

# **BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI CITARUM HULU**

Oleh **IR AGUS PRIYONO, MS**



**DEPARTEMEN KONSERVASI SUMBERDAYA HUTAN DAN EKOWISATA  
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

Judul Artikel : Bioindikator Kualitas Air Sungai Citarum Hulu  
Penulis : Agus Priyono  
NIP : 19610812198611001

Bogor, 19 Desember 2024

Mengetahui,  
Ketua Departemen Konservasi Sumberdaya  
Hutan Dan Ekowisata

A QR code is positioned to the left of a digital signature. The signature is a stylized, handwritten-style mark in black ink. Above the signature, the text "digitally signed" is visible. Below the signature, the text "digitally signed" is also visible.  
Dr Ir Nyoto Santoso, MS.

Penulis,

A QR code is positioned to the left of a digital signature. The signature is a stylized, handwritten-style mark in blue ink. Above the signature, the text "digitally signed" is visible. Below the signature, the text "digitally signed" is also visible.

Ir Agus Priyono, MS

## **BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI CITARUM HULU**

Oleh: Agus Priyono, MS.

Dosen Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Departemen Konservasi Sumberdaya  
Hutan Dan Ekowisata

### **ABSTRAK**

Perkembangan penggunaan lahan di suatu daerah aliran sungai mempengaruhi kualitas air sungai. Berbagai kegiatan masyarakat baik pertanian, perkebunan maupun industri dan permukiman menghasilkan beban pencemaran yang menyebabkan tercemarnya air sungai. Hasil pemantauan kualitas fisika – kimia, Sungai Cikapundung, Sungai Cisangkuy, dan Sungai Ciwidey menunjukkan status pencemaran berat baik di hulu maupun di hilir. Sedangkan hasil analisis indeks biotik (FBI) berdasarkan sampling biota makrozoobenthos juga menunjukkan status pencemaran ringan hingga berat. Untuk mengetahui tingkat perubahan kualitas perairan tersebut dapat digunakan parameter – parameter yang mempengaruhi kualitas perairan. Parameter – parameter tersebut seperti fisika, kimia dan biologi. Parameter fisika dan kimia sangat dipengaruhi perubahan kondisi sekitar. Sedangkan parameter biologi tidak dipengaruhi kondisi sekitar namun sangat peka terhadap perubahan lingkungan. Parameter biologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan bioindikator makrozoobenthos.

Kata kunci : Bioindikator , Keanekaragaman, Makrozoobenthos, Pencemaran

### **ABSTRACT**

The development of the use of land in area the river flow affect the quality of river water. Various community activities of good agricultural, plantations and industrial and residential produce the burden of pollution that cause the river contamination of water. The results of monitoring the quality of physics – chemistry, Cikapundung river, Cisangkuy river and Ciwidey river show the status of heavy pollution in both upstream and downstream. While the analysis of biotic index (FBI) on the basis of sampling the macrozoobenthos also shows the status of pollution of the light to heavy. To investigate the change the quality of the water can be used parameters which affects the quality of the waters. Parameters such as physics, chemical and biological. The parameters of physics and chemistry is strongly influenced the changes around. While the parameters of biology not influenced the condition around but very sensitive to environmental changes. The parameters of biology that used in this research is the use of bioindicator macrozoobenthos.

Keywords: Bioindicator, Diversity, Macrozoobenthos, Water-Pollutant

# BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI CITARUM HULU

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan penduduk beserta pembangunan wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) telah menimbulkan pengaruh yang besar terhadap kualitas perairan sungai. Perubahan kualitas perairan yang besar berawal dari pemanfaatan lahan hutan alam untuk berbagai keperluan hidup penduduk di dalam Daerah Aliran Sungai menjadi peruntukan lain seperti perkebunan, tegalan, sawah, permukiman dan industri. Perubahan penggunaan lahan ini berpengaruh terhadap kualitas lingkungan yang disebabkan oleh erosi lahan, limbah pertanian, peternakan dan limbah industri yang pada akhirnya terbawa ke perairan sungai dan menyebabkan turunnya kualitas air sungai.

Besarnya perubahan penggunaan lahan disetiap sub DAS berbeda-beda, sehingga menimbulkan perubahan kualitas air yang berbeda-beda. Perubahan kualitas air ini dapat dideteksi dengan beberapa macam cara diantaranya analisis fisika, kimia dan biologi. Untuk perairan yang dinamis analisis fisika dan kimia kurang memberikan gambaran sesungguhnya tentang kualitas air, dan dapat memberikan penyimpangan – penyimpangan yang kurang menguntungkan karena kisaran nilai-nilai perubahannya sangat dipengaruhi keadaan sesaat. Lingkungan perairan yang dinamis dapat dilakukan analisis biologi melalui komponen biotik yang ada karena analisis biologi dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kualitas perairan.

Komponen biotik dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisika, kimia, dan biologi dari suatu perairan (Odum 1993). Biota yang dapat digunakan sebagai parameter biologi dalam menentukan kondisi suatu perairan adalah makrozoobentos. Sebagai salah satu organisme yang hidup di perairan, makrozoobentos merupakan hewan yang sangat peka terhadap perubahan kualitas air pada tempat hidupnya yang berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya (Kawuri *et al.* 2012). Hal ini tergantung pada toleransinya terhadap perubahan lingkungan, sehingga organisme ini sering dipakai sebagai indikator tingkat pencemaran suatu perairan.

Makrozoobentos terdapat di seluruh badan sungai mulai dari hulu sampai ke hilir. Dengan keberadaan makrozoobentos yang hidupnya relatif lama, maka makrozoobentos ini dapat digunakan untuk menduga status suatu perairan. Penggunaan makrozoobentos sebagai penduga kualitas air dapat digunakan untuk kepentingan pendugaan pencemaran air, baik dari *point source pollution* maupun *diffuse source pollution*. Benthos relatif hidup menetap, sehingga baik untuk digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan, karena selalu kontak dengan limbah yang masuk ke habitatnya. Kelompok hewan ini dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor – faktor lingkungan dari waktu ke waktu (Rosenberg dan Resh 1993).

## **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis status kualitas air di Sub DAS Citarum Hulu (Sungai Cikapundung, Cisangkuy dan Ciwidey) berdasarkan parameter fisika dan kimia (Indeks Storet).
2. Menganalisis status kualitas air Sub DAS Citarum Hulu (Sungai Cikapundung, Cisangkuy dan Ciwidey) berdasarkan data keanekaragaman makrozoobenthos, dan indeks Hilsenhoff, serta membandingkannya dengan analisis fisik-kimia airnya.

## **Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai kondisi kualitas Sungai Cikapundung, Ciwidey dan Cisangkuy berdasarkan data makrozoobenthos bagi masyarakat maupun pemerintah (Kota Bandung dan Kabupaten Bandung) sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam pengelolaan DAS Citarum Hulu (Sub DAS Cikapundung, Cisangkuy dan Ciwidey).

