

KARAKTERISTIK KUALITAS AIR SUNGAI CILIWUNG DI SEGMENT KEBUN RAYA BOGOR

(Water Quality Characteristic of Ciliwung River at Bogor Botanical Garden Segment, Bogor)

ADITYA BAGUS SUJATI¹⁾, AGUS PRIYONO²⁾ DAN SITI BADRIYAH³⁾

¹⁾ Program Sarjana, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, IPB

²⁾ Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, IPB

Email: gusno128@yahoo.com

Diterima 17 Juli 2017 / Disetujui 23 Agustus 2017

ABSTRACT

Ciliwung river is a river with water quality classified in moderate polluted until heavy polluted due to the high pollution load and lack of open green space in river banks, except in some area including Bogor Botanical Garden (KRB). Bogor Botanical Garden (KRB) is one of the open green space that play a role of buffer area for Ciliwung River in KRB segment. The results of this research by analyzing the water quality (physico-chemical factors and macrozoobenthos) on the inlet KRB, middle KRB and outlet KRB showed that Ciliwung river in KRB segment still meet water quality standard class II except COD. Macrozoobenthos community structure is dominated by the order Ephemeroptera and Trichoptera. Analysis of water quality using Water Quality Index, Pollution Index, Shannon-Wiener diversity index and Hilsenhoff Biotic Index shows there are increasing of the quality of water from the inlet KRB, middle KRB to the outlet KRB.

Keywords: green open space, macrozoobenthos, purification

ABSTRAK

Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang mengalami tingkat pencemaran sedang sampai berat akibat tingginya beban pencemaran dan semakin kurangnya ruang terbuka hijau (RTH) di sekitarnya, kecuali beberapa lahan termasuk Kebun Raya Bogor (KRB). KRB menjadi salah satu areal yang berperan penting sebagai penyangga bagi Sungai Ciliwung di segmen tersebut. Hasil penelitian yang dilakukan dengan menganalisis perubahan kualitas air (fisik kimia dan makrozoobenthos) pada bagian inlet, tengah dan outlet KRB menunjukkan kondisi kualitas air masih memenuhi baku mutu air kelas II, kecuali COD. Struktur komunitas makrozoobenthos didominasi ordo Ephemeroptera dan Trichoptera. Hasil analisis kualitas air menggunakan Indeks Kualitas Air, Pollution Index, Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dan Indeks Biotik menunjukkan peningkatan kualitas air dari arah inlet KRB, tengah KRB hingga outlet KRB.

Kata kunci: makrozoobenthos, purifikasi, ruang terbuka hijau

PENDAHULUAN

Sungai Ciliwung mengalir dari hulunya di daerah Puncak Kabupaten Bogor hingga bermuara di Teluk Jakarta. Akibat tekanan penduduk dan kegiatan ekonomi yang terus meningkat, maka kualitas air sungai ini termasuk tercemar berat (KLH 2010) sejak hulunya. Trofisa (2011) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sumber-sumber pencemar air Sungai Ciliwung di Kota Bogor meliputi limbah domestik/rumah tangga, industri, peternakan dan pertanian.

Secara alami ekosistem sungai pada dasarnya memiliki daya pulih alami (purifikasi) untuk mengasimilasi semua pencemar yang masuk ke dalam sungai. Meskipun demikian kemampuan purifikasi ini sangat bergantung kepada intensitas bahan pencemar dari lingkungan sekitarnya. Apabila masukan bahan-bahan pencemar dari lingkungan sekitar terus menerus berlangsung maka daya purifikasi dari sungai ini tidak akan mampu mengimbangi laju beban pencemaran. Hasilnya meskipun sungai memiliki kemampuan

purifikasi maka kualitas air sungai tersebut akan terus memburuk.

