



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Barti Setiani Muntalif

**PENGEMBANGAN BIOINDIKATOR
SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN
KUALITAS AIR SUNGAI**

21 September 2019
Aula Barat Institut Teknologi Bandung

**Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
21 September 2019

Profesor Barti Setiani Muntalif

**PENGEMBANGAN BIOINDIKATOR
SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN
KUALITAS AIR SUNGAI**



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: PENGEMBANGAN BIOINDIKATOR SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN KUALITAS AIR SUNGAI
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB, tanggal 21 September 2019.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis
Data katalog dalam terbitan

Barti Setiani Muntalif
PENGEMBANGAN BIOINDIKATOR SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN KUALITAS AIR SUNGAI
Disunting oleh Barti Setiani Muntalif

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2019
vi+38 h., 17,5 x 25 cm
ISBN 978-602-6624-33-8

1. Pengelolaan Lingkungan 1. Barti Setiani Muntalif

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayahNya, sehingga saya dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Orasi ilmiah ini merupakan bentuk pertanggung jawab akademis sebagai seorang Guru Besar di bidang Teknologi Pengelolaan Lingkungan. Penghargaan dan rasa hormat serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan orasi ilmiah pada sidang Terbuka Forum Guru Besar ini.

Pada orasi ilmiah ini akan disampaikan kajian tentang Pengembangan Bioindikator Sebagai Upaya Pengelolaan kualitas Air Sungai. Naskah ini diawali dengan bahasan tentang bioindikator dalam penentuan indeks pencemaran air yang kemudian dilanjutkan dengan ilustrasi pemodelan makrozobentoz sebagai indikator kualitas air sungai. Pada bagian penutup merupakan upaya-upaya yang terus akan dilakukan terkait dengan pengembangan keilmuan dibidang pencemaran badan air serta kontribusinya dalam pengelolaan lingkungan di Indonesia.

Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan dan inspirasi yang bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 21 September 2019

Barti Setiani Muntalif

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II BIOINDIKATOR DALAM PENENTUAN INDEKS PENCEMARAN SUNGAI	11
BAB III PEMODELAN MAKROZOBENTOZ SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI	16
BAB IV PENUTUP	21
BAB V PENGHARGAAN DAN TERIMA KASIH	24
DAFTAR PUSTAKA	26
CURRICULUM VITAE	31

PENGEMBANGAN BIOINDIKATOR SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN KUALITAS AIR SUNGAI

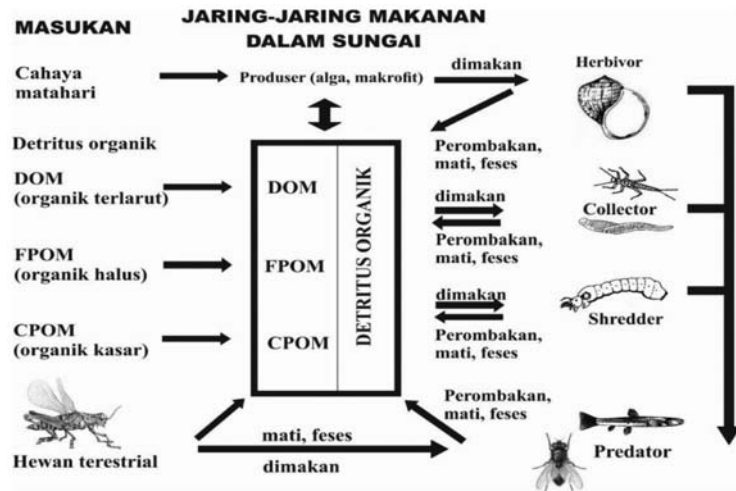
BAB I PENDAHULUAN

Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan organisme mikroinvertebrata yang hidupnya melekat di permukaan substrat di dasar sungai, diantara batuan, dalam runtunan bahan organik, batang kayu, tanaman air maupun dalam sedimen. Organisme ini umumnya mempunyai kemampuan untuk menghancurkan material yang besar dan sehingga menjadi partikel yang lebih kecil. Partikel yang dihasilkan akan menjadi substrat (medium) bagi pertumbuhan bakteri dan atau fungi untuk berkembang biak, serta menjadi sumber energi mikroinvertebrata lain, yaitu pemakan partikel halus. Proses dekomposisi ini dapat berperan dalam penyediaan atau regenerasi unsur hara atau nutrient secara tidak langsung, sehingga dapat membantu dalam proses keberlanjutan dalam ekosistem sungai (Reice dan Wohlenberg, 1993).

Konsep jaring-jaring makrozoobentos pada sungai dapat digambarkan pada Gambar 1 dimulai dari masuknya cahaya matahari dan detritus bahan organik *allochthonous* berupa *Dissolved Organic Matter* (DOM), *Filamentous Particulate Organic Matter* (FPOM), dan *Course Particulate organic Matter* (CPOM) yang berasal dari jatuhan daun, kayu,

maupun hewan terestrial ke perairan. Cahaya matahari yang masuk ke dalam sungai akan mendorong pertumbuhan dari alga maupun tanaman makrofit.