## **METODE**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan mulai 5–20 Oktober 2024. Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, meliputi tiga sungai yaitu Sungai Cisangkuy, Sungai Cikapundung, dan Sungai Ciwidey. Data sekunder kualitas air diperoleh dari BPLHD Provinsi Jawa Barat, sedangkan data primer makrozoobenthos diperoleh berdasarkan sampling di tiga titik pengambilan contoh pada masing-masing sungai tersebut. Spesimen hasil pengambilan contoh makrozoobenthos diawetkan dengan larutan formalin 4% untuk selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium Proting, Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Institut Pertanian Bogor.

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jala surber dengan luas bukaan 20 cm x 20 cm untuk pengumpulan spesimen makrozoobenthos; wadah spesimen menggunakan botol plastik; saringan makrozoobenthos dengan ukuran 1 mm; pinset untuk mengambil spesimen; cawan petri untuk memisahkan spesimen; kertas label untuk memberi nama pada botol spesimen; GPS untuk menandai lokasi pengambilan biota serta mikroskop stereo dan mikroskop majemuk untuk mengidentifikasi spesimen. Sedangkan bahan penelitian adalah spesimen makrozoobenthos dan larutan formalin 4% untuk mengawetkan spesimen makrozoobenthos.

## Metode Pengambilan Data

### Penentuan Titik Pengambilan Makrozoobentos

Pengambilan contoh (sampel) makrozoobentos dilakukan pada 3 titik, yaitu bagian hulu, tengah dan hilir Sungai Cisangkuy, Sungai Cikapundung dan Sungai Ciwidey. Lokasi pengambilan contoh juga mempertimbangkan koordinat lokasi pemantauan kualitas air oleh BPLHD Jawa Barat.

### Pengambilan dan Identifikasi Makrozoobentos

Sampel makrozoobentos diambil dengan menggunakan jala surber (20cm x 20cm) yang dilengkapi dengan jaring penampung dengan ukuran mata jaring 1 mm. Jala surber diletakkan dengan posisi berlawanan arah aliran sungai agar organisme makrozoobentos yang hanyut dapat tertampung dalam jaring. Pengambilan contoh makrozoobentos dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali ulangan pada setiap titik stasiun (3 titik setiap sungai: hulu-tengah-hilir). Sampel selanjutnya disaring, diawetkan, dan diidentifikasi. Setiap individu yang ditemukan dihitung jumlahnya untuk setiap ulangan.

## Analisis Data

### Indeks Storet

Metode Storet merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air perairan umum. Perhitungan dalam metode ini adalah metode membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan baku mutu kelas air yang ditetapkan bagi sungai yang bersangkutan. Dalam kasus ketiga sungai dalam penelitian ini baku mutu air yang digunakan adalah kelas II (PP No.82 Thn 2001, pasal 55).

Penentuan status mutu air dengan menggunakan metode Storet dilakukan dengan cara: (1) pengumpulan data kualitas air secara periodik sehingga membentuk data berulang. (2) membandingkan masing-masing parameter dengan baku mutu airnya. (3) Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air maka diberi skor 0, sedangkan jika hasil pengukuran lebih besar dari pada baku mutu airnya akan diberi skor sesuai pada Tabel 1. (4) Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.

Tabel 1 Skor pengukuran parameter air

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
>10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : Canter (1977).

Tabel 2 Status mutu air berdasarkan nilai STORET, sbb:

Kelas	Skor	Status Mutu Air
A	Baik sekali	Memenuhi baku mutu
B	Baik	Cemar ringan
C	Sedang	Cemar sedang
D	Buruk	Cemar berat

### Kepadatan makrozoobenthos

Kepadatan makrozoobentos didefinisikan sebagai jumlah individu makrozoobentos per satuan luas ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ). Contoh makrozoobentos yang telah diidentifikasi dihitung kepadatannya dengan rumus :

$$K = n \times 25$$

Keterangan:

K = kepadatan makrozoobenthos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ )

n = jumlah makrozoobenthos plot ke-i

25 = luas 10000  $\text{cm}^2$  dibagi 400  $\text{cm}^2$  (bukaan jala surber).

### Indeks Keanekaragaman dan Kemerataan Jenis

#### 1. Indeks Keanekaragaman

Tingkat keanekaragaman jenis dihitung dengan menggunakan rumus indeks Keanekaragaman dengan menggunakan rumus Shanon-Wiener (Magurran 1991), sbb:

$$H' = -\sum\{(ni/n)\ln(ni/n)\}$$

Keterangan :

H : Indeks Keanekaragaman

ni : Jumlah individu plot ke-i

n : Jumlah total individu

Kualitas perairan dapat diketahui melalui nilai keanekaragaman berdasarkan Tabel 3.

Tabel 3 Tingkat kondisi perairan menggunakan keanekaragaman

Indikasi	H'
Pencemaran sangat ringan	3.00 – 4.50
Pencemaran ringan	2.00 – 3.00
Pencemaran sedang	1.00 – 2.00
Pencemaran berat	0.00 – 1.00

Sumber : Magurran 1991

#### 2. Indeks Kemerataan dapat dihitung dengan rumus :

$$E = \ln(N)/\ln(S)$$

Keterangan :

E : Indeks Kemerataan

N : Kelimpahan jenis

S : Jumlah Jenis

Nilai indeks E akan berkisar antara 0 – 1. Nilai E akan mendekati 1 bila jumlah individu setiap jenis dalam satu komunitas merata.

### Indeks Kesamaan

Tingkat kesamaan antara komunitas makrozoobentos bagian hulu, tengah, dan hilir Sub DAS, dianalisis dengan menggunakan rumus indeks kesamaan Jaccard ( $C_j$ ) sebagai berikut :

$$C_j = \frac{J}{a + b - J}$$

Keterangan :

- $C_j$  : Tingkat kesamaan  
 $J$  : Jumlah jenis yang sama pada kedua lokasi  
 $b$  : Jumlah jenis pada lokasi

### Indeks Famili Biotik

Indeks Famili Biotik (FBI) adalah penghitungan indeks kualitas air yang dikembangkan oleh Hilsenhoff (1988) berdasarkan nilai toleransi (ketahanan terhadap perubahan lingkungan) dari tiap-tiap famili,

$$FBI = \frac{(X_i \times t_i)}{n}$$

Keterangan :

- $x_i$  : jumlah individu yang ditemukan pada tiap famili  
 $t_i$  : nilai toleransi dari famili  
 $n$  : jumlah organisme yang ditemukan pada satu plot

Makrozoobenthos yang teridentifikasi kemudian diberi skor berdasarkan tingkat toleransinya terhadap zat pencemar. Jenis makrozoobenthos yang paling toleran diberikan skor 10 dan untuk makrozoobenthos yang intoleran diberi skor 1 (Hilsenhoff dalam Wibisono dan Barti 2013). Klasifikasi tingkat pencemaran perairan berdasarkan indeks famili biotik ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi pencemaran berdasarkan indeks famili biotik

Klasifikasi	Indeks FBI
Tercemar Sangat Ringan	0.00 – 3.75
Tercemar Ringan	3.76 – 4.25
Tercemar Sedang	4.26 – 5.00
Tercemar Kritis	5.01 – 5.75
Tercemar Berat	5.76 – 6.60
Tercemar Sangat Berat	6.51 – 7.25
Tercemar Ekstrim	7.26 – 10.0

