1996). *Filter feeder* bentik mencakup banyak spesies dari Caddisflies, yang membuat jaring pada substrat sungai untuk mengumpulkan bahan organik dari kolom air (Merritt & Cummins 1996).

Mekanisme penyaringan dalam kelompok organisme ini dapat sangat bervariasi, misalnya Simuliidae, Diptera (larva lalat hitam), memiliki *fans* yang besar di mulut yang mereka gunakan untuk mengumpulkan partikulat tersuspensi dari kolom air (Merritt & Cummins 1996).

Hasil pengukuran mengenai Indeks *Shannon Wiener*, Indeks Keseragaman, dan Kekayaan Taxa pada masing-masing stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan Indeks *Shannon Wiener* di semua stasiun tergolong keanekaragamannya sangat rendah dengan nilai 0,814–0,854, menurut Lee *et al.* (1978) jika $H' < 1,0$ tergolong sangat rendah. Rendahnya keanekaragaman disebabkan karena adanya pencemaran antropogenik (bahan organik dan Hg).

Hasil dari Indeks Keseragaman menunjukkan bahwa di ST 3 dan ST 4 memiliki nilai mendekati 1 (E mendekati 1) artinya proporsi antar genus dalam komunitas relatif merata (seragam), sedangkan di ST 1 dan ST 2 terdapat makrozoobentos yang mendominasi. Keseragaman adalah komposisi jumlah individu dalam setiap genus yang terdapat dalam komunitas. Nilai keseragaman suatu populasi akan berkisar antara 0–1 dengan kriteria: $0,4 \leq E \leq 0,6$ dengan keseragaman populasi kecil; keseragaman populasi sedang; sampai dengan keseragaman tinggi (Brower *et al.* 1990). Keseragaman di Cikuluwung (ST 1) tergolong dalam keseragaman dengan populasi sedang, di Cisarua (ST 2) keseragaman populasinya kecil, dan di Curug Bitung (ST 3), dan Lukut (ST 4) keseragaman populasinya tinggi.

Hasil dari Kekayaan Taxa, di Lukut (ST 4) tertinggi dengan nilai kisaran 14–16, artinya jumlah spesies yang ditemukan di daerah tersebut lebih banyak. Suatu ekosistem yang dikatakan stabil dapat saja memiliki keanekaragaman yang rendah atau tinggi (Odum 1971).

Status Perairan Berdasarkan Makrozoobentos

Status perairan ini berdasarkan parameter fisika dan kimia menggunakan Indeks Pencemaran dan Indeks Pencemaran Logam Hg di sedimen, sedangkan parameter biologi EPT, dan Signal. Hasilnya dapat dilihat di Tabel 5, 6, dan 7 di bawah ini. Tabel 5 menunjukkan bahwa menurut Indeks Pencemaran dan Indeks Pencemaran Logam Hg di sedimen, semua stasiun pengamatan tergolong tercemar ringan.

Tabel 6 menunjukkan berdasarkan EPT, kualitas perairan di Cikuluwung (ST 1) masih tergolong baik, sedangkan di Cisarua (ST 2), Curug Bitung (ST 3), dan Lukut (ST 4) status perairan tergolong tercemar sedang.

Total jumlah Ephemeroptera, Plecoptera, dan Tricoptera (EPT) menunjukkan adanya penurunan jumlah dari hulu di Cikuluwung (ST 1) hingga ke Curug Bitung (ST 3), hal tersebut dikarenakan tingginya pencemaran bahan organik di Curug Bitung disebabkan oleh adanya aktivitas manusia berupa pertanian dan buangan limbah rumah tangga. Menurut Wilhm (1975), organisme intoleran adalah organisme yang jarang dijumpai pada perairan yang kaya akan bahan organik. Selain itu, organisme ini tidak dapat beradaptasi bila kualitas perairan menurun, contohnya adalah kelompok Ephemeroptera, Trichoptera, dan Plecoptera.

Tabel 7 menunjukkan berdasarkan Indeks Signal di Curug Bitung (ST 3) tercemar ringan, sedangkan Cikuluwung (ST 1), Cisarua (ST 2), dan Lukut (ST 4) tergolong tercemar ringan.