Gambar 1. Jaring-jaring makanan pada sungai (Cretaz dan Barten, 2007)

Struktur Komunitas Makrozoobentos

Komunitas adalah kumpulan populasi yang terdiri dari berbagai spesies dan saling berhubungan erat karena adanya interaksi biotik dan membuat komunitas itu berfungsi sebagai satu unit kesatuan. Suatu komunitas mempunyai ciri adanya kelahiran, kematian, struktur umur, pertumbuhan dan dinamika interpedensi. Suatu organisme tidak dapat hidup sendirian, akan tetapi harus hidup bersama-sama dengan organisme lain, baik dengan organisme sejenis maupun tidak sejenis

dalam suatu habitat. Berbagai organisme hidup di suatu habitat akan bergabung dalam suatu komunitas biotik (Indriyanto, 2017). Di dalam komunitas biotik terdapat kelompok-kelompok yang disebut dengan populasi. Sebuah populasi memiliki memiliki karakter yang berbeda dari populasi lainnya.

Menurut Wetzel (2000), distribusi, kelimpahan dan produktivitas dari organisme benthik ditentukan oleh beberapa proses ekologi yaitu: (a) secara terus menerus menggambarkan suatu spesies menempati habitat tertentu, karena habitat yang ditempati sangat sesuai untuk berkembang biak sehingga produktivitas spesies tersebut tinggi; (b) adanya pembatas secara fisik dari suatu spesies dari tahapan siklus hidup, karena setiap populasi spesies akan tersebar menurut kisaran toleransinya terhadap faktor-faktor abiotik yang bervariasi sepanjang gradien sungai dan mengakibatkan komunitas itu berubah secara terus menerus seiring dengan penambahan atau pengurangan spesies tertentu; (c) ketersediaan sumber materi dan energi yang dapat mendukung keberlangsungan hidup dari biota tertentu serta; (d) kemampuan dari suatu spesies untuk bertoleransi terhadap kompetisi, *predasi*, dan parasitisme, sehingga terjadi kolonisasi yang cepat oleh spesies dominan dan dinamika pada habitat kecil yang lebih ditekankan pada penyebaran spesies. Menurut Gopal dan Bhardwaj (1979), karakteristik yang dimiliki populasi antara lain densitas, natalitas, mortalitas, laju kenaikan populasi, umur, dan *sex ratio*, serta *agregasi*.

Siklus Hidup Makrozoobentos

Sebagian besar komunitas makrozoobentos dibedakan dalam lima macam *voltinisme* yaitu: *univoltine* (1 generasi setahun), *biovoltine* (2 generasi setahun), *trivoltine* (3 generasi setahun), *multivoltine* (lebih dari tiga generasi setahun), dan fleksibel (jumlah siklus hidupnya dalam setahun bervariasi) (Hersey dan Lamberti, 1998). *Voltinisme* ini sangat dipengaruhi oleh kondisi faktor lingkungan berupa: suhu dan ketersediaan nutrisi (Graf dkk., 2008).

Umumnya makrozoobentos yang berukuran besar mempunyai waktu siklus hidup yang relatif panjang dibandingkan dengan yang berukuran kecil. Sebagai contoh: *Ephemeroptera* dari jenis *Baetis* yang berukuran relatif kecil dan bersifat *univoltine*, sedangkan *Caddisfly brachycentrus* yang berukuran relatif besar mempunyai waktu siklus hidup hingga tiga tahun. Sungai-sungai di daerah pesisir pasifik, siklus hidup makrozoobentos umumnya bervariasi dari beberapa bulan (*multivoltine*) hingga beberapa tahun, namun sebagian besar serangga akuatik paling banyak bersifat *univoltine* (Hersey dan Lamberti, 1998).

Beberapa penelitian mengenai siklus hidup beberapa genus antara lain: *Perlesta placida* (Hagen) memiliki siklus hidup dengan waktu pertumbuhan 8 hari (Snellen dan Stewart, 1979), *Leuctra sp.* memiliki siklus hidup 1 tahun, dengan tahap dewasa yang berumur pendek (Boumans dkk., 2017) dan waktu penetasan telur *Leuctra tenuis* di sungai selama waktu 3-4 minggu (Harper, 1990), siklus hidup *Baetis sp* waktu

pertumbuhan rata-rata 23 hari berdasarkan penelitian Jackson dan Sweeney (1995). Pada aliran subtropis di Georgia, AS waktu pertumbuhan *Baetis sp* rata-rata 18 hari (Benke dkk., 1992 dalam Jackson dan Sweeney, 1995). sedangkan menurut Mahto dkk. (2007), larva *Baetis sp.* dapat hidup dari 2 minggu hingga 2 tahun dan *Baetis sp.* dewasa hanya bertahan hidup beberapa menit atau dalam periode 1-2 hari. Karena tahap dewasa *Baetis sp.* pendek, maka nimfa *Baetis sp.* paling mudah dikumpulkan dan secara biologis merupakan tahap yang paling menarik dalam siklus kehidupan (Savolainen dkk., 2007). Nimfa *Baetis sp.* banyak digunakan dalam biomonitoring kualitas lingkungan (Fialkowski dkk. 2003).