Sumber : Hilsenhoff 1988



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Fisik Kawasan

#### o Sungai Cikapundung

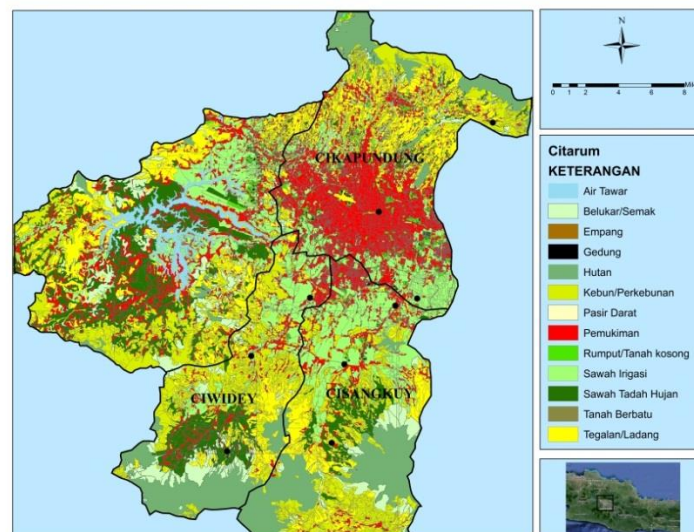
Sungai Cikapundung merupakan sebuah sungai yang melewati Kota Bandung dengan panjang 28 kilometer. Daerah Aliran Sungai Cikapundung memiliki luas area 38 464 ha. Sungai ini memiliki hulu di utara Kota Bandung tepatnya di daerah Maribaya, Lembang. Sedangkan untuk bagian tengahnya terletak di Cikapundung Gandok dan Cikapundung Pasir Luyu. Jenis tutupan lahan di Sub DAS Cikapundung ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Jenis tutupan lahan Sub DAS Cikapundung

Jenis Tutupan Lahan	Sub DAS Cikapundung	
	Ha	(%)
Hutan	1822	5.98
Kebun / Perkebunan	3778	12.4
Ladang / Tegalan	4953	16.26
Sawah	5047	16.57
Semak Belukar	953	3.13
Tubuh Air	58	0.19
Terbangun	13852	45.47
<b>Jumlah (Ha)</b>	<b>30464</b>	<b>100</b>

Sumber : BPS 2018

Sungai Cikapundung bermuara di Sungai Citarum di Bale Endah. Jumlah penduduk yang tinggal di Sub DAS Cikapundung mencapai 2.483.977 jiwa. Sedangkan untuk jumlah penduduk tertinggi berada di Kelurahan Tamansari sebanyak 28.729 jiwa .



Gambar 1 Peta tutupan lahan hulu DAS Citarum

Sungai Cikapundung bagian hulu berada di sekitar perkebunan, permukiman dan persawahan. Permukiman yang berada di sekitar Sungai Cikapundung Hulu tidak berada langsung di bantaran sungai sehingga limbah yang ada tidak langsung dibuang ke badan air. Kondisi ini menyebabkan Sungai Cikapundung memiliki kondisi perairan yang masih jernih. Kondisi yang berbeda dimiliki oleh aliran Sungai Cikapundung Tengah. Sepanjang sungai ini berdiri bangunan gedung dan permukiman. Sebagian besar permukiman yang ada berada langsung di bantaran sungai. Data BPLH Kota Bandung menyebutkan ada sekitar 1058 rumah yang berada di dekat dengan bantaran sungai Cikapundung. Hampir seluruh permukiman ini membuang limbah langsung ke sungai. Sungai Cikapundung ini menerima limbah lebih dari 2.5 juta liter setiap harinya, yang sebagian besar dari limbah rumah tangga. Tidak jauh berbeda dengan Sungai Cikapundung Tengah, Sungai Cikapundung Hilir juga terdapat banyak permukiman yang berada di kanan kiri sungai dan sawah irigasi. Namun Sungai Cikapundung Hilir ini memiliki kondisi air yang terlihat lebih keruh dan penuh dengan sampah. Kondisi Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir ditunjukkan pada Gambar 3.

#### o Sungai Cisangkuy

Sungai Cisangkuy memiliki hulu di daerah Banjaran dan hilir di Baleendah, Jawa Barat. Sub DAS Cisangkuy memiliki luas 34 071 ha. Penduduk yang tinggal di wilayah Sub DAS Cisangkuy berjumlah 942 963 jiwa. Sub DAS Cisangkuy memiliki kondisi lahan terdiri dari hutan, perkebunan, lading, sawah, semak dan lahan terbangun (Tabel 6) .

Tabel 6 Jenis Tutupan Lahan Sub DAS Cisangkuy

Jenis Tutupan Lahan	Sub DAS Cisangkuy	
	Ha	(%)
Hutan	7099	20.84
Kebun / Perkebunan	7666	22.5
Ladang / Tegalan	4975	14.31
Sawah	6742	19.79
Semak Belukar	2175	6.38
Tubuh Air	223	0.65
Terbangun	5291	15.53
Jumlah (Ha)	34071	100

Sumber : BPS 2018

Sungai Cisangkuy hulu berada di sekitar persawahan, perkebunan, peternakan dan permukiman. Sungai ini sedikit mengalami pencemaran. Sungai Cisangkuy Tengah memiliki kondisi lahan lahan terbangun (permukiman dan industri). Sehingga lebih berpotensi terhadap tingkat pencemaran yang tinggi karena beberapa permukiman tersebut langsung membuang limbah rumah tangganya langsung ke badan sungai. Sungai Cisangkuy Hilir memiliki kondisi lahan yang terdiri dari permukiman dan industri seperti industri tekstil berdiri di sekitar aliran sungai. Sehingga kemungkinan sungai ini memiliki tingkat

pencemaran yang berat. Penggunaan lahan berupa pemukiman, industri dan peternakan merupakan sumber pencemar limbah cair organik yang tinggi (Soeharto 2011).

#### ○ **Sungai Ciwidey**

Sungai Ciwidey mengalir dari Pasir Jambu hingga ke Soreang, Kabupaten Bandung. Daerah Aliran Sungai Ciwidey memiliki luas sebesar 22.089 ha. Penduduk yang berdomisili di Sub DAS Ciwidey yaitu 499.965 jiwa. Jenis tutupan lahan di Sub DAS Ciwidey ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Jenis tutupan lahan Sub DAS Ciwidey

Jenis Tutupan Lahan	Sub DAS Ciwidey	
	Ha	(%)
Hutan	5498	24.89
Kebun / Perkebunan	4897	22.17
Ladang / Tegalan	2181	9.87
Sawah	4616	20.9
Semak Belukar	2416	10.94
Tubuh Air	45	0.2
Terbangun	2436	11.03
Jumlah (Ha)	22089	100

Sumber : BPS 2017

Sungai Ciwidey Hulu memiliki kondisi lingkungan yang cukup baik. Berada disekitar hutan dan sawah. Sungai ini masih memiliki kondisi perairan yang terlihat jernih. Sungai Ciwidey Hilir berada disekitar permukiman yang tidak terlalu padat dan persawahan di Kabupaten Bandung. Kondisi perairan yang terlihat di Sungai Ciwidey Hilir jernih.

