



EKOLOGIA

JURNAL ILMIAH ILMU DASAR DAN LINGKUNGAN HIDUP

- * KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS SUNGAI CILIWUNG BOGOR SEBAGAI PETUNJUK BIOLOGIS PENCEMARAN
Aep Syaepul Rohman dan Wahyu Prihatini
- * STUDI PRODUKSI PRIMER DANAU ALAM PEGUNUNGAN TELAGA WARNA, PUNCAK, BOGOR
Aep Syaepul Rohman dan Prasetyorini
- * DAYA ANTIMIKROBA EKSTRAK RIMPANG KUNYIT (*Curcuma domestika Val.*), RIMPANG LENGKUAS (*Languas galanga (L) Stunz*) DAN DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava L.*) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* (Migula) CASTELLANI DAN CHALMERS.
Oom Komala, dkk.
- * PENGARUH PEMILIHAN FAKULTAS TERHADAP TINGKAT KELULUSAN PADA UNIVERSITAS PAKUAN BOGOR
Omay Santika, dkk
- * RESPON BERTELUR KEMBALI PADA INDUK AYAM BURAS SEDANG ISTIRAHAT PRODUKSI TERHADAP PEMBERIAN VITAMIN E
Mulyati effendi dkk
- * KANDUNGAN DEKSAMETASON DALAM BEBERAPA JAMU GEMUK SEHAT
Sutanto, dkk.
- * BURUNG-BURUNG DI DALAM ZONA RIPARIAN SUNGAI CILIWUNG BOGOR
Aep Syaepul Rohman
- * SELEKSI *IN-VITRO* TUNAS LADA (*Piper nigrum, L*) TERHADAP FILTRAT *Phytophthora capsici*
Prasetyorini, dkk
- * PERBANDINGAN METODE SEMI NUMERIK DAN NON NUMERIK PREFERENSI FUZZY DALAM SORTASI KENTANG UNTUK PRODUK KONSUMSI
Sri Setyaningsih dan Marimin

Pusat Penelitian Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup,
Lembaga Penelitian dan Pengembangan
Universitas Pakuan

KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS SUNGAI CILIWUNG BOGOR SEBAGAI PETUNJUK BIOLOGIS PENCEMARAN

Aep Syaepul Rohman, dan Wahyu Prihatini,

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakwan

ABSTRAK

Ciliwung merupakan salah satu sungai di Bogor yang banyak memberikan manfaat bagi penduduk. Sungai ini secara terus-menerus menerima limbah baik limbah rumah tangga, limbah kegiatan pertanian maupun industri sehingga menurunkan manfaat sungai itu dan merusakkan struktur ekosistemnya. Penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan makrozoobenthos petunjuk biologis pencemaran Sungai Ciliwung. Pengambilan contoh bentos dan contoh air untuk pengukuran BOD; pengukuran parameter kimia (CO_2 , HCO_3 , pH) dan fisika (suhu dan transparansi cahaya) dilakukan di daerah hulu, daerah tengah dan di daerah hilir sungai. Analisis data makrozoobenthos meliputi : identifikasi marga atau jenis, kelimpahan individu per jenis, penentuan jenis petunjuk pencemaran, dan penentuan tingkat pencemaran dengan indeks keanekaragaman jenis makrozoobenthos. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa keong jenis *Brotia* sp dan *Terebralia sulcata* toleran terhadap berbeda-bedanya kualitas air, sedangkan *Sphaerium* sp. dan *Anentome helena* tidak toleran terhadap gradien perubahan kualitas kimia-fisika air. Kandungan zat organik yang kadarnya sudah masuk kriteria "mencemari" dapat ditunjukkan dengan menggunakan petunjuk biologis yaitu : *Tubifex* sp., *Lymnaea* sp. dan *Helobdella* sp. Dari seluruh parameter kimia-fisika yang diukur, BOD dan CO_2 menunjukkan kadar yang masuk dalam kriteria kualitas buruk. Dengan analisis indeks keanekaragaman jenis diketahui bahwa pencemaran air Sungai Ciliwung di lokasi penelitian termasuk "tingkat sedang".