Rhyacophila sp. membutuhkan 2 tahun untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Larva dalam spesies ini tumbuh perlahan dan tahap pupa tidak terjadi sampai musim semi - awal musim panas tahun kedua. Beberapa spesies bertahan pada tahap larva instar ketiga atau keempat, di mana terjadi pembesaran pada akhir Mei - Juni dengan munculnya *Rhyacophila* dewasa pada akhir Juli - awal Agustus (Dobrin dan Giberson, 2003). Tahap pupa *Rhyacophila sp.* membutuhkan waktu beberapa minggu hingga beberapa bulan untuk berkembang, larva *Rhyacophila sp.* dapat hidup selama 25-80 hari, tetapi ketika musim dingin pertumbuhan pupa (Wisseman, 1991) dan larva dapat bertahan lebih lama, sedangkan *Rhyacophila sp.* dewasa hanya bertahan hidup beberapa hari hingga 1 minggu (Mahto dkk., 2007).

Makrozoobentos sebagai Bioindikator

Makrozoobentos umumnya digunakan sebagai bioindikator untuk lingkungan akuatik. Organisme tersebut mempunyai kelebihan, yaitu mampu merefleksikan kondisi lokal suatu ekosistem sungai, mempunyai siklus hidup yang relatif panjang (± 1 tahun atau lebih), mudah disampling, dan relatif melimpah pada sebagian besar (bagian) sungai (Rosenberg dan Resh, 1993).

Bentos merupakan organisme perairan yang hidup di dasar permukaan (*epifauna*) maupun di dalam (*infauna*) sedimen dasar perairan yang sebagian besar siklus hidupnya (Wetzel, 1995) menetap di habitatnya yang merupakan substrat dasar suatu perairan. Penggunaan parameter biologis dengan bentos sangat baik, karena bentos mempunyai *niche* (relung) yang tetap dalam badan air, menempel pada batuan atau dasar sungai, atau dengan kata lain tidak *mobile* (bergerak). Oleh sebab itu, zat pencemar yang masuk ke sungai akan mempengaruhi secara terus menerus. Makrozoobentos sangat baik digunakan sebagai indikator pencemaran air, karena: (i) Tingkat kepekaan organisme makrozoobentos yang berbeda-beda terhadap jenis bahan pencemar dan memberi reaksi yang cepat; (ii) Kemampuan mobilitas yang rendah, sehingga dapat dipengaruhi secara langsung oleh substansi lingkungan; (iii) Organisme ini relatif mudah didapatkan, diidentifikasi, dan dianalisa dibandingkan dengan organisme lain (plankton, perifiton) (Wilhm, 1975).

Adapun pengelompokan makrozoobentoz yang toleran terhadap

kualitas air sungai adalah sebagai berikut:

- **Kualitas air sedikit tercemar sampai dengan ringan**

Sulcospira sp. pemakan detritus, lumut, dan aneka ganggang. Substrat pada habitat *Sulcospira sp.* berupa batu, kerikil, pasir, tumbuhan air, dan akar tumbuhan. Beberapa jenis *Sulcospira sp.* biasanya ditemukan menempel pada sungai, bahkan juga pada batang-batang pohon, ranting-ranting atau serasah dedaunan yang terendam di sungai. *Sulcospira sp.* umumnya menyukai daerah yang terlindung dan melimpah di bawah daerah yang teduh, seperti di balik batu, akar, di bawah serasah dedaunan, atau membenamkan cangkang di dalam pasir berlumpur (Marwoto dan Isnaningsih, 2017). *Sulcospira sp.* hidup sangat baik pada kualitas air dengan parameter Nitrat $<5\text{mg/l}$, Nitrit $<0,06\text{mg/l}$ dan BOD $9,7\text{mg/l}$.

Rhyacophila sp. memiliki nilai toleransi yang sangat rendah. Larva *Rhyacophila sp.* berada di air yang mengalir dan paling sering ditemukan di sungai yang bersih, berarus deras, dan berada di bawah batu atau di gumpalan lumut dan ganggang (McCafferty dan Provonsha, 1981; Bouchard, 2012). *Rhyacophila sp.* hidup sangat baik pada kualitas air dengan parameter TSS $<82\text{mg/l}$, dan Amoniak $<0,02\text{mg/l}$.

- **Kualitas air sedikit tercemar sedang**

Baetis sp. memiliki toleransi yang sedang. Larva *Baetis sp.* ditemukan di

berbagai habitat dan tersebar luas. Beberapa *Baetis sp.* ditemukan di aliran arus sedang atau di daerah air tenang dan dapat hidup di sungai yang tercemar. Namun, *Baetis sp.* terbatas pada danau dan kolam (McCafferty dan Provonsha, 1981; Bouchard, 2012). *Baetis sp.* hidup sangat baik pada kualitas air dengan parameter Nitrat <5mg/l, Nitrit <0,06mg/l dan BOD 9,7mg/l dan sedimen lumpur <24%.