Berdasarkan fakta tersebut, keberadaan ruang terbuka hijau di sekitar sempadan sungai sebenarnya merupakan salah satu cara untuk meningkatkan laju pemulihan air. Ruang terbuka hijau berperan sebagai benteng untuk mengurangi masukan pencemar dari luar sehingga laju pemulihan air akan lebih besar dari laju pencemaran air. Kebun Raya Bogor merupakan salah satu ruang terbuka hijau yang sangat penting perannya dalam menjaga kualitas lingkungan di Kota Bogor. Keberadaan kebun raya ini telah banyak memberikan manfaat jasa lingkungan untuk masyarakat di Kota Bogor. Ruang terbuka hijau ini selain memberikan manfaat iklim mikro dan estetika bagi Kota Bogor, juga berfungsi sebagai segmen hijau Sungai Ciliwung bagi berlangsungnya proses purifikasi. Urgensi dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar peran Kebun Raya Bogor dalam membantu pemulihan air (purifikasi) Sungai Ciliwung. Penelitian dilakukan dengan mengukur perubahan kualitas air Sungai Ciliwung sebelum dan

sesudah melewati areal Kebun Raya Bogor menggunkan parameter fisik-kimia dan juga parameter biotik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan status kualitas air Sungai Ciliwung di hulu (*inlet*), tengah dan hilir (*outlet*) segmen Kebun Raya Bogor.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dari 26 Januari 2017 hingga 6 Maret 2017 berlokasi di Sungai Ciliwung segmen Kebun Raya Bogor yang terletak di Kota Bogor, Jawa Barat. Lokasi pengambilan contoh air dan biota makrozoobentos dilakukan pada 3 titik yaitu di *inlet* (di bawah jembatan Otista), tengah dan *outlet* Kebun Raya Bogor (di bawah Jembatan Sempur).

Alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain: surber untuk mengambil sample makrozoobentos, botol *sample* air, saringan makrozoobentos, alat ukur panjang, bola pimpong, *stopwatch*, alat tulis, *tallysheet* dan buku panduan makrozoobentos. Adapun bahan yang digunakan yaitu sampel biota makrozoobentos, sampel air dan alkohol.

Jenis data yang dikumpulkan meliputi: (1) kondisi fisik perairan seperti: lebar, kecepatan arus dan tipe substrat dasar sungai; (2) kualitas fisik kimia kualitas air meliputi: oksigen terlarut (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), pH,

TSS dan kekeruhan; serta (3) komunitas makrozoobentos.

Analisis dilakukan secara deskriptif dengan mengguraikan data literatur mengenai parameter fisik-kimia, komunitas makrozoobentos dan mekanisme purifikasi sungai. Selain itu data parameter fisik-kimia dan komunitas makrozoobentos dianalisis secara kuantitatif menggunakan indeks-indeks pencemaran.

Indeks Kualitas Air (IKA). Status kualitas air ditentukan dengan menggunakan acuan *National Sanitation Foundation Water Quality Index* (NSF-WQI) atau Indeks Kualitas Air (IKA). Perhitungan Indeks Kualitas Air dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Ott 1978):

$$IKA = \sum_{k=0}^n Wi.Li$$

Keterangan:

- IKA = Indeks Kualitas Air
- Wi = Bobot tiap parameter
- Li = Nilai dari kurva sub-indeks
- n = Jumlah parameter

Parameter yang digunakan dalam perhitungan Indeks Kualitas Air beserta bobot setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 1 dan kriteria Indeks Kualitas Air diklasifikasikan kedalam 5 kategori menurut Brown *et al.* (1970) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Parameter dan bobot parameter dalam perhitungan Indeks Kualitas Air

No	Parameter	Bobot parameter (wa)	Bobot parameter penyesuaian (wb)	Satuan
1	Oksigen Terlarut	0,17	0,20	mg/L
2	pH	0,11	0,13	-
3	BOD	0,11	0,13	mg/L
4	Suhu	0,10	0,12	°C
5	Kekeruhan	0,08	0,10	NTU
6	Padatan total	0,07	0,08	mg/L
7	Nitrat	0,10	0,12	mg/L
8	Total Fosfat	0,10	0,12	mg/L