Kata kunci : Benthos, petunjuk biologis, pencemaran air sungai, sungai Ciliwung.

I PENDAHULUAN

Sungai mempunyai manfaat yang besar dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia, seperti memasok bahan baku air untuk pengolahan air bersih, air untuk mandi, mencuci, pertanian (termasuk perikanan) dan lain-lain. Untuk keperluan tersebut tidak hanya dibutuhkan jumlah air yang cukup dan kontinu, tetapi yang penting lagi adalah kualitas airnya.

Air Sungai di wilayah Bogor sulit terhindarkan dari beban pencemaran akibat berbagai aktifitas penduduk baik di desa maupun di kota, seperti pertanian, rumah tangga dan industri. Goldman and Horne (1983) mengemukakan bahwa kualitas kimia-fisika perairan sungai sangat dipengaruhi oleh lingkungan terestrial di sekitar sungai tersebut. Menurut Hynes (1970) masuknya pencemar ke dalam badan air sungai akan merubah kualitas kimia-fisika air sehingga dapat mengakibatkan kualitas airnya menjadi buruk.

Perairan sungai di Bogor, khususnya Sungai Ciliwung mengalami tekanan akumulasi pencemar limbah dari berbagai aktifitas penduduk di sekitarnya. Hal ini akan merugikan manusia itu sendiri serta merubah struktur dan fungsi ekosistem perairan Ciliwung, diantaranya merubah keanekaragaman jenis, kelimpahan (*abundance*) dan komposisi jenis makrozoobenthos.

Menurut Loeb dan Spacie (1994) perairan sungai penting secara teratur diperiksa kondisi kualitas airnya. Namun, pekerjaan ini membutuhkan peralatan khusus dan bermacam-macam bahan kimia sehingga tidak secara sederhana mudah dilakukan. Loeb and Spacie (1994) juga menguraikan tentang banyaknya para ahli mengembangkan hewan benthos makro (makrozoobenthos) untuk mengatasi kesulitan memperoleh alat-alat laboratorium dan analisis dengan metode kimiawi.

Wilhm (1975) menyatakan bahwa komponen biologis yang sering digunakan

sebagai petunjuk pencemaran (*biological indicator of pollution*) adalah komunitas makrozoobenthos. Alasannya biota air ini kepekaannya berbeda-beda terhadap berbagai bahan pencemar dan memberikan reaksi yang cepat, kemampuan mobilitasnya rendah sehingga secara langsung dipengaruhi oleh air di habitatnya, mudah ditangkap dan dianalisis.

Makrozoobenthos menurut Cummins (1975) berperan dalam proses biodegradasi material organik tumbuhan dan hewan yang telah mati, yang masuk ke perairan sungai. Teal (1980) mengemukakan bahwa hewan benthos berperan dalam siklus nutrisi di perairan. Siklus nutrisi merupakan proses yang esensial dalam ekologi perairan karena merupakan sumber energi bagi organisme produser.

Seperti telah disinggung sebelumnya, perairan sungai di Bogor, khususnya Sungai Ciliwung mengalami tekanan akumulasi pencemar dari berbagai aktifitas penduduk di sekitarnya. Hal ini tidak menguntungkan bagi manusia itu sendiri serta merubah struktur dan fungsi ekosistem perairan Ciliwung, diantaranya merubah keanekaragaman jenis, kelimpahan (*abundance*) dan komposisi jenis makrozoobenthos. Studi terhadap keanekaragaman, kelimpahan individu dan komposisi hewan benthos makro dapat memaparkan persoalan petunjuk biologis dan pencemaran air (Hynes, 1978; Loeb and Spacie, 1994; Wilhm, 1975).

II METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama tiga bulan (Desember 1999 – Februari 2000). Pengambilan contoh (sampling di Sungai Ciliwung meliputi : bagian hulu Ciliwung, bagian tengah Ciliwung (terletak di dalam kawasan Kota Bogor) dan di bagian hilir Ciliwung. Untuk bagian hulu Ciliwung lokasi pengambilan contoh di Gadog (Gadog bagian hulu dan Godog bagian hilir). Bagian tengah Ciliwung di dekat terminal bis

Baranangsiang (Jalan Bangka) dan di jembatan Warungjambu (dekat Plaza Jambudua). Bagian hilir Ciliwung di Cilebut. Jumlah tempat pengambilan contoh seluruhnya ada lima lokasi, masing-masing dua kali pengambilan.

Di setiap lokasi pengambilan contoh dilakukan pengukuran parameter kimia-fisika dan pengambilan contoh substrat dasar sungai (untuk mendapatkan makrozoobenthos). Parameter kimia-fisika yang diukur adalah: CO_2 bebas, HCO_3 , pH, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), oksigen terlarut (DO, *Dissolved Oxygen*), suhu air dan transparansi cahaya. Dipilihnya kesemua parameter ini didasarkan pada prinsip pentingnya parameter-parameter kimia-fisika tersebut dalam mempengaruhi komunitas makrozoobenthos seperti dikemukakan oleh Hawkes (1979).

Alat dan bahan yang digunakan terdiri dari: termometer, secchidisc (alat untuk mengukur transparansi cahaya atau kedalaman kolom air yang dapat ditembus cahaya mata hari), kertas pH-indicator, larutan NaOH 0,1 N, larutan indikator fenolftalin, larutan HCl 0,1 N, larutan indikator metilorange, larutan O_2 -reagen, larutan MnSO_4 50%, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N dan indikator amilum 1%. Cara mengukur parameter kimia-fisika dan cara analisis kimia menggunakan cara APHA (1975). Pengambilan contoh benthos dan analisis datanya mengikuti metode yang diuraikan Krebs (1972), Michael (1984), Wilhm (1975).

Tingkat pencemaran air dapat diketahui dengan menggunakan indeks keanekaragaman jenis (indeks H') makrozoobenthos (Wilhm, 1975) sebagai berikut:

Indeks $H' > 3$ = air bersih (tidak tercemar).
Indeks H' diantara 1-3 = air tercemar tingkat sedang.

Indeks $H < 1$ = air tercemar berat.

Indeks H' dihitung dengan menggunakan formula dari Krebs (1972):

Indeks $H' = - \sum ni/N \log_2 ni/N$

H' = indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener.

ni = jumlah individu suatu jenis.

N = jumlah individu dari seluruh jenis.

Analisis data lainnya adalah menghitung jumlah jenis atau disebut kekayaan jenis (*species richness*), indeks dominansi dan indeks pemerataan (*index of evenness*).

Indeks dominansi (χ) = $\sum (ni/N)^2$ (Pielou, 1975)

Indeks pemerataan (E) = H'/H_{max} ; $H_{max} = \log_2 S$

ni = jumlah individu suatu jenis.

N = jumlah individu dari seluruh jenis.