Hydropsyche sp. memiliki nilai toleransi sedang. Habitat *Hydropsyche sp.* terbatas pada air yang mengalir, mulai dari sungai kecil hingga sungai besar. *Hydropsyche sp.* paling sering ditemukan di daerah dengan substrat batuan kasar atau batuan dasar yang memiliki struktur padat untuk memasang jaring. *Hydropsyche sp.* juga bisa ditemukan di puing-puing kayu besar dan vegetasi terendam (McCafferty dan Provonsha, 1981; Bouchard, 2012). *Hydropsyche sp.* hidup sangat baik pada kualitas air dengan parameter TSS <82mg/l, dan Amoniak <0.02mg/l

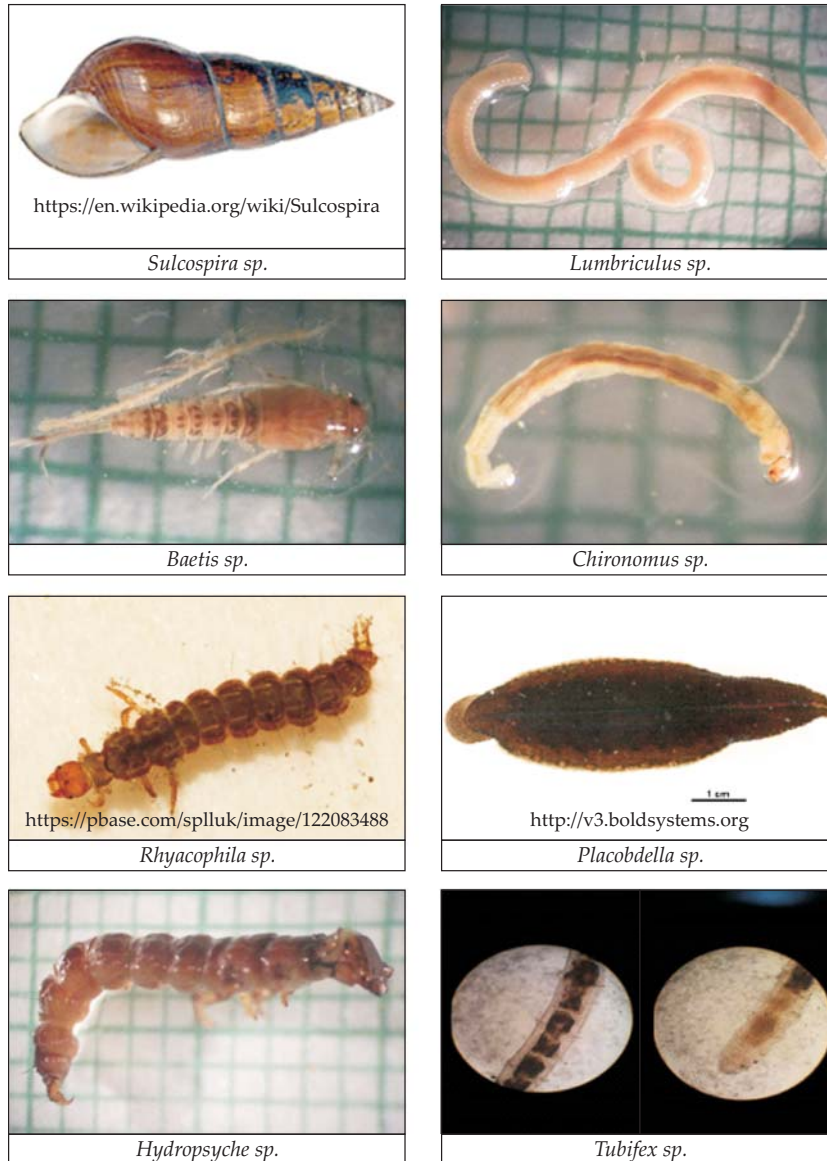
Lumbriculus sp. memiliki nilai toleransi yang tinggi. *Lumbriculus sp.* umumnya hidup di sungai dengan aliran yang rendah atau tenang dan paling sering ditemukan di sedimen lunak, tetapi beberapa dapat ditemukan di detritus kasar, pada vegetasi, dan di substrat kasar.

- **Kualitas air sedikit tercemar berat**

Chironomus sp. memiliki nilai toleransi sedang hingga tinggi. Habitat *Chironomus sp.* ditemukan di setiap habitat air dari rembesan kecil ke sungai besar dan dari kolam sementara ke danau dalam. *Chironomus*

sp. berada di sedimen lunak, di bebatuan, di dalam dan di sekitar vegetasi, dan hampir semua habitat lainnya. Beberapa jenis *Chironomus sp.* dapat bertahan dalam situasi dengan oksigen terlarut rendah (McCafferty dan Provonsha, 1981; Bouchard, 2012). *Chironomus sp.* hidup sangat baik pada kualitas air dengan parameter Nitrat <10 mg/l, Nitrit <0,34 mg/l dan BOD > 9,7mg/l dan sedimen lumpur <33%.

Tubifex sp. yang memiliki nilai toleransi tinggi. *Tubifex sp.* paling umum hidup di danau, kolam, rawa-rawa, dan kolam arus. Beberapa spesies ditemukan di daerah aliran yang deras. *Tubifex sp.* paling sering ditemukan di sedimen lunak (lumpur), tetapi beberapa dapat ditemukan di detritus kasar, pada vegetasi, dan di substrat kasar. *Tubifex sp.* dapat hidup di perairan yang sangat tercemar dengan kadar oksigen terlarut yang sangat rendah, sangat kaya secara organik (misalnya, setelah instalasi pengolahan air limbah). *Tubifex sp.* hidup sangat baik pada kualitas air dengan parameter TSS <400mg/l, dan Amoniak <1,34mg/l.