KESIMPULAN

Kelimpahan tertinggi adalah *Bungona* dan *Simulium*, berdasarkan *feeding groups* didominasi oleh *filtering collector* dan *gatherer collector*. Status perairan di Hulu Sungai Cisdane berdasarkan Indeks

Tabel 4 Nilai Indeks *Shannon Wiener*, Indeks Keseragaman, dan Kekayaan Taxa pada masing-masing stasiun penelitian

Stasiun	Indeks <i>Shannon Wiener</i>	Indeks Keseragaman	Kekayaan Taxa
ST 1	0,814	0,455–0,703	10–16
ST 2	0,819	0,268–0,575	11–16
ST 3	0,844	0,809–0,962	7–14
ST 4	0,854	0,88–0,914	14–16

Tabel 5 Status perairan berdasarkan Indeks Pencemaran dan Indeks Pencemaran Logam Berat (Hg) sedimen

Lokasi	Indeks Pencemaran		Indeks Pencemaran Logam Berat (Hg)	
	Nilai	Status	Nilai	Status
ST 1	2,62	Tercemar ringan	0,03	Tercemar ringan
ST 2	2,18	Tercemar ringan	0,17	Tercemar ringan
ST 3	2,80	Tercemar ringan	0,15	Tercemar ringan
ST 4	3,35	Tercemar ringan	0,23	Tercemar ringan

Tabel 6 Status perairan menggunakan EPT berdasarkan kekayaan family dan genus

EPT GROUPS	Kekayaan family				Kekayaan genus			
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
E	3	1	1	1	3	1	2	1
P	3	1	1	1	4	1	0	1
T	4	3	0	2	4	3	1	2
Total	10	5	2	4	11	5	3	4
Kriteria mutu air	Baik	Tercemar sedang	Tercemar sedang	Tercemar sedang	Baik	Tercemar sedang	Tercemar sedang	Tercemar sedang

Pencemaran dan Indeks Pencemaran Logam Berat Hg, menunjukkan tercemar ringan, berdasarkan Indeks EPT, menunjukkan baik-tercemar sedang, sedangkan Indeks Signal, menunjukkan tercemar ringan-tercemar sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Jojok Sudarso (Limnologi, LIPI) yang telah membantu memfasilitasi alat serta bahan dalam penelitian ini, serta Tri Suryo MSi (Limnologi, LIPI) yang telah membantu selama proses di lapang. Penulis pertama berterima kasih kepada Institut Pertanian Bogor atas fasilitas pendidikan yang baik selama menempuh studi program magister di PS Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allan DJ. 1996. *Stream Ecology*. Chapman and Hall, New York (US).
- Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrata, and Fish*. (Edisi ke-2). Office of Water, Washington (US).
- Bode RW, Novak MA, Abele LE. 1991. *Methods for Rapid Biological Assessment of Stream*. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, New York (US).
- Bode RW, Burian SK, Novak MA, Abele LE. 1997. "New Record of *Brachycercus maculatus* Berner (Ephemeroptera: Caenidae) from New York and a key to Larvae of Northeastern Species. *Great Lakes Entomologist*. 30(3). 85–88.

Tabel 7 Status perairan berdasarkan Indeks Signal (Gooderham & Edward 2002) pada masing-masing stasiun penelitian

Stasiun	Nilai	Status
ST 1	5,31	Tercemar ringan
ST 2	5,16	Tercemar ringan
ST 3	4,72	Tercemar sedang
ST 4	5,13	Tercemar ringan