Tabel 2 Klasifikasi kategori indeks kualitas air

No	Nilai	Kategori
1	0-25	Sangat buruk
2	26-50	Buruk
3	51-70	Sedang
4	71-90	Baik
5	91-100	Sangat baik

Indeks Pencemaran (IP). Rumus perhitungan Indeks Pencemaran (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003) adalah :

$$PIj = \sqrt{\frac{(Ci/Lij)_m^2 + Ci/Lij_r^2}{2}}$$

Keterangan :

- Lij = Konsentrasi parameter kualitas air ke-i pada baku peruntukan air ke-j

Ci = Konsentrasi parameter kualitas air ke-I hasil sampling

Ci/Lij_r = nisbah Ci/Li rata-rata

Ci/Lij_m = nisbah Ci/Li maksimum

PIj = Indeks pencemaran

Evaluasi terhadap nilai PI adalah:

0 ≤ PIj ≤ 1,0 : kondisi baik (memenuhi baku mutu)

1,0 < PIj ≤ 5,0 : tercemar ringan

5,0 < PIj ≤ 10,0 : tercemar sedang

PIj > 10,0 : tercemar berat

Indeks Keanekaragaman. Keanekaragaman makrozoobentos dapat dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman *Shannon-wiener* dengan rumus sebagai berikut (Magurran 2004):

$$H' = - \sum pi \ln pi$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman *Shannon-wiener*

P_i = Perbandingan jumlah individu jenis tertentu dengan jumlah individu keseluruhan individu (n/N).

Selang rentang nilai dari indeks *Shannon-wiener* ini dapat menunjukkan kualitas air dilihat dari tingkat keanekaragaman mekrozoobentos di perairan tersebut. Menurut Lee *et al.* (1978) interpretasi nilai indeks *Shannon-wiener* terhadap kualitas air seperti yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan Indeks Keanekaragaman

Tingkat pencemaran	Indeks keanekaragaman
Tercemar sangat ringan	>3,0
Tercemar ringan	2,0 – 3,0
Tercemar sedang	1,0 - 2,0
Tercemar berat	<1,0

Tabel 4 Klasifikasi kualitas air berdasarkan Indeks Biotik *Hilsenhoff* (HBI)

Indeks biotik Hilsenhoff	Kualitas air	Tingkat pencemaran
0,00 – 3,75	Sangat baik	Tidak terpolusi bahan organik
3,76 – 4,25	Baik sekali	Sedikit terpolusi bahan organik
4,26 – 5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01 – 5,75	Cukup	Terpolusi agak banyak
5,76 – 6,50	Agak buruk	Terpolusi banyak
6,51 – 7,25	Buruk	Terpolusi cukup banyak
7,26 – 10,00	Sangat buruk	Terpolusi berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Sungai Ciliwung Segmen Kebun Raya Bogor

Berdasarkan hasil kajian lapangan, substrat Sungai Ciliwung pada segmen Kebun Raya Bogor didominasi oleh batu-batuan dan kerikil. Panjang Sungai Ciliwung pada segmen Kebun Raya Bogor 1.200 m, dengan lebar rata-rata 17 m, kecepatan arus sebesar 1,03 m/det dan debit air sebesar 329,62 m³/det.

Menurut Macon dan Welch (1980) dalam Bakti (1991) tipe arus berdasarkan kecepatannya dapat dibagi menjadi 5 tipe yaitu sungai arus sangat cepat > 1 m/det, arus cepat 0,5-1 m/det, arus sedang 0,2-0,5 m/det, arus lambat 0,1-0,2 m/det dan arus sangat lambat < 0,1 m/det. Berdasarkan tipe tersebut secara umum Sungai Ciliwung segmen Kebun Raya Bogor tergolong kedalam sungai dengan arus sangat cepat. Kecepatan arus sungai sangat berpengaruh terhadap proses purifikasi. Kecepatan arus akan membuat turbulensi permukaan air sehingga memperluas area difusi oksigen dari udara ke dalam perairan. Tingginya kadar oksigen (DO) di dalam perairan akan meningkatkan proses oksidasi bahan-bahan