Gambar 2. Jenis-jenis spesies bioindikator

BAB II BIOINDIKATOR DALAM PENENTUAN INDEKS PENCEMARAN SUNGAI

Sungai merupakan salah satu ekosistem yang paling terancam di dunia. Hampir semua sungai di berbagai tempat di Indonesia yang kondisi kualitas airnya menurun akibat adanya kegiatan antropogenik. Pencemaran sungai tersebut dengan kondisi ringan hingga berat. Beberapa penelitian - penelitian yang memberikan indikasi tentang keberadaan bioindikator dalam penentuan indeks pencemaran di beberapa sungai di Indonesia seperti yang terinci dalam tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1: Bioindikator dalam Penentuan Kualitas Air Sungai

NO	PENULIS	LOKASI	ANALISA KUALITAS AIR	BIOINDIKATOR	SIMPULAN
1.	Vidhiya Perdani (2004)	Sungai Cileungsi, Bekasi	Indeks Keragaman Shanon-Wiener, Indeks	<i>Annelida, Tubificidae, Uniramia</i>	Nilai Indeks Shanon-Wiener antara 0,04-5,59, Tercemar sedang – Tercemar berat)
2.	Alma Sina; (2005)	Sungai Cipeles, Sumedang	Indeks Keragaman Shanon-Wiener	<i>Oligochaeta</i>	Status Sungai Cipeles : Tercemar berat
3.	Donny Setiawan (2007)	Hilir Sungai Musi	Indeks Keragaman Shanon dan Wiener ; Indeks Keseragaman Krebs; Indeks Dominasi;	<i>Tubifex sp, Lumbriculus sp, Nereis sp, Chironomous sp, Gammarus sp, Hydropsyche sp</i>	Kualitas S.Musi: Tercemar berat : nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman yang rendah, kepadatan tinggi, serta nilai indeks dominansi yang tinggi. Tercemar sedang : nilai indeks keanekaragaman sedang dan nilai indeks dominansi rendah sampai sedang serta kepadatan rendah sampai sedang.

NO	PENULIS	LOKASI	ANALISA KUALITAS AIR	BIOINDIKATOR	SIMPULAN
					Mengalami tekanan ringan dengan nilai BOD5 kecil, nilai indeks keanekaragaman sedang, kepadatan sedang dan nilai indeks dominansi rendah, yang menunjukkan adanya purifikasi
4.	Barti Setiani Muntalif; Kania Ratnawati; Syamsul Bahri (2008)	Citarum Hulu (Gunung Wayang-Margahayu)	Metode Family Biotix Index (FBI), Metod Lincoln Quality Indeks, Indeks Keragaman Shanon dan Wiener	<i>Hirudinea</i> , <i>Chironomidae</i> , <i>Caenidae</i> , <i>Rhyachopilidae</i> , <i>Viviparidae</i>	S. Citarum hulu dengan sumber pencemar dari limbah peternakan, limbah domestik dan industri tekstil, Status kualitas air sungai pada tingkat belum tercemar-tercemar ekstrim,
5.	Tuty Indhira Jati (2011)	Sungai Cimanuk	Indeks Keragaman Shanon-Wiener	<i>Hydropsyche</i> , <i>Chironomous</i>	Status Sungai Cimanuk adalah Tercemar sedang sampai berat
6.	R. Wisnu Rizki Wibisono (2013)	Sungai Cihampelas, Bandung	Indeks NSF-WQI; Indeks FBI; Analisis Korelasi NSF-WQI dengan FBI	<i>Nemouridae</i> ; <i>Perlidae</i> , <i>Heptagenia</i> , <i>Baetidae</i> ; <i>Hydropsychidae</i> ; <i>Simuliidae</i> ; <i>Hydropsyche instabilis</i> , <i>Chironomous sp</i> ;	Status sungai Cihampelas: berdasarkan metode NSF-WQI: Kualitas sedang-buruk; Berdasarkan Analisis FBI: Sungai berada pada kondisi tidak tercemar-tercemar ekstrim; parameter fisika berkorelasi tinggi
7.	Luppy Handinata (2017)	Sungai Cikaro, Bandung	Penilaian Status Kualitas Air; Principal Component Analysis (PCA)	<i>Macrobrachium</i> , <i>Pomacea</i> , <i>Melanoidea</i> , <i>Lymnea</i>	Kualitas S. Cikaro: berdasarkan penilaian Status Kualitas Air : tercemar sampai tercemar sedang; Parameter yang paling berpengaruh (PCA); TDS, TSS, COD, dan Total Fosfat
8.	Nurul Chazanah (2018)	Daerah Hulu Sungai Citarum	Indeks Skoring; Principal Component Analysis (PCA);	<i>Baetis sp</i> , <i>Sulcospira sp</i> , <i>Hydropsyche sp</i> , <i>Rhyachopila sp</i> , <i>Placobdella sp</i>	Hulu S Citarum: Pada musim kemarau Status kualitas: Sedikit tercemar, Tercemar ringan dengan parameter kunci konduktivitas dan NO3. Tercemar sedang parameter kunci NO2, BOD5,