S = jumlah seluruh jenis

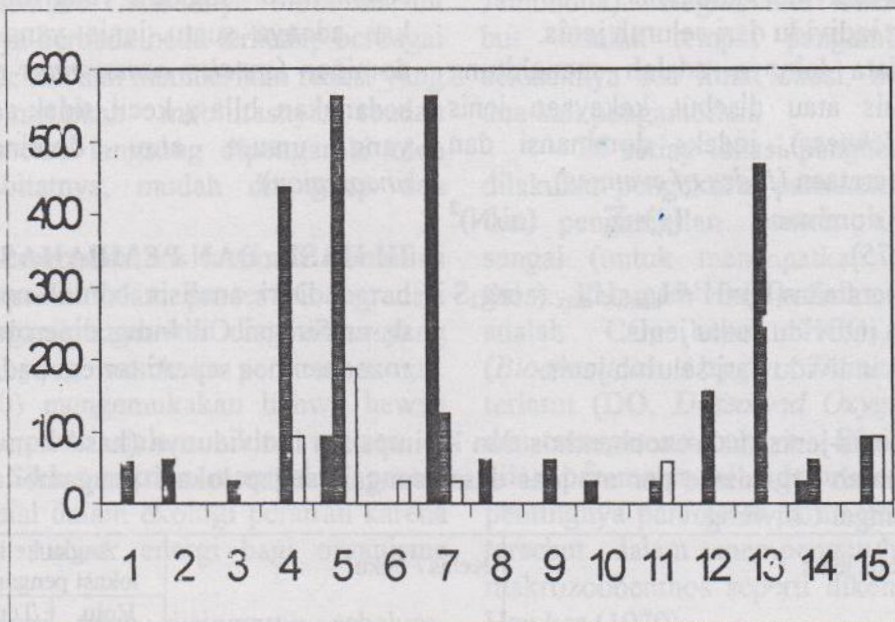
Menurut Pielou (1975) indeks dominansi dapat digunakan untuk mengukur *expected commonnes*. Angka χ yang tinggi menunjukkan adanya suatu jenis yang umum atau dominan (*species commonnes or dominate*), sedangkan bila χ kecil, tidak ada suatu jenis yang umum atau dominan (*species uncommon*).

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis contoh-contoh substrat dasar Sungai Ciliwung diperoleh hasil makrozoobenthos seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis makrozoobenthos dan kelimpahan individunya (hasil konversi kedalam jumlah organisme per m² luas dasar sungai) setiap lokasi pengambilan contoh, di Sungai Ciliwung.

No	Nama jenis	Kelas / Suku	Angka kelimpahan per lokasi pengambilan contoh		
			Hulu	Tengah	Hilir
	<i>Lymnaca</i> sp	Gastropoda / Lymnaeidae	0	59	0
	<i>Syncera</i> sp.	Gastropoda / Synceridae	62	0	0
	<i>Gyraulus</i> sp	Gastropoda / Planorbidae	0	31	0
	<i>Melanooides</i> sp.	Gastropoda / Thiaridae	0	437	94
	<i>Brotia</i> sp.	Gastropoda/ Thiaridae	94	562	187
	<i>Belamya javanica</i>	Gastropoda / Viviparidae	0	0	31
	<i>Terebralia sulcata</i>	Gastropoda / Potamididae	562	125	31
	<i>Sphaerium</i> sp.	Pelecypoda / Sphaeridae	62	0	0
	<i>Viviparus</i> sp.	Gastropoda / Viviparidae	0	62	0
	<i>Anentome helena</i>	Gastropoda / Buccinidae	31	0	0
	<i>Helophorus grandis</i>	Insecta / Hydrophilidae	0	31	59
	<i>Helobdella</i> sp	Hirudinea/ Glossiphonidae	0	156	0
	<i>Tubifex</i> sp.	Oligochaeta / Tubificidae	0	468	0
	<i>Lumbriculus</i> sp.	Ologochaeta/Lumbriculidae	31	62	0
	<i>Paratella phusa</i>	Crustacea	0	94	94
	Jumlah jenis (<i>species richness</i>)		5	9	6
	Indeks H'		1,43	2,04	2,39
	Indeks dominansi		0,45	0,31	0,49
	Indeks pemerataan		0,65	0,75	0,92
Makrozoobenthos pada tabel 2 diatas meliputi : Gastropoda 9 jenis, Pelecypoda / Bivalvia 1 jenis, Oligochaeta 2 jenis, Hirudinea 1 jenis, Insecta 1 jenis dan Crustacea 1 jenis.					



Gambar 1. Histogram kelimpahan individu setiap jenis makrozoobenthos. Keterangan ■= hulu; ▣= tengah; □= hilir, nomor 1-15 adalah jenis-jenis makrozoobenthos seperti pada Tabel 1.