Indeks Biotik Hilsenhoff (HBI). Indeks biotik *Hilsenhoff* merupakan indeks biotik yang digunakan sebagai parameter penduga kualitas air. Indeks ini dapat lebih menunjukkan kualitas air karena mempertimbangkan nilai tingkat toleransi dari setiap jenis makrozoobentos. Rumus Indeks Biotik *Hilsenhoff* sebagai berikut (Hilsenhoff 1982):

$$HBI = \frac{\sum ni \times ti}{N}$$

Keterangan:

HBI = Indeks Biotik *Hilsenhoff*

n_i = Jumlah individu makrozoobentos jenis i

t_i = Nilai toleransi jenis i

N = Jumlah total individu makrozoobentos

Hasil perhitungan indeks tersebut dapat diinterpretasikan mengenai kualitas air dan tingkat pencemarannya seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.

pencemar secara kimiawi dan membantu organisme akuatik untuk mendekomposisi bahan-bahan pencemar organik.

2. Kualitas Air

Hasil analisis kualitas air (parameter fisik kimia) pada *inlet*, tengah dan *outlet* KRB diperoleh rata-rata dari masing-masing parameter seperti yang tersaji pada Tabel 5. Nilai standar untuk parameter fisik dan kimia dalam penelitian ini mengacu pada Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dengan Baku Mutu Air (BMA) kelas II.

Secara umum kondisi kualitas air Sungai Ciliwung mengalami peningkatan dari *inlet* ke arah *outlet*. Mengacu pada PP 82/2001 parameter fisik-kimia Sungai Ciliwung di segmen Kebun Raya Bogor ini masih memenuhi baku mutu air untuk kelas II. Parameter kimia terutama BOD pada *outlet* telah memenuhi BMA kelas II sedangkan COD pada ketiga lokasi *sampling* telah melampaui baku mutu air kelas II (>25 mg/l).

Tabel 5 Hasil analisis kualitas air

No	Parameter	BMA Kelas II	Lokasi		
			Inlet	KRB	Outlet
1	Kekeruhan (NTU)	-	5,5	4,23	5,57
2	TSS (mg/L)	50	36,48	22,03	26,65
3	Suhu (°C)	dev.3	25	24	23
4	pH	6-9	6,7	6,8	7,0
5	DO (mg/L)	4,0	5,8	4,9	5,6
6	BOD (mg/L)	3,0	8,5	3,7	2,2
7	COD (mg/L)	25,0	43,1	64,8	56,3

3. Struktur Komunitas Makrozoobentos

Hasil *sampling* makrozoobentos di tiga titik yaitu *inlet*, tengah KRB dan *outlet* mendapatkan makrozoobentos sebanyak 16 famili dari 8 ordo. Ordo yang memiliki jumlah individu terbanyak pada masing-masing titik adalah ordo Ephemeroptera sebanyak 144 individu (44 individu pada *inlet*, 52 individu pada KRB dan 48 individu pada *outlet*) dan ordo Trichoptera

sebanyak 112 individu (9 individu pada *inlet*, 69 individu pada KRB, dan 34 individu pada *outlet*). Ordo Ephemeroptera yang didapatkan terdiri dari famili Baetidae, Ephemerelidae, dan Tricortyidae. Ordo Trichoptera yang didapatkan terdiri dari famili Hydropsychidae dan Prganeidae. Rekapitulasi hasil *sampling* makrozoobentos dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil *sampling* makrozoobentos