### **Kondisi Tingkat Pencemaran Air Sungai**

#### ○ **Sungai Cikapundung**

Sungai Cikapundung dengan berdasarkan parameter fisika dan kimia memiliki parameter air yang melampaui baku mutunya. Parameter fisika dan kimia yang melampaui baku mutu air kelas II (PP No.82/thn 2001), yaitu fenol, nitrit, BOD, COD, khlorida, tembaga (Cu), timbal (Pb), dan bakteri coliform. Kehadiran bakteri coliform di dalam air mengindikasikan perairan itu tercemar sehingga tidak dapat dijadikan sebagai sumber air minum (Sastrawijaya 2000). Parameter fisika dan kimia tersebut berasal dari limbah rumah tangga, pertanian dan industri yang berada di sekitar sungai. Berdasarkan perhitungan metode Storet, Sungai Cikapundung Hilir memiliki tingkat pencemaran berat dengan nilai -174.

### ○ **Sungai Cisangkuy**

Kondisi kualitas air Sungai Cisangkuy Hulu cenderung buruk karena beberapa parameter fisika dan kimia telah melampaui baku mutu air yang ditetapkan. Parameter sungai yang melampaui batas baku mutu air Kelas II adalah nitrit ( $\text{NO}_2$ ), DO, BOD, fenol, khlorida, tembaga (Cu), timbal (Pb), dan bakteri Coliform. Parameter air BOD dan COD berasal dari limbah rumah tangga dan tinja. Berdasarkan perhitungan indeks Storet, Sungai Cisangkuy Hulu termasuk dalam pencemaran berat (golongan D) dengan nilai -192. Sedangkan bagian hilir memiliki tingkat pencemaran berat dengan nilai -166. Parameter air yang besar kontribusinya adalah DO, BOD, fenol, khlorida, tembaga (Cu), timbal (Pb) dan bakteri coliform.

### ○ **Sungai Ciwidey**

Sungai Ciwidey memiliki parameter fisika dan kimia yang hampir sama dengan Sungai Cikapundung dan Cisangkuy. Parameter fisika dan kimia yang melampaui baku mutu air di Sungai Ciwidey Hulu adalah nitrit ( $\text{NO}_2$ ), DO, BOD, fenol, tembaga (Cu), seng (Zn), timbal (Pb) dan bakteri Coliform. Berdasarkan perhitungan indeks Storet kondisi Sungai Ciwidey Hulu memiliki nilai -158 sehingga tergolong pencemaran berat (golongan D). Demikian pula bagian hilir juga mengalami tingkat pencemaran berat dan termasuk dalam golongan D. Sungai ini memiliki nilai indeks Storet -172. Parameter air yang membuat nilai ini tercemar berat adalah nitrit ( $\text{NO}_2$ ), DO, fenol, khlorida, tembaga (Cu), dan timbal (Pb).

## **Tingkat Pencemaran Berdasarkan Data Makrozoobenthos**

Berdasarkan hasil analisis makrozoobenthos, baik menggunakan metode indeks keanekaragaman maupun indeks Hilsenhoff kondisi tingkat pencemaran air pada ketiga sungai dapat dijelaskan sebagai berikut.

### ○ **Sungai Cikapundung**

#### **Jenis dan Kepadatan Makrozoobenthos**

Biota makrozoobenthos yang ditemukan di Sungai Cikapundung terdiri dari 13 famili yang termasuk dalam 7 ordo yaitu Ephemeroptera, Tricoptera, Coleoptera, Megaloptera, Diptera, Cladocera dan Turbellaria. Di Sungai Cikapundung bagian hulu ditemukan 11 famili yaitu Isonychiidae, Baetidae, Odontoceridae, Hydroptilidae, Hydrosychiidae, Elmidae, Sialidae, Simulidae, Tabanidae, Chironomidae dan Turbellaria, dengan kepadatan 112.50 ind/m<sup>2</sup>. Kepadatan tertinggi dimiliki oleh famili Hydroptilidae sebesar 63.19 ind/m<sup>2</sup>. Sedangkan kepadatan famili makrozoobenthos terkecil dimiliki oleh famili Baetidae sebesar 0.69 ind/m<sup>2</sup>. Pada umumnya makrozoobenthos memiliki tingkat kepekaan yang menunjukkan sensitivitas makrozoobenthos terhadap perubahan lingkungan yang terjadi. Jenis Hydroptilidae merupakan jenis makrozoobenthos yang bersifat intoleran yang berarti bahwa organisme yang umumnya hidup dengan bertahan di batu, pasir, dan destirus lainnya yang tidak toleran terhadap pencemaran air atau kondisi lingkungan yang tercemar (Wilhm 1975). Sehingga dapat dikatakan sungai Cikapundung bila dilihat dari kepadatan makrozoobenthos memiliki kualitas air tercemar sedang (Hilsenhoff dalam Rahayu et al. 2009).

Di Sungai Cikapundung Tengah ditemukan 2 famili makrozoobenthos yaitu Oligochaeta dan Ptychopteridae dengan kepadatan famili Oligochaeta sebesar 6.25 ind/m<sup>2</sup> dan famili Ptychopteridae sebesar 2.08 ind/m<sup>2</sup>. Oligochaeta memiliki karakteristik toleran atau mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan memiliki kemampuan osmoregulasi yang baik, sehingga famili ini dapat menyesuaikan diri terhadap kondisi ekstrim. Keberadaan makrozoobenthos ini mengindikasikan bahwa Sungai Cikapundung Tengah memiliki kualitas air yang buruk atau cemar berat.

Sungai Cikapundung Hilir hanya memiliki satu famili makrozoobenthos yaitu famili Ptychopteridae, dengan kepadatan 1.38 ind/m<sup>2</sup>. Famili Ptychopteridae memiliki sifat toleran yang berarti dapat hidup pada perubahan lingkungan yang tinggi, maka Sungai Citarum Hilir memiliki kualitas air yang buruk (sangat tercemar).

### **Keanekaragaman dan Kemerataan Jenis Makrozoobenthos**

Sungai Cikapundung Hulu, Tengah, dan Hilir memiliki nilai Indeks Keanekaragaman yang berbeda. Indeks Keanekaragaman tertinggi dimiliki oleh Sungai Cikapundung Hulu dengan nilai 1.54; bagian Tengah 0.56 dan bagian Hilir memiliki nilai keanekaragaman 0. Di Sungai Cikapundung Hilir hanya ditemukan satu jenis makrozoobenthos dan memiliki tipe substrat pasir. Menurut Koesoebiono (1979), dasar perairan berupa pasir dan sedimen halus merupakan lingkungan hidup yang kurang baik untuk makrozoobenthos. Berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobenthos tersebut Sungai Cikapundung Hulu memiliki tingkat pencemaran sedang (H: 1.00-2.00). Sedangkan untuk Sungai Cikapundung Tengah dan Hilir memiliki tingkat pencemaran berat karena memiliki nilai keanekaragaman 0.00-1.00 (Wilhm 1975). Nilai keanekaragaman dan kemerataan pada Sungai Cikapundung ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Indeks keanekaragaman dan kemerataan makrozoobenthos di Sungai Cikapundung

Indeks	Sungai Cikapundung		
	Hulu	Tengah	Hilir
Keanekaragaman (H')	1.54	0.56	0
Kemerataan (E)	0.14	0.28	0

Dengan nilai Indeks Kemerataan <0,5 antar hulu-tengah-hilir menunjukkan bahwa kondisi hulu-tengah-hilir telah mengalami perubahan penggunaan lahan sehingga memberikan dampak negatif terhadap kualitas habitat dasar sungai, sehingga menyebabkan ketidakmerataan kepadatan (terdapat dominansi jenis) pada komunitas makrozoobenthos.