- Sungai Cileungsi Bekasi teridentifikasi cemar sedang dengan nilai Indeks Shanon-Wiener sebesar 0,04-5,59; Indeks Krebs menunjukkan angka 0,003-1,56; Indeks Dominasi sebesar 0,09-1, dan berdasarkan hasil uji regresi Sungai Cileungsi memiliki pengaruh linear terhadap keanekaragaman makrozoobentos. Bioindikator yang ditemukan diantaranya sebagai berikut: *Annelida*, *Tubificidae*, *Uniramia*.
- Berdasarkan hasil identifikasi kualitas fisik dan kimia air Citarum Hulu (Gunung Wayang – Margahayu) terdapat kategori jenis limbah organik dari tiga sumber yaitu limbah peternakan sapi perah, limbah domestik dan limbah industri tekstil. Berdasarkan hasil uji korelasi variabel metrik indeks *Family Biotic Index (FBI)*, *Lincoln Quality Index (LQI)*, dan *Indeks Shannon Wiener (S-W)* menghasilkan nilai $r = -0,87$; $0,97$; dan $0,79$
- Kualitas air Sungai Cipeles, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat berada pada kondisi tercemar sedang sampai berat dengan analisa menggunakan metode Shanon Wiener Index (SW) dan Status Ekologis Index (SEI). Tingginya keanekaragaman tidak dapat dijadikan suatu indikator kondisi pencemar secara keseluruhan karena tidak memperhatikan secara spesifik taksa yang *intoleran* terhadap pencemaran, hasil analisis regresi kedua metode terhadap indeks pencemaran menunjukkan bahwa metode SWI lebih sensitive dibanding dengan metode SEI disebabkan oleh adanya taksa *intoleran fakultatif* dan *toleran* sehingga dapat dilihat rasio masing-masing

kelompok terhadap jumlah total.

- Status sungai Cihampelas berdasarkan metode *National Sanitation Foundation-Water Quality Index* (NSF-WQI) menunjukkan bahwa kualitas sedang-buruk dimana stasiun dari Gunung Manglayang-Cikeruh. Sedangkan penilaian berdasarkan Analisis *Family Biotic Index* (FBI) menunjukkan bahwa sungai tersebut berada pada kondisi tidak tercemar-tercemar ekstrim. Berdasarkan korelasi Pearson antara FBI dengan parameter fisika memiliki korelasi tinggi
- Adanya jenis makrozoobentos di Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi yang mendominasi dari kelas *Oligochaeta* terutama *Tubifex sp* menunjukkan adanya pencemaran bahan organik di stasiun yang berada dekat pusat kota pemukiman padat penduduk dan daerah industri di sekitar Sungai Musi bagian hilir sedangkan daerah yang agak jauh dari stasiun tersebut didominasi oleh jenis *Gammarus sp* sebagai indikasi adanya pemulihan air bersih (*self purification*). Kualitas perairan di Sungai Musi bagian hilir dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, Kelompok pertama; tercemar berat mulai dari stasiun Musi Kramasan, Muara Ogan, Ampera, Wilmar, Pusri, sampai stasiun Hoktong, ini ditandai dengan adanya nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman yang rendah, kepadatan tinggi, serta nilai indeks dominansinya yang tinggi yang didominasi oleh jenis *Oligochaeta* seperti *Tubifex sp* sedangkan kelompok yang kedua mengalami tercemar sedang yaitu Sungai Kundur, Pulau Borang, Pre

Selat Cemara, Gandus, Pre Ogan, Pulau Burung dan Tanjung Buyut yang ditandai dengan rata-rata nilai indeks keanekaragamannya sedang dan nilai indeks dominansinya rendah sampai sedang serta kepadatannya rendah sampai sedang dan kelompok yang ketiga adalah kelompok yang mengalami tekanan ringan ditemukan pada stasiun Upang, Pre Selat Cemara, Selat Cemara, Pulau Payung, dan Pulokerto yang dicirikan dengan rendahnya nilai BOD₅, nilai indeks keanekaragaman sedang, kepadatan sedang dan nilai indeks dominansi rendah, yang didominasi oleh *Gammarus sp*, hal ini menunjukkan adanya indikasi bahwa kualitas air di daerah tersebut sudah mengalami purifikasi (stasiun Upang sampai Pulau Payung)."

- Ditemukan beberapa spesies makrozoobentos yang dapat dijadikan sebagai indikator kualitas perairan Sungai Musi bagian hilir yaitu indikator pencemar berat : jenis *Tubifex sp*, *Lumbriculus sp*, *Nereis sp* dan *Chironomous sp*, indikator pencemaran ringan sampai sedang yaitu jenis *Hydropsyche sp* serta indikator pencemar ringan dan pemulihan air bersih yaitu *Gammarus sp*.
- Status Sungai Cimanuk berdasarkan nilai Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener adalah tercemar sedang-berat. Bioindikator untuk Kualitas air yang baik adalah jenis *Hydropsyche instabilis*, sedangkan untuk Kualitas Air yang buruk adalah jenis *Chironomous sp*.
- Berdasarkan Penilaian Status Kualitas Air, Sungai Cikaro berada pada indeks 2,76-4,78, menunjukkan pada kondisi sedikit tercemar sedang.