Ordo	Famili	Inlet (individu)	KRB (individu)	Outlet (individu)
Coleoptera	Dryopidae	2	0	3
	Elmidae	3	1	10
	Psephenidae	1	0	0
Decapoda	Decapoda	0	1	0
Diptera	Docolopodidae	0	0	1
	Hydrophilidae	0	3	2
	Tipulidae	1	1	1
Ephemeroptera	Baetidae	44	50	46
	Ephemerelidae	0	0	2
	Tricortyidae	0	2	0
Hirudinea	Hirudinea	3	4	4
Odonata	Calopterygidae	0	0	1
Plecoptera	Cloroperlidae	0	0	6
	Perlodidae	3	7	0
Trichoptera	Hydropsychidae	9	69	33

Dalam penelitian ini Ordo Ephemeroptera dan Trichoteramerupakan ordo yang memiliki kelimpahan tertinggi yaitu sebanyak 45,9% dan 35,7% dari total individu yang berhasil didapatkan. Hasil penelitian lain seperti Maret (1988) pada Sungai Long Pine Creek; Sanchez-Fernandes *et al.* (2006) pada Sungai Segura dan Zivic *et al.* (2001) pada Sungai Morava Selatan juga mendapatkan ordo Ephemeroptera dan Trichoptera memiki kelimpahan yang tinggi. Jenis-jenis ini juga seringkali dijadikan sebagai indikator pencemaran air karena hampir dapat ditemui di semua jenis perairan mengalir dan memiliki daya toleransi yang cukup baik terhadap pencemaran bahan organik (Castillo *et al.* 2006; Shiels 2010; Wright *et al.* 2000).

Selain ordo Ephemeroptera dan juga Trichoptera ordo lain yang sering dijadikan indikator kualitas air adalah ordo Plecoptera (Voshell *et al.* 2002). Indeks EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) pada sungai Ciliwung segmen KRB menunjukkan hasil sebesar 43% atau terdapat sebanyak 7 famili sehingga tergolong kedalam kategori “baik”. Menurut Bode *et al.* (1997) nilai rentang famili yang ditemukan berjumlah 6-10 famili menunjukkan bahwa kualitas air tersebut tergolong baik.

4. Status Kualitas Air

Hasil perhitungan status kualitas air dengan menggunakan Indeks Pencemaran (IP) maupun Indeks Kualitas Air (IKA) menunjukkan kategori status kualitas

air yang sama, yaitu “tercemar ringan” atau kualitas air “baik”. Namun demikian secara numerik nilai indeks IP maupun IKA menunjukkan perubahan menuju kualitas air yang lebih baik dari arah *inlet* ke tengah dan *outlet* KRB. Hasil perhitungan IP dan IKA tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil analisis Indeks Kualitas Air

Lokasi	IKA		IP	
	Nilai	Ket.	Nilai	Ket.
Inlet	71,13	Baik	2,52	Tercemar ringan
KRB	72,34	Baik	2,32	Tercemar ringan
Outlet	77,39	Baik	2,08	Tercemar ringan

Sungai Ciliwung di Segmen Kota Bogor ditargetkan memiliki kualitas air kelas II. Berdasarkan perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA) kondisi di segmen KRB dari *inlet* (IKA 71,13) hingga *outlet* (IKA 77,39) masih tergolong kedalam kategori “baik”. Adapun berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Sungai Ciliwung di segmen Kebun Raya Bogor termasuk kedalam kategori tercemar ringan, baik pada *inlet* (2,52); pada tengah KRB (2,32) dan pada *outlet* (2,08). Kondisi status kualitas air ini juga sesuai dengan hasil pengukuran kualitas fisik kimia air yang bersamaan (Tabel 5), yang menunjukkan kondisi fisik kimia kualitas airnya memenuhi baku mutu kelas II, kecuali pada nilai COD.

Status kualitas air di Segmen Kebun Raya Bogor tergolong “baik” dan tingkat pencemaran tergolong “ringan”. Hasil ini bersesuaian antara hasil analisis laboratorium maupun indeks IKA dan indeks IP. Perbaikan/peningkatan kualitas air Sungai Ciliwung setelah melewati Kebun Raya Bogor ini dimungkinkan akibat berkurangnya masukan sumber pencemar domestik ataupun industri di sepanjang Sungai Ciliwung di segmen Kebun Raya Bogor sehingga proses purifikasi dapat berjalan dengan baik.