### **Indeks Kesamaan Makrozoobenthos**

Hasil perhitungan indeks kesamaan makrozoobenthos di Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir menunjukkan nilai indeks kesamaan yang sangat rendah (<0,5) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9. Menurut Magurran (1988), nilai indeks kesamaan jenis Jaccard (Cj) mendekati 0 menunjukkan tingkat kesamaan jenis antar habitat rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi perubahan penggunaan lahan dan sumber pencemar antara hulu tengah dan hilir

sungai, sehingga menyebabkan perubahan struktur komunitas dari hulu tengah hingga hilir.

Tabel 9 Tingkat kesamaan makrozoobenthos di Sungai Cikapundung

Cikapundung	Hulu	Tengah	Hilir
Hulu		0	0
Tengah			0.25

Disamping perubahan kualitas air, perubahan penggunaan lahan juga mempengaruhi perubahan tipe substrat. Tipe substrat dapat menentukan jumlah dan jenis biota di suatu perairan (Susanto 2000). Tingkat kesamaan 0,25 pada Sungai Cikapundung pada bagian tengah dan hilir karena pada bagian ini memiliki tipe tutupan lahan dan substrat yang sama yaitu permukiman dan tanah berpasir. Namun tingkat kesamaan pada kedua bagian sungai ini tergolong rendah. Sedangkan pada bagian tengah tidak memiliki kesamaan jenis dengan bagian tengah dan hilir kemungkinan karena pada bagian hulu memiliki kondisi tutupan lahan dominan berupa perkebunan dan tipe substrat batuan.

#### **Indeks Famili Biotik Makrozoobenthos**

Sungai Cikapundung Hulu dengan 11 famili makrozoobenthos. Berdasarkan perhitungan Indeks Famili Biotik (FBI) diperoleh indeks FBI 4.61. Nilai tersebut menunjukkan bahwa Sungai Cikapundung Hulu memiliki klasifikasi pencemaran sedang.

Sungai Cikapundung Tengah dengan 2 famili makrozoobenthos dengan nilai toleransi yang cukup tinggi yaitu Oligochaeta dan Ptycopteridae. Berdasarkan perhitungan nilai FBI diperoleh nilai sebesar 7.75. Hal ini menunjukkan status pencemaran yang buruk sekali.

Padabagian hilir juga yang hanya ditemukan 1 famili makrozoobenthos, dengan nilai FBI 7. Nilai tersebut menunjukkan bahwa Sungai Cikapundung Hilir memiliki tingkat pencemaran yang berat.

Dari ketiga titik Sungai Cikapundung tersebut Sungai Cikapundung Tengah merupakan sungai yang memiliki pencemaran yang paling buruk. Hal ini disebabkan karena sungai ini terletak di tengah kota Bandung yang banyak menerima limbah domestik maupun industri yang sebagian limbahnya langsung dibuang ke badan sungai. Menurut Supriyanto (2000), air limbah rumah tangga merupakan sumber utama pencemaran badan air di daerah perkotaan. Hal ini menyebabkan sedikitnya jenis makrozoobenthos yang hidup di perairan tersebut. Hanya jenis-jenis makrozoobenthos yang memiliki nilai toleransi yang cukup tinggi yang mampu bertahan hidup. Begitupun dengan Sungai Cikapundung Hilir yang banyak memiliki permukiman dan pabrik di samping kanan kiri sungai. Namun di sungai ini tergolong dalam pencemaran berat karena jumlah permukimanya lebih sedikit di dibandingkan dengan Cikapundung Tengah. Berbeda dengan Sungai Cikapundung Hulu yang berada pada wilayah perkebunan dan terdapat Tahura Juanda sehingga kondisi air masih tergolong cukup baik dan hanya termasuk tercemar sedang.

### o Sungai Cisangkuy

#### Jenis dan Kepadatan Makrozoobenthos

Hasil pengambilan contoh makrozoobenthos di Sungai Cisangkuy diperoleh 5 ordo yaitu Acariformes, Diptera, Ephemeroptera, Tricoptera dan Turbellaria, terdiri dari 7 famili (Lampiran 7).

Pada bagian hulu ditemukan 6 famili makrozoobenthos yaitu Isonychiidae, Hydroptiidae, Ptychopteridae, Simulidae, Limnesidae dan Turbellaria. Pada bagian tengah memiliki 1 famili makrozoobenthos yaitu Chironomidae merah dan bagian hilir dijumpai 1 famili yaitu Ptycopteridae.

Berdasarkan perhitungan kepadatan famili makrozoobenthos di Sungai Cisangkuy Hulu sebesar 79.86 ind/m<sup>2</sup>, dengan kepadatan tertinggi dimiliki oleh famili Hydroptilidae sebesar 27.08 ind/m<sup>2</sup> yang bersifat intoleran dan kepadatan terendah pada famili Limnesidae sebesar 0.69 ind/m<sup>2</sup>. Dominasi Hydroptilidae yang bersifat intoleran menyebabkan Sungai Cisangkuy tergolong tercemar sedang. Kepadatan makrozoobenthos di Sungai Cisangkuy Tengah sebesar 1.38 ind/m<sup>2</sup>, termasuk di dalamnya famili Chironomidae merah yang memiliki sifat toleran terhadap pencemaran, sehingga sungai ini tergolong dalam pencemaran berat. Bagian hilir, tingkat kepadatan yang dimiliki famili Ptycopteridae sebesar 38.19 ind/m<sup>2</sup>, jenis ini memiliki sifat toleran, sehingga Sungai Cisangkuy Hilir memiliki tingkat pencemaran berat.

#### Keanekaragaman dan Kemerataan Jenis Makrozoobenthos

Indeks Keanekaragaman, keseragaman dan dominansi merupakan indeks yang sering digunakan untuk mengevaluasi suatu kondisi lingkungan perairan berdasarkan kondisi biologinya. Hubungan ini didasarkan bahwa tidak seimbangya kondisi lingkungan akan turut mempengaruhi komunitas organisme yang hidup pada suatu perairan (Odum 1993). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Cisangkuy Hulu, Tengah dan Hilir diperoleh nilai keanekaragaman dan kemerataan sebagaimana Tabel 10.

Tabel 10 Indeks keanekaragaman dan kemerataan di Sungai Cisangkuy

Indeks	Sungai Cisangkuy		
	Hulu	Tengah	Hilir
Keanekaragaman (H')	1.09	0	0
Kemerataan (E)	0.18	0	0

Berdasarkan tabel diatas, indeks Keanekaragaman pada Sungai Cisangkuy menurun ke arah hilir sejalan dengan menurunnya kualitas air akibat perubahan penggunaan lahan ke arah hilir yang semakin banyaknya perubahan lahan ke arah pemukiman dan industri. Keanekaragaman 0 pada tengah dan hilir sungai menunjukkan bahwa kondisi Sungai Cisangkuy tengah dan hilir memiliki tingkat pencemaran berat.