Parameter yang paling berpengaruh berdasarkan PCA (*Principal Component Analysis*) adalah *Total Dissolve Solid (TDS)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, dan Total Fosfat. Spesies yang ditemukan adalah dari jenis sebagai berikut: *Macrobrachium*, *Pomacea*, *Melanoides*, *Lymnea*.

BAB III MODEL PERTUMBUHAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR

Penilaian kualitas air secara biologi telah lama digunakan, dengan melibatkan organisme makrozoobentos sebagai bioindikator suatu sistem perairan. Kolenati (1848) dan Cohn (1853) (dalam Sudarso dan Wardianto, 2015) mengamati hubungan antar organisme yang hidup di air tercemar berbeda dengan yang hidup di air yang belum mengalami pencemaran. Pendekatan penilaian kualitas air yang digunakan sampai saat ini terdiri dari metode indeks keanekaragaman, indeks biotik, pendekatan multinumerik, pendekatan multivariat, *functional feeding groups (FFGs)*, dan beberapa sifat biologis (Li dkk., 2009). Sudarso dan Wardiatno (2015) menjelaskan bahwa pengembangan indeks biotik untuk mengetahui status ekologis mulai berkembang yang didasarkan pada populasi makrozoobentos tertentu.

Metode pemodelan prediktif telah dikembangkan berbagai negara melalui analisis multivariat dalam penyusunannya. Baik model prediktif maupun analisis multimetrik di Indonesia belum banyak dikembangkan.

Padahal metode pemodelan dapat memprediksi gangguan ekologi di perairan, padahal perbedaan iklim antara negara Indonesia yang memiliki iklim tropis dengan negara yang telah mengembangkan pemodelan prediktif seperti Inggris melalui *River Invertebrate Prediction and Classification System (RIVPACS)*, Australia melalui *Australian River Assessment Scheme (AuRivas)* atau Kanada dengan *Benthic Assessment of Sediment (BeAst)* yang sangat berbeda kondisi alamnya sehingga tentu perlu adaptasi serta modifikasi untuk memperoleh model prediktif yang sesuai dengan kondisi Indonesia.

Selain penelitian melalui model prediktif multivariat telah dilakukan pula pemodelan yang memprediksi pengaruh lingkungan dalam hal ini sungai terhadap dinamika populasi makrozoobentos pernah dilakukan Kim dan Montagna (2009) yang melakukan penelitian mengenai studi pemodelan implikasi ekosistem pada aliran Sungai Colorado dalam dinamika bentos, dimana pemodelan tersebut memprediksi dan mengevaluasi pengaruh lingkungan terhadap berbagai aliran Sungai Colorado menggunakan tingkat trofik biota perairan yang berbeda. Selain itu Geothals dan Pauw (2001) melakukan penelitian berupa model prediksi yang memprediksi ekosistem sungai sebagai faktor yang mempengaruhi komunitas makrozoobentos dan ikan.

Pengembangan penilaian kualitas air menggunakan model dinamika populasi dalam menentukan status ekologis, variabel lingkungan, serta menentukan pertumbuhan logistik populasi bioindikator

makrozoobentos didasarkan pada pemodelan populasi yang dibatasi daya dukung lingkungannya. Dimana pertumbuhan populasi bentos dipengaruhi oleh habitat, nutrien, dan biota lainnya. (Chazanah, 2018).

Penelitian dengan metode model dinamika populasi telah dilakukan Chazanah (2018) di hulu Sungai Citarum. Pada penelitian ini, penilaian kualitas air di hulu Sungai Citarum dilakukan menggunakan modifikasi model pertumbuhan populasi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan (Kim dan Montagna, 2009) dapat dilihat pada Persamaan 1 dan dengan analisis statistik regresi polinomial.

$$\frac{dB}{dt} = rBE \left(1 - \frac{B}{C} \right) \quad (\text{Persamaan 1})$$

dengan:

dB/dt = Pertumbuhan logistik populasi genus makrozoobentos (individu/m²/bulan)

r = Laju pertumbuhan intrinsik genus makrozoobentos (/bulan)

B = Jumlah populasi genus makrozoobentos (individu/m²)

E = Faktor lingkungan

C = Kapasitas daya dukung populasi genus makrozoobentos (individu/m²)

Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa parameter fisik-kimia berpengaruh terhadap laju pertumbuhan makrozoobentos di suatu habitat tertentu. Dimana pertumbuhan logistik populasi

bioindikator makrozoobentos di hulu Sungai Citarum dipengaruhi oleh kelimpahan bioindikator, laju pertumbuhan intrinsik bioindikator, faktor lingkungan, dan daya dukung lingkungan. Bioindikator makrozoobentos yang telah ditentukan berdasarkan analisis penentuan parameter lingkungan dengan PCA sebanyak sepuluh genus makrozoobentos, yaitu *Leuctra sp.*, *Perlesta sp.*, *Sulcospira sp.*, *Baetis sp.*, *Rhyacophila sp.*, *Hydropsyche sp.*, *Lumbriculus sp.*, *Chironomus sp.*, *Placobdella sp.*, dan *Tubifex sp.*, sedangkan parameter lingkungan fisik-kimia sebanyak sembilan parameter, yaitu TN Sedimen, Konduktivitas, NO₃, NO₂, NH₃, TSS, BOD, lumpur, dan kerikil menjadi dasar dalam analisis pertumbuhan logistik populasi bioindikator. Berdasarkan analisis kesembilan parameter fisik-kimia tersebut, terpilih parameter TSS dan BOD sebagai faktor lingkungan yang dapat merepresentasikan pengaruh akibat kondisi topografi dan kegiatan antropogenik di hulu Sungai Citarum.