5. Indeks Biotik

Indeks Biotik dalam penelitian ini menggambarkan komposisi makrozoobentos dalam perairan. Indeks biotik banyak digunakan karena cukup representatif mencerminkan kondisi lingkungan perairan. Hasil *sampling* makrozoobentos yang telah didapatkan dari tiga titik *sample* selanjutnya dianalisis dan didapatkan nilai indeks biotiknya dan kategori pencemarannya (Tabel 8).

Tabel 8 Hasil analisis Indeks Biotik Kualitas Air

Lokasi	Indeks Biotik			
	H'	Ket.	HBI	Ket.
Inlet	1,96	tercemar sedang	4,24	baik sekali
KRB	1,01	tercemar sedang	4,09	baik sekali
Outlet	1,88	tercemar sedang	3,90	baik sekali

Pendugaan status kualitas air menggunakan Indeks keanekaragaman Shannon-wiener menunjukkan adanya perubahan kualitas air setelah melewati KRB. Nilai Indeks Keanekaragaman pada *inlet* (1,96), tengah KRB (1,01) maupun *outlet* (1,88) termasuk dalam kategori tercemar sedang. Hasil perhitungan indeks HBI ini menunjukkan adanya penurunan nilai indeks biotik yang berarti adanya penurunan kadar pencemaran. Rata-rata nilai indeks biotik Hilsenhoff berturut turut dari *inlet*, KRB, dan *outlet* berturut-turut adalah 4,24; 4,09 dan 3,90. Nilai ini tergolong kedalam kategori “baik sekali” yang artinya perairan tersebut hanya sedikit tercemar bahan organik. Penurunan nilai indeks biotik Hilsenhoff ini mengindikasikan bahwa terjadi perbaikan kualitas air dari arah inlet ke outlet KRB.

Pendugaan status kualitas air menggunakan indeks biotik sangat bermanfaat untuk melihat kondisi perairan dalam jangka waktu yang lama. Hal ini disebabkan parameter yang digunakan di dalam indeks ini merupakan makrozoobentos yang hampir seluruh hidupnya menetap pada suatu perairan sehingga cocok digunakan untuk mengetahui kondisi perairan secara akumulatif. Nilai indeks biotik pada penelitian ini yang menunjukkan adanya perbaikan kualitas air Sungai Ciliwung setelah melewati KRB. Hal ini sejalan dengan Indeks Kualitas Air (IKA) dan Indeks Pencemaran (IP) yang menunjukkan bahwa terdapat mekanisme purifikasi air sungai yang menyebabkan bahan-bahan pencemar yang masuk ke sungai perlahan-lahan terurai sehingga semakin berkurang.

6. Purifikasi Sungai Ciliwung Segmen Kebun Raya Bogor

Kualitas air adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dinyatakan dalam beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan sebagainya), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam dan sebagainya) dan parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri, dan sebagainya) (Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air).

Proses purifikasi yang terjadi di segmen Kebun Raya Bogor dapat berlangsung dengan baik disebabkan tidak ada masukan limbah pencemar selama melewati segmen Kebun Raya Bogor. Dengan demikian keberadaan Kebun Raya Bogor memberikan waktu bagi sungai untuk melakukan purifikasi, sehingga bahan-bahan pencemar dapat terdegradasi. Ifabiyi (2008) menyebutkan bahwa kemampuan purifikasi suatu aliran ditentukan oleh beberapa faktor yaitu temperatur sungai, kecepatan sungai, bahan-bahan anorganik dan juga persebaran vegetasi di sepanjang sungai. Menurut Chooper *et al.* (1919) purifikasi terdiri dari proses sedimentasi material padat dan oksidasi material terlarut. Secara umum proses self-purifikasi melibatkan hubungan antara proses fisik, kimia dan biologi.