Berdasarkan hasil penelitian, Sungai Cisangkuy Hulu, Tengah dan Hilir memiliki nilai kemerataan yang rendah. Nilai kemerataan Sungai Cisangkuy Hulu 0.18 dengan jenis yang dominan adalah Hydroptilidae. Sungai Cisangkuy Tengah dan Hilir memiliki nilai kemerataan 0 dengan jenis yang dominan masing-masing adalah Chironomidae merah dan Ptycopteridae.

### Indeks Kesamaan Makrozoobenthos

Sungai Cisangkuy hulu-tengah dan hilir memiliki tingkat kesamaan komunitas makrozoobenthos yang rendah. Tingkat kesamaan makrozoobenthos di Sungai Cisangkuy ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11 Tingkat kesamaan makrozoobenthos di Sungai Cisangkuy

Cisangkuy	Hulu	Tengah	Hilir
Hulu		0	0.02
Tengah			0

Tabel diatas menunjukkan bahwa struktur komunitas makrozoobenthos Sungai Cisangkuy pada bagian hulu, tengah maupun hilir tidak memiliki kesamaan. Dengan kata lain telah terjadi perubahan sumber dan intensitas beban pencemaran antara hulu ke hilir sungai akibat perubahan penggunaan lahan antara hulu dan hilir. Kondisi tutupan lahan di Sungai Cisangkuy Hulu berupa belukar, bagian tengah berupa permukiman dan bagian hilir berupa persawahan memberikan kontribusi beban pencemaran yang berbeda sehingga mengakibatkan perubahan kualitas habitat dasar sungai yang berbeda.

### Indeks Biotik Makrozoobenthos

Di Sungai Cisangkuy Hulu ditemukan 6 famili makrozoobenthos, dengan nilai FBI sebesar 4.37 sehingga Sungai Cisangkuy Hulu memiliki tingkat pencemaran sedang.

Sedangkan bagian tengah hanya ditemukan 1 famili makrozoobenthos yaitu Chironomidae merah yang memiliki toleransi pencemaran air yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Siahaan *et all.*(2012) adanya famili Chironomidae di Sungai Cisadane juga menunjukkan adanya penurunan kualitas air. Berdasarkan perhitungan FBI diperoleh nilai 8 sehingga menurut kategori Wilhm (1975) Sungai Cisangkuy tengah termasuk dalam pencemaran ekstrim.

Kondisi Sungai Cisangkuy Hilir tidak berbeda jauh dengan Sungai Cisangkuy Tengah. Sungai ini memiliki satu famili makrozoobenthos yaitu Ptycopteridae yang memiliki nilai toleransi 7. Dengan perhitungan FBI sungai ini termasuk dalam pencemaran sangat berat/ekstrim.

Sungai Cisangkuy Tengah memiliki pencemaran paling berat di antara Sungai Cisangkuy Hulu dan Hilir. Hal ini disebabkan karena di sekeliling Sungai Cisangkuy Tengah merupakan permukiman yang cukup banyak. Selain itu sebagian besar permukiman tersebut membuang limbah rumah tangganya langsung ke badan air.

#### o Sungai Ciwidey

##### Famili dan Kepadatan Makrozoobenthos

Berdasarkan hasil penelitian di Sungai Ciwidey Hulu ditemukan 6 famili makrozoobenthos yaitu Isonychiidae, Hydroptilidae, Dryopidae, Elmidae, Dolichopodidae dan Turbellaria, dengan tingkat kepadatan 24.31 ind/m<sup>2</sup>. Kepadatan tertinggi dijumpai pada famili Hydroptilidae dengan kepadatan 15.27 ind/m<sup>2</sup> dan terendah famili Turbellaria dengan kepadatan 0.69 ind/m<sup>2</sup>. Dominasi



Hydroptilidae di sungai ini menunjukkan bahwa Sungai Ciwidey Hulu mengalami pencemaran sedang karena makrozoobenthos ini memiliki tingkat kepekaan sedang. Famili dan tingkat kepadatan Makrozoobenthos di Sungai Ciwidey ditunjukkan pada Lampiran 8.

Sungai Ciwidey Tengah memiliki 3 famili makrozoobenthos, yaitu Isonyctidae, Leptophlebiidae dan Hydroptilidae dengan total 33 individu sertamemiliki kepadatan 22.92 ind/m<sup>2</sup>. Famili Hydroptilidae memiliki kepadatan yang paling tinggi yaitu 18.75 ind/m<sup>2</sup> selanjutnya famili Isonyctidae dan Leptophlebiidae memiliki tingkat kepadatan yang sama yaitu 2.08 ind/m<sup>2</sup>. Berdasarkan kondisi tersebut Sungai Ciwidey Tengah tercemar sedang karena jenis makrozoobenthos yang mendominasi memiliki tingkat kepekaan sedang.

Sungai Ciwidey Hilir memiliki 6 famili makrozoobenthos yang terdiri dari 18 individu. Famili Makrozoobenthos yang hidup di sungai tersebut diantaranya Potamanthidae, Nemouridae, Hydroptilidae, Elmidae, Pleuroceridae dan Turbellaria.. Kepadatan tertinggi dimiliki oleh famili Nemouridae dengan nilai kepadatan 6.25 ind/m<sup>2</sup>. Selanjutnya famili Hydroptilidae dan Pleuroceridae memiliki nilai kepadatan yang sama yaitu 2.08 ind/m<sup>2</sup>. Famili Elmidae, Potamanthidae dan Turbellaria memiliki nilai kepadatan yang terkecil yaitu sebesar 0,69 ind/m<sup>2</sup>.

### **Keanekaragaman dan Kemerataan Jenis Makrozoobenthos**

Makrozoobenthos di Sungai Ciwidey rata rata memiliki tingkat keanekaragaman sedang. Tingkat keanekaragaman makrozoobenthos di Sungai Ciwidey ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12 Keanekaragaman dan kemerataan makrozoobenthos di Sungai Ciwidey

Indeks	Sungai Ciwidey		
	Hulu	Tengah	Hilir
Keanekaragaman (H')	1.12	0.60	1.40
Kemerataan (E)	0.18	0.20	0.23

Berdasarkan tingkat keanekaragaman makrozoobenthos di Sungai Ciwidey sebagaimana tabel tersebut, maka bagian hulu tergolong tercemar sedang, bagian tengah tercemar berat dan bagian hilir tercemar sedang.

Kemerataan di Sungai Ciwidey antara Hulu, Tengah maupun Hilir tergolong rendah (0.18-0.23) dengan dominasi famili Hydroptilidae pada hulu dan tengah, serta dominasi Nemouridae pada bagian hilir. Perbedaan struktur komunitas ini berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan yang berubah dari hulu ke hilir (lihat Tabel 6).