- Boening DW. 2000. "Ecological Effects, Transport, and Fate of Mercury: A General Review". *Chemosphere*. 40(12): 1335–1351.
- Boline RD. 1981. "Some Speciation and Mechanistic Aspect". In McKinney (Ed.): *Environmental Health Chemistry* (pp. 497–554). Science Publishers Inc, Ann Arbor, Michigan (US).
- Boszke L, Kowalski A, Siepak J. 2004. Grain Size Partitioning of Mercury in Sediments of The Middle Odra River (Germany/Poland). *Water, Air, and Soil Pollution*. 159(1): 125–138.
- Brower JE, Zar JH, Ende von CN. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. WCB Publishers, Dubuque, Iowa (US).
- Chen TB, Zheng YM, Lei M, Huang ZC, Wu HT, Chen H, Fan KK, Yu K, Wu X, Tian XZ. 2005. "Assessment of Heavy Metal Pollution in Surface Soils of Urban Parks in Beijing, Cina". *Chemosphere*. 60(4): 542–551.
- Chessman B. 1995. "Rapid Assessment of River Using Macroinvertebrates: a Procedure based on Habitat Specific Sampling, Family Level Identification and Abiotic Index". *Australian Journal of Ecology*. 20(1): 122–129.
- De Pauw N, Hawkes AH. 1993. "Biological Monitoring of Water Quality". In Walley WJ, Judd S (Ed.). *River Water Quality Monitoring and Control*. Aston University, Birmingham (GB).
- European Commission. 2003. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document no. 10, Rivers and lakes (Typology)*. Working Group REFCON.
- Fairchild IJ, Spiro B. 1987. "Petrological and Isotopic Implications of some Contrasting Late Precambrian Carbonates, NE Spitsbergen". *Sedimentology*. 34(6): 973–989.
- Gallo ER. 2013. The Importance of Stream Invertebrates to Riverine Ecosystem Function. https://www.geology.ucdavis.edu/~shlemonc/html/trips/scott_river/docs/reports/Erika_Gallo.pdf. diakses tanggal 9 April 2013.
- Gooderham J, Edward T. 2002. *A Guide to Freshwater Macroinvertebrates of Temperate Australia, The Waterbug Book*. Csiro Publishing, Australia.
- Graca MAS. 2001. "The Role of Invertebrates on Leaf Litter Decomposition in Streams-a Review". *International Review of Hydrobiology*. 86(4–5): 383–393.
- Hauer FR, Walter RH. 1996. "Temperature, Light, and Oxygen". Hauer FR, Lamberti GA (Ed.). *Methods in Stream Ecology*. Academic Press, New York (US).
- Hellawell JM. 1986. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. Elsevier Science, London (GB).
- [KLH] Kementrian Lingkungan Hidup. 2003. Peraturan Kementrian Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Jakarta (ID).
- Lee CD, Wang SE, Kuo CL. 1978. "Benthic Macroinvertebrates and Fish as Biological Indicators of Water Quality, with Reference to Community Diversity Index". Makalah disajikan dalam International Conference on Water Pollution Control in Developing Countries, Bangkok (TH).
- Lehmkuhl DM. 1979. A new genus and species of Heptageniidae (Ephemeroptera) from western Canada. *Canadian Entomologist*. 111(7): 859–862. *Macdunnoa nipawinia* gen.sp.n.
- Lenat D, Brown JS. 1984. "Why AM and EURISKO Appear to Work". *Artificial Intelligence*. 23(3): 269–294.
- Maddock I. 1999. "The Importance of Physical Habitat Assessment for Evaluating River Health". *Freshwater Biology*. 41(2): 373–391.
- Magurran AE. 1991. *Ecological Diversity and its Measurement*. Chapman & Hall, New York (US).
- Merritt RW, Cummins KW. 1996. *Aquatic Insects of North America*. (pp. 74–97). Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa (US).
- Nemerow NL. 1974. *Scientific Stream Pollution Analysis*, McGraw-Hill, New York (US).
- Odum EP. 1971. *Fundamental of ecology*. WB Saunders Company, London (GB).
- Pennak RW. 1989. *Freshwater Invertebrate of The United States* (3rd ed). John Wiley & Sons, New York (US).
- [PP] Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Plafkin JL, Barbour MT, Porter KD, Gross SK, Hughes RM. 1985. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish*. USEPA, Assessment and Watershed Protection Division, Washington DC (US).
- Principe RE, Graciela BR, Cristina MG, Ana MR, Maria CC. 2007. "Do Hydraulic Units Define Macroinvertebrate Assemblages in Mountain Streams of Central Argentina?". *Limnologica*. 37(4): 323–336.
- Robinson CT, Urs Uehlinger, Michael TM. 2003. "Effects of a Multi-year Experimental Flood Regime on Macroinvertebrates Downstream of a Reservoir". *Aquatic Sciences*. 65(3): 210–222.

- Rosenberg DM, Resh VH. 1993. *Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman dan Hall, New York (US).
- Skinner KM, Bennett JD. 2007. "Altered Gill Morphology in Benthic Macroinvertebrates from Mercury Enriched Streams in the Neversink Reservoir Watershed, New York". *Ecotoxicology*. 16(3): 311–316.
- Stryjecki R. 2002. The Impact of Human Activity on the Water Mite Fauna (Acari, Hydrachnidia) of the "Lasy Janowskie" Landscape Park (South-Eastern Poland). *Proceedings of the IV Symposium oleh European Association of Acarologist*. Kluwer Academic Publisher.
- Sudarso Y, Gunawan PY, Tri S, Muhamad SS, Yustiawati. 2009. "Pengaruh Aktivitas Antropogenik di Sungai Cikaniki (Jawa Barat) terhadap Komunitas Fauna Makrobentik". *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia*. 16(2): 153–166.
- Thorp JH, Chovich AP. 1991. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, Inc. San Diego, California (US).
- Usinger RL. 1956. *Aquatic insects of Carolina*. University of Carolina Press, Barkeley (US).
- Vannote RL, Minshall GW, Cummings KW, Sedell JR, Cushing CE. 1980. "The River Continuum Concept". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 37(1): 130–137.
- Wilhm JL. 1975. *Biological Indicators of Pollution, in River Ecology*. Whitton B.A (Ed.) University of California Press, Berkeley (US).
- Yasuda Y. 2000. *Water pollution control policy and management: The Japanese experience*. In Okada M, Peterson SA (Ed.). Gyosei Ltd, Tokyo (JP).