Proses fisik yang berlangsung selama proses purifikasi adalah penguraian dan pemecahan secara mekanis bahan pencemar yang berupa padatan dan pengenceran untuk bahan pencemar yang berbentuk cair. Unesco (1982) menyebutkan bahwa turbulensi permukaan dapat meningkatkan penguraian bahan pencemar. Proses purifikasi secara biologi melibatkan peran organisme dalam menguraikan bahan organik. Jumlah jenis makrozoobentos yang ditemukan pada penelitian ini sejalan dengan pendugaan kualitas air. Hal ini karena sebagian besar makrozoobentos adalah *filter feeder* dan menyerap beberapa bahan organik dan bahkan beberapa polutan (Oustroumov 2001). Proses kimia di dalam *self*-purifikasi yang sering dikaji adalah proses oksidasi. Proses oksidasi merupakan proses interaksi antara oksigen dengan zat lain. Oksidasi sangat berperan di dalam proses purifikasi karena mengubah bahan-bahan organik maupun anorganik yang tidak dapat terdegradasi menjadi dapat terdegradasi. Proses oksidasi dan proses biologi sangat berkaitan karena mikroorganisme seringkali menjadi katalisator dan juga sebagai dekomposer dalam proses purifikasi (Shammaz *et al.* 2005)

Berdasarkan hasil analisis IKA, IP, H' dan HBI menunjukkan adanya perbaikan kualitas air di Sungai Ciliwung segmen Kebun Raya Bogor. Keberadaan Kebun Raya Bogor yang berperan sebagai *buffer* bagi Sungai Ciliwung membuktikan ruang terbuka hijau memiliki peran penting dalam proses purifikasi air. Ruang terbuka hijau di sempadan sungai dapat mengurangi adanya masukan limbah secara langsung ke dalam badan sungai. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Hubacikova (2014) yang melakukan evaluasi hubungan purifikasi dan juga *landuse* di Ceko dan penelitian Elosegui *et al.* (1995) di Aguera Stream juga mendapatkan hasil bahwa kemampuan purifikasi lebih efektif setelah melewati ruang terbuka hijau seperti hutan ataupun semak belukar.

SIMPULAN

1. Hasil analisis status kualitas air Sungai Ciliwung di segmen Kebun Raya Bogor menunjukkan kualitas air yang secara umum memenuhi baku mutu air kelas II, kecuali pada COD. Demikian pula berdasarkan Indeks Kualitas Air termasuk kategori "baik sekali", serta berdasarkan Indeks Pencemaran termasuk kategori tercemar "ringan". Adapun berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos tergolong kategori tercemar sedang dan jika menggunakan Indeks Biotik Hilsenhoff sedikit tercemar bahan organik.
2. Kebun Raya Bogor merupakan ruang terbuka hijau pada sempadan Sungai Ciliwung yang berperan penting dalam proses purifikasi karena tidak ada beban pencemar domestik maupun limbah lain yang masuk kedalam Sungai Ciliwung. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya perbaikan kualitas air sungai

Ciliwung di segmen Kebun Raya Bogor berdasarkan nilai indeks fisik-kimia (IKA: 71,13 menjadi 77,39; IP: 2,52 menjadi 2,08) dan indeks biotik (H': 1,20 menjadi 1,64; HBI: 4,24 menjadi 3,90).