### **Indeks Kesamaan Makrozoobenthos**

Bagian hulu-tengah-hilir Sungai Ciwidey memiliki tingkat kesamaan biota yang termasuk rendah. Tingkat kesamaan biota di Sungai Ciwidey ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13 Tingkat kesamaan makrozoobenthos di Sungai Ciwidey

Ciwidey	Hulu	Tengah	Hilir
Hulu		0.03	0.10
Tengah			0.03

Tingkat kesamaan komunitas makrozoobenthos Sungai Ciwidey, baik hulu, tengah dan hilir sangat rendah 0.03-0.10. Kondisi tutupan lahan Sungai Ciwidey yang berbeda menyebabkan perbedaan pengaruhnya pada kondisi kualitas habitat dasar sungai. Semakin rendah tingkat kesamaannya menunjukkan perubahan penggunaan lahan dari hulu ke hilir DAS. Sungai Ciwidey Hulu memiliki kondisi tutupan lahan berupa perkebunan, Sungai Ciwidey Tengah memiliki kondisi tutupan lahan berupa persawahan dan Sungai Ciwidey Hilir berada pada wilayah permukiman.

### Indeks Famili Biotik Makrozoobenthos

Makrozoobenthos yang hidup di perairan memiliki nilai toleransi yang berbeda terhadap perbedaan kondisi pencemaran sungai. Semakin tinggi nilai toleransinya maka suatu spesies akan lebih tahan terhadap perubahan lingkungan yang terjadi. Hasil perhitungan Indeks Famili Biotik (FBI) di Sungai Ciwidey Hulu memiliki nilai FBI sebesar 3.82. Nilai ini menurut Wilhm (1975) menunjukkan perairan tersebut tercemar ringan. Bagian tengah memiliki kondisi tercemar ringan, dengan nilai FBI sebesar 3.63. Sungai Ciwidey Hilir memiliki nilai FBI 3.38 yang menunjukkan bahwa sungai ini tercemar ringan.

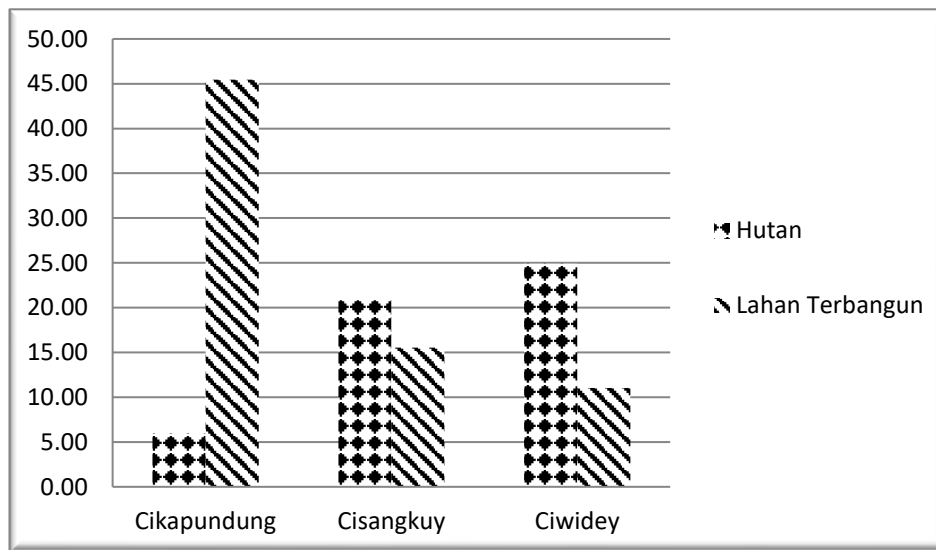
### Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Tingkat Pencemaran

Berdasarkan data penggunaan lahan (Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6) tutupan lahan di subDAS Cikapundung, Cisangkuy dan Ciwidey berupa lahan hutan tergolong rendah (<30%). Tutupan lahan yang relatif lebih luas di Sub DAS Ciwidey 24,89%. Kebalikannya adalah luasnya lahan terbangun pada ketiga SubDAS tersebut. Lahan terbangun terkecil 11,3 ada di SubDAS Ciwidey.

Kondisi tutupan lahan dan penggunaan lahan di dalam SubDAS mempengaruhi kualitas habitat dasar sungai dan kualitas air sungai pada ketiga SubDAS tersebut.

Berkurangnya luas hutan menjadi lahan pertanian dan permukiman, bahkan permukiman penduduk sekitar bantaran sungai menghasilkan beban pencemaran yang nyata, terutama pada parameter TSS akibat meningkatnya erosi lahan pertanian, serta parameter BOD, COD dan bakteri coli akibat limbah permukiman. Kasus berkurangnya tutupan hutan banyak terjadi di DAS di Indonesia. Hutan memiliki fungsi sebagai pengatur tata air dan pengontrol pencemaran dalam DAS (Sudaryono 2002) dan sebagai wilayah tangkapan air untuk mengurangi adanya limpasan permukaan yang dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi yang dapat menurunkan kualitas air sungai. Penurunan luas hutan di DAS antara lain berdampak pada peningkatan luas permukiman dan peningkatan jumlah penduduk (Walukow 2012). Kelestarian sungai dapat ditingkatkan jika penggunaan lahan untuk hutan melebihi 50 % dan atau lebih banyak dibangun waduk (Indreswari 1996). Pertambahan populasi dan perkembangan industri sesuai dengan meningkatnya pencemaran air dan degradasi lingkungan (Neto *et al.* 2006).

Penggunaan lahan di Sub DAS Cikapundung, Cisangkuy, dan Ciwidey ditunjukkan pada Tabel 13.



Gambar 6 Perbandingan luas hutan dengan lahan terbangun

Berdasarkan indeks FBI, Sungai Cikapundung memiliki tingkat rata-rata pencemaran berat. Hal ini berkorelasi dengan luas lahan terbangun sebesar 13 852 ha atau 45.47% dari luas hutan yang terdapat di wilayah Sub DAS Cikapundung yaitu sebesar 1 822 ha atau 5.98% dari luas Sub DAS Cikapundung. Kondisi luas hutan dan luas lahan terbangun yang tidak seimbang tersebut menyebabkan buruknya kualitas air di Sungai Cikapundung. Kualitas air Sungai Cisangkuy tidak jauh berbeda dengan Sungai Cikapundung. Berdasarkan indeks FBI Sungai Cisangkuy memiliki tingkat rata-rata pencemaran berat. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan lahan yang tidak sesuai meskipun luas hutan yang dimiliki oleh sub DAS Cisangkuy lebih besar yaitu 7 099 ha (20.84%) dibandingkan luas lahan terbangun sebesar 5 291 ha (15.53%). Kualitas kedua Sub DAS tersebut berbeda dengan Sub DAS Ciwidey yang memiliki tingkat pencemaran yang tergolong dalam pencemaran ringan. Hal ini dapat terjadi karena luas hutan yang dimiliki Sub DAS Ciwidey lebih besar yaitu sebesar 5498 ha (24.89%) dibandingkan luas lahan terbangun yang memiliki luas sebesar 2 436 ha (11.03%).