Gambaran visual angka kelimpahan individu makrozoobenthos Sungai Ciliwung dapat dilihat Gambar 1. Gastropoda merupakan makro-zoobenthos yang umum ditemukan di lokasi penelitian. Dari frekuensi ditemukannya makrozoobenthos di sepanjang Sungai Ciliwung yang diteliti, ternyata dari 15 jenis hanya 2 jenis yang selalu ditemukan yaitu *Brotia* sp. dan *Terebralia sulcata*. Berbeda dengan kedua jenis Gastropoda tersebut adalah *Sphaerium* sp., *Gyraulus* sp., *Belamya javanica*, *Viviparus* sp. dan *Anentome helena*. Kelima jenis makrozoobenthos ini masing-masing hanya dijumpai di satu lokasi pengambilan contoh. Menurut konsep toleransi dan kaitannya dengan dispersi biota perairan lotik seperti diuraikan Hawkes (1979) dapatlah dikatakan bahwa *Brotia* sp. dan *Terebralia sulcata* adalah makrozoobenthos yang toleran terhadap berbagai kondisi kualitas air habitatnya, sedangkan lima jenis yang disebutkan terakhir dikatakan tidak toleran

terhadap perbedaan kualitas air habitatnya. *Sphaerium* sp. dan *Anentome helena* di bagian hulu sungai ditemukan, tetapi menghilang di bagian tengah dan hilir Ciliwung. Ini menunjukkan bahwa kedua jenis makrozoobenthos ini tidak toleran terhadap gradien perubahan kualitas air Sungai Ciliwung.

Keanekaragaman jenis dan kelimpahan individu komunitas makrozoobenthos dari hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat pencemaran Sungai Ciliwung, yakni dengan menggunakan indeks keanekaragaman jenis (H'). Indeks H' makrozoobenthos Sungai Ciliwung (rata-rata indeks H' dari daerah hulu, tengah dan hilir) adalah 1,95. Hasil ini menunjukkan pencemaran di ruas Sungai Ciliwung yang diteliti berada pada tingkat sedang. Di dalam konsep ekosistem, keanekaragaman jenis ini berhubungan dengan stabilitas ekosistem. Keanekaragaman jenis yang tinggi menopang berlangsungnya stabilitas

ekosistem yang baik. Dari indeks dominansi seluruh lokasi pengambilan contoh dimana angkanya kecil (<0,5) sedangkan indeks pemerataan semuanya tinggi, hal ini menunjukkan tidak adanya jenis yang mendominasi.

Hasil pengukuran kadar BOD (tabel 2) menunjukkan kadar yang termasuk tinggi di setiap lokasi pengambilan contoh, dan sudah melampaui angka baku mutu air Indonesia (SK Meneg. Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor. KEP.02/MEN KLH/1/1988). Baku mutu air Indonesia menetapkan angka $BOD \leq 6$ mg/l. Kadar BOD di bagian tengah Sungai Ciliwung (di dalam wilayah Kota Bogor) dan di daerah hilir (melewati kota Bogor) paling tinggi dan angkanya sudah dua kali lebih besar daripada angka baku mutu air nasional. BOD menyatakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk oksidasi biologis (kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme peragurai aerob untuk mendekomposisi bahan organik kompleks). Parameter BOD menunjukkan tingkat pencemaran air oleh bahan organik. Semakin tinggi kadar BOD, semakin tinggi kadar bahan organik di perairan tersebut.

Kadar CO_2 bebas berkisar antara 8 – 20 mg / l (tabel 2) dan pada kadar ini menurut Boyd (1979) air sudah tidak baik bagi kelangsungan hidup ikan. Parameter oksigen terlarut dalam air kadarnya baik, artinya masih memenuhi angka baku mutu air. Suasana pH air di lokasi Ciliwung hulu mendekati angka pH netral, sedangkan di lokasi tengah dan hilir Kota Bogor menunjukkan pH asam, walaupun masih memenuhi angka baku mutu air. Data tertera di dalam Tabel 2.

Suhu air masih tergolong suhu air normal. Menurut Hawkes (1979) suhu air sampai 30 °C tidak masalah bagi komunitas binatang air. Transparansi cahaya cukup baik, kecuali di lokasi Ciliwung bagian hilir transparansi cahayanya rendah. Transparansi cahaya yang rendah di bagian hilir ini karena terjadinya akumulasi partikel lumpur di bagian hilir sungai. Cahaya yang menembus kolom air sangat diperlukan bagi fotosintesis fitoplankton dan algae perifiton di dalam ekosistem perairan. Transparansi cahaya yang rendah memperkecil produk tiftas primer perairan. Data disajikan di dalam Tabel 2.