DAFTAR PUSTAKA

- Bakti MY. 1991. Karakteristik komunitas makrozoobentos Di Muara Sungai Citarum dalam hubungannya dengan pendugaan pencemaran perairan di Teluk Jakarta [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Bode RW, Novak LA, Abele. 1997. *Biological Stream Testing*. New York (US): Stream Biomonitoring Unit, Bureau of Monitoring and Assessment, Division of Water, NYS Departement of Environmental Conservation, Cornell University.
- Brown RM, McClelland NI, Deiniger RA, Tozer RG. 1970. A water quality index : do we dare ?. *Water and Sewage Work*. 117: 339-343.
- Castillo LE, Martinez E, Ruedert C, Savage C, Gilek M, Pinnock M, dan Solis E. 2006. Water quality and macroinvertebrate community response following pesticide applications in a banana plantation, Limon Costa Rica. *Science of Total Environment*. 367: 418-432.
- Chooper AD, Cooper EA, dan Heward JA. 1919. On the purifikasi of stream and river. *Biochemical Journal*. 13(4): 345-367.
- Elosegui A, Arana X, Basaguren A, Pozo J. 1995. Environmetal auditing self purification processes along medium-sized stream. *Environmental Management*. 19(6): 931-939.
- Hilsenhoff WL. 1982. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. *Wisconsin Natural Resources Technical Bulletin*. 100:1-15.
- Hubacikova V, Opeletova P, Zokustka K, Vetrakova V. 2014. Evaluation of Polluting Source and Self-Cleaning Ability of Water Flown in Relation to Landuse. *Agriculture and Forestry*. 6(4): 67-72
- Ifabiyi IP. 2008. Self Purofocation of a Fresh Water Stream in Ile-Ife: Lesson For Water Management. *Jurnal Humaniora and Ecology*. 24(2):131-137.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Jakarta (ID): Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2010. *Indeks Kualitas Lingkungan Hidup 2009*. Jakarta (ID): Asisten Deputi Urusan Data dan Informasi Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup.
- Lee C.D et al. 1978. Benthic Macroinvertebrates and Fish as Biological Indicators of Water Quality, with Reference to Community Diversity Index. *International Conference on Water Pollution Control in Developing Countries, Bangkok, Thailand*. 172.

- Magurran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Malden (US): Blackwell.
- Maret TR. 1988. A water quality assesment using aquatic macroinvertebrates from stream of the Long Pine Creek watershed in Brown country Nebraska. *Nebraska Academy of Science*.XVI: 69-84.
- Ott W R. 1978. *Environmental Indiches: Theory and Practice*. Michigan (US): Ann Arbor Science.
- Oustroumov SA. 2001. Synecological basis for the solution of the problem of eutrophication. *Doklady Akademii Nauk*. 381(5): 709-712.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta (ID): Pemerintah Republik Indonesia.
- Sanchez-Fernandez D, Abellan P, Mellado A, Millan A. 2006. Are water beetles good indicators of biodiversity in Meditteranian aquatic ecosysten ? : the case of the Segura river basin (SE Spain). *Biodiversity and Conservation*. 15: 4501-4520.
- Shammaz NK, Yang JY, Yuan P, Huang Y. 2005. *Physicochemical Treatment Prosses*. Totowa (US): Humana Press Inc.
- Shiels DR. 2010. Implementing landscape indiche to predict stream water quality in an agriculutral settings : an assesment of the lake and river enhacement (LARE) protocal in Mississinewa watershed, East-Central Indiana. *Ecological Indicator*. 10: 1102-1110.
- Trofisa D. 2011. Kajian beban pencemar dan daya tampung pencemaran Sungai Ciliwung di Segmen Kota Bogor [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- UNESCO. 1982. *Dispersion And Self-Purification Of Pollutants In Surface Water System*. Paris (FR) : United Nations Education, Scientific, and Cultural Organization.
- Voshell Jr, Reese J. 2002. *A Guide to Common Freshwater Invertebrates of North America*. Blacksburg (VA): The McDonald& Woodward Publishing Company.
- Wright JF, Sutcliffe DW, dan Furse M. 2000. Assesing The Biological Quality Of Fresh Water, RIVPAC And Other Technics. Cumbria (UK): Freshwater Biological Asociation.
- Zivic I, Markovic Z, Brajkovic M. 2001. Macrozoobentos in the Pusta Reka river, left tributary of the south Morava river. *Biological Science*. 53(3-4): 109-122.