Di dalam setiap SubDAS sendiri juga terjadi degradasi ke arah hilir yaitu perubahan penggunaan lahan dari dominasi hutan ke arah pertanian/kebun serta selanjutnya di hilir berkembang pemukiman dan industri. Degradasi lahan SubDAS ke arah hilir ternyata lebih berkorelasi linear dengan data hasil pemantauan kualitas data biota makrozoobenthos dari pada data fisik-kimia. Dampak limbah pemukiman pada hilir ketiga sungai nampak pada tingginya kadar BOD, COD dan bakteri coli.

Demikian pula data biota menunjukkan degradasi ke arah hilir. Berdasarkan data makrozoobenthos menunjukkan kondisi perairan di Sungai Cikapundung Hulu tercemar sedang, tengah tercemar sangat berat dan hilir tercemar sangat berat. Kualitas Sungai Cisangkuy Hulu menunjukkan pencemaran sedang, tengah tercemar ekstrim dan hilir tercemar sangat berat. Adapun Sungai Ciwidey Hulu memiliki tingkat pencemaran ringan, tengah tercemar ringan dan hilir tercemar

sedang. Kondisi ini sesuai dengan perubahan kearah hilir di SubDAS Ciwidey lebih baik kondisinya dibandingkan Sungai Cikapundung dan Cisangkuy.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Citarum Hulu dengan berkurangnya luas hutan untuk peruntukan lain, seperti pertanian, peternakan, permukiman penduduk dan industri menyebabkan pencemaran sungai akibat limbah domestik, ternak hingga industri menjadi beban pencemaran terhadap perairan sungai-sungai di Citarum Hulu yang menurunkan kualitas perairan sungai. Penurunan kualitas Sungai Cikapundung, Cisangkuy dan Ciwidey berdasarkan parameter fisika dan kimia menunjukkan pencemaran sungai tergolong berat.

Hasil analisis menggunakan bioindikator makrozoobenthos ternyata juga menunjukkan tingkat pencemaran ringan hingga berat. Identifikasi kualitas air Sungai Cikapundung, Cisangkuy dan Ciwidey menggunakan bioindikator makrozoobenthos lebih sesuai dengan kondisi penggunaan lahan di masing-masing SubDAS. Hal ini ditunjukkan dengan kondisi perairan di Sungai Cikapundung Hulu tercemar sedang, Cikapundung Tengah tercemar sangat berat dan Cikapundung Hilir tercemar sangat berat. Kualitas Sungai Cisangkuy Hulu dengan menggunakan bioindikator menunjukkan pencemaran sedang, Cisangkuy Tengah tercemar ekstrim dan Cisangkuy Hilir tercemar sangat berat. Sungai Ciwidey Hulu memiliki tingkat pencemaran ringan, Ciwidey Tengah tercemar ringan dan Sungai Ciwidey Hilir tercemar ringan.

Dengan demikian penggunaan biota (makrozoobenthos) untuk mengetahui kualitas perairan sungai lebih akurat dibandingkan dengan penggunaan parameter fisika dan kimia (indeks storet). Selain itu, FBI lebih akurat dibandingkan indeks keanekaragaman makrozoobenthos.

### **Saran**

- Perlu dilakukan pemantauan kualitas air menggunakan bioindikator yaitu makrozoobenthos sebagai alternatif dalam pemantauan kualitas air sungai.
- Perlu pengendalian pencemaraan air sungai dari sumber domestik maupun perbaikan penutupan lahan Sub DAS dengan vegetasi yang efektif.
- 

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [BAPPEDA] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Jawa Barat. 2018. Laporan Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi Jawa Barat 2010. Bandung (ID): BAPPEDA Jawa Barat
- [BPDASCC] Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Citarum - Ciliwung. 2021. *Laporan Rencana Pengelolaan DAS Citarum Terpadu tahun 2020*. Bogor: BPDAS Citarum-Ciliwung.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Kabupaten Bandung dalam angka. Kabupaten Bandung (ID) : BPS Kabupaten Bandung
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Kota Bandung dalam angka. Bandung (ID) : BPS Kota Bandung
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Jakarta (ID) : Kementerian Lingkungan Hidup
- Cech T V. 2005. Principles of Water Resources History, Development, management, and Policy. Second Edition. Wiley. USA
- Guntur. 1993. Studi Kasus Perairan Sungai Brantas Dengan Menggunakan Makrozoobentos Sebagai Indikator Pencemaran Lingkungan Perairan. Laporan Penelitian. Pusat Studi Lingkungan Universitas Brawijaya Malang.
- Indreswari G. 1996. Decision Support System for River Management Presented at IHP's International Symposium on Rivers and People. Yogyakarta. 1996.
- Kawuri L R, Mustofa N S, Suryanti. 2012. Kondisi Perairan berdasarkan bioindikator makrozoobentos di Sungai Seketak Tembalang, Kota Semarang. Journal of Management of Aquatic Resources. 1(1) : 1 -7
- Koesoebiono. 1979. *Dasar – Dasar Ekologi Umum Bagian IV Ekologi Perairan*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Magurran AE. 1998. Ecological Diversity and Its Measurement. London: Croom Helm Ltd.
- Mann K H 1982. *Ecology of Coastal Water. A System Approach* Blackwell Scientific Pub. London. 321 p.
- Nana M A. 2011. Laporan Akhir Rencana Tindak Pengelolaan DAS Citarum. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Neto A C L, F L Legey, M C G Araya, Jablonski. 2006. *A system dynamics model for the environmental management of the Sepetiba Bay Watershed, Brazil*. Journal Environmental Management. 38:879 – 888
- Odum E P. 1993. *Dasar – Dasar Ekologi edisi ketiga*. Alih bahasa : Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. PP RI No.82 Tahun 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan
- Rahayu B, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I, Verbist B. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor. Indonesia.
- Rosenberg DM, Reesh VH. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Bentic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall. New York
- Retnowati DN. 2003. Struktur Komunitas Makrozoobentos dan Beberapa Parameter Fisika Kimia Perairan Situ Rawa Besar, Depok, Jawa Barat. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor
- Sastrawijaya AT. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Setyobuduardi I. 1997. Makrozoobentos (Definisi, Pengambilan Contoh dan Penanganannya). Laporan Penelitian. Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Siahaan R, Andri I, Dedi S, Lilik B P. 2012. Keanekaragaman makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas air Sungai Cisadane, Jawa Barat – Banten. *Jurnal Bioslogos*. 1(1) : 1 – 9
- Soeharto I. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta (ID) : Penerbit Andi
- Supriyanto B. 2000. Pengelolaan limbah air yang berwawasan lingkungan suatu strategi dan langkah penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 1 (1):17 – 26.
- Susanto P. 2000. Pengantar Ekologi Hewan. Jakarta (ID) : Departemen Pendidikan Nasional
- Sudaryono. 2002. Pembangunan Daerah Aliran Sungai Terpadu Konsep Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3(2):153 – 158
- Walukow A F. 2012 Analisis kebijakan penurunan luas hutan di Daerah Aliran Sungai Sentatni berwawasan lingkungan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 19 (1) : 74 – 84.
- Wibisono R W R, Barti S M. 2013. Penentuan kualitas air sungai cihampelas dengan bioindikator makrozoobentos. *Jurnal Hasil Penelitian Program Studi Teknik Lingkungan*. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung.
- Wilhm JF. 1975. *Biological Indicators of Pollution*. Blackwell Scientific. London.