Tabel 2. Parameter kualitas air yang diukur di Sungai Ciliwung Bogor.

Parameter kimia dan fisika kualitas air	Bagian / zona Sungai Ciliwung			Angka baku mutu air
	Hulu	Tengah	Hilir	
BOD (mg / l)	10,65	17,24	14,37	≤ 6 mg / l *
CO_2 (mg / l)	18,00	10,00	16,00	< 5 mg / l **
HCO_3 (mg / l)	118,61	160,64	172,13	Referensi tidak ditemukan
Oksigen terlarut (DO)(mg / l)	9,44	9,12	8,35	$\geq 6,00$ mg / l * $>5,00$ mg / l **
pH	6,70	6,30	6,00	5 – 9 * 7 – 9 **
Suhu air (°C)	26,50	29,00	30,00	Suhu air normal *
Transparansi cahaya (cm)	50,00	48,50	35,00	Referensi tidak ditemukan

Keterangan : * Menurut SK Menteri Negara KLH. ** Menurut Boyd (1979).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini belum secara sempurna mendapatkan jenis-jenis makrozoobenthos yang spesifik dengan kualitas dan jenis pencemar tertentu di perairan Sungai Ciliwung. Namun, ada indikasi yang cukup

Komunitas Makrozoobenthos Sungai Ciliwung(Aep Saepul Rohman dan Wahyu Prihatini)

kuat bahwa keong jenis *Brotia* sp. dan *Terebralia sulcata* toleran terhadap bervariasinya kualitas air, sedangkan *Sphaerium* sp. dan *Anentome helena* tidak toleran terhadap gradien perubahan kualitas air sungai dari hulu ke hilir.

Kandungan organik Sungai Ciliwung yang kadarnya sudah tergolong mencemari air dapat dideteksi dengan indikator biologis, yakni dengan ditemukannya cacing *Tubifex* sp., keong *Lemna* sp. dan lintah *Helobdela* sp. Disarankan agar ada pemantauan (*monitoring*) terhadap komunitas makrozoobentos sungai Ciliwung (penyebaran, kelimpahan, komposisi jenis dan keanekaragaman jenisnya). Hal ini berguna bagi pemantauan tingkat pencemaran di Sungai Ciliwung.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Fourteenth edition. American Public Health Association (APHA). Washington, DC.
- Boyd, C.E. 1979. *Water Quality in Warm Fish Ponds*. Auburn University. Alabama.
- Cummins, K.U. 1975. Makro Invertebrate in Running Waters. in B.A Whitton ed. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London.
- Golman, C.R. and A.J Home. 1983. *Limnology*. Mc.Graw-Hill Book Co. New York.
- Hawkes, H.A. 1975. River Zonation and Classification. in B.A Whitton ed. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London.
- Hawkes, H.A. 1979. Invertebrates as Indicator of River Water Quality. in A. James and L. Evison eds. *Biological Indicators of Water Quality*. John Willey & Sons. New York.
- Hynes, H.B.H. 1970. *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press. Liverpool.
- Krebs, C. 1972. *Ecology the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row Publisher. New York.
- Loeb, S.L and A. Spacie eds. 1974. *Biological Monitoring of Aquatic Systems*. Lewis Publisher. London.
- Michael, P. 1984. *Ecological Methods for Field and Laboratory Investigation*. Mc.Graw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Teal, J.M. 1980. Primary Production of Benthic and Pringing Plant Communities. in R.S.K Barnes and K.H Mann eds. *Biology of Polluted waters*. Blackwell-Scientific Publications Oxford, London.
- Wilhm, J.F. 1975. Biological Indicator of Pollution. in B.A Whitton ed. *River Ecology*. Blackwell-Scientific Publications. Oxford, London.