Berdasarkan pertumbuhan logistik populasinya, terpilih delapan bioindikator makrozoobentos, yaitu *Sulcospira sp.*, *Baetis sp.*, *Rhyacophila sp.*, *Hydropsyche sp.*, *Lumbriculus sp.*, *Chironomus sp.*, *Placobdella sp.*, dan *Tubifex sp.*

Pertumbuhan logistik populasi bioindikator makrozoobentos pada status tercemar ringan adalah *Sulcospira sp.* dengan rentang 0-15 individu/m²/bulan dan *Rhyacophila sp.* dengan rentang 0-2 individu/m²/bulan. Sedangkan, pada status tercemar ringan hingga tercemar sedang adalah *Baetis sp.* dengan rentang 0-6 individu/m²/bulan

dan *Placobdella sp.* dengan rentang 0-912 individu/m²/bulan. Pada status tercemar sedang adalah *Tubifex sp.* dengan rentang 0-4 individu/m²/bulan. Adapun, yang ada pada semua status dari sedikit tercemar hingga tercemar sedang adalah *Hydropsyche sp.* dengan rentang 0-332 individu/m²/bulan, *Lumbriculus sp.* dengan rentang 0-3 individu/m²/bulan, dan *Chironomus sp.* dengan rentang 0-445 individu/m²/bulan. Kelebihan model ini dapat menentukan penilaian kualitas air di hulu Sungai Citarum yang ditentukan oleh parameter fisik-kimia terpilih, kelimpahan dan laju pertumbuhan makrozoobentos sebagai bioindikator yang dipengaruhi oleh variabel musim.

Pada penelitian ini dapat pula melihat hubungan antara parameter fisik-kimia dengan laju pertumbuhan makrozoobentos. Hubungan antara pertumbuhan logistik *Sulcospira sp.* dengan TSS sebesar 2-9 individu/m²/bulan berada saat konsentrasi TSS sebesar 0-37,1 mg/L, sedangkan pertumbuhan logistik *Chironomus sp.* dengan TSS sebesar 15-124 individu/m²/bulan berada saat konsentrasi TSS 0-535 mg/L, dan pertumbuhan logistik maksimum *Tubifex sp.* dengan TSS sebesar 0-4 individu/m²/bulan berada saat konsentrasi TSS sebesar 146,5-550 mg/L. Hubungan antara pertumbuhan logistik maksimum *Sulcospira sp.* dengan BOD sebesar 0-6 individu/m²/bulan berada saat konsentrasi BOD sebesar 0-4,2 mg/L, sedangkan pertumbuhan logistik maksimum *Chironomus sp.* dengan BOD sebesar 15-74 individu/m²/bulan berada saat konsentrasi BOD sebesar 0-22,4 mg/L, dan pertumbuhan logistik maksimum *Tubifex*

sp. dengan BOD sebesar 0-4 individu/m²/bulan berada saat konsentrasi BOD sebesar 9,7-22 mg/L.

Maka, *Sulcospira sp.* menjadi bioindikator pada status tercemar ringan dengan sifat spesifik pada habitat dominan kerikil, *Tubifex sp.* menjadi bioindikator pada status tercemar sedang sampai berat dengan sifat spesifik pada habitat dominan lumpur, dan *Chironomus sp.* dapat tumbuh dari status tercemar ringan sampai berat, karena siklus hidupnya yang singkat dan memiliki 4 tahap siklus hidup, sehingga terdapat pada semua habitat.

BAB IV PENUTUP

Berbagai macam aktivitas manusia bergantung terhadap keberadaan air permukaan. Tingginya tingkat pencemaran pada badan air di Indonesia dapat menyebabkan berbagai kerugian kepada masyarakat, di antaranya: tingginya biaya pengolahan air minum, kerugian kesehatan akibat kontak masyarakat dengan air tercemar, hingga rusaknya layanan ekosistem yang seharusnya bisa diberikan oleh badan air dengan kualitas air yang baik. Sebagai suatu ekosistem yang mendukung berbagai aktivitas manusia, penentuan status mutu suatu badan air perlu dilakukan untuk mengetahui kebijakan yang tepat dalam penanganan pencemaran dan pemulihan kondisi badan air tersebut. Saat ini badan air yang ada di Indonesia telah mengalami berbagai pencemaran. Sebagai contoh, Badan Pusat Statistik mengeluarkan data pada tahun 2016 bahwa,

berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, sebanyak 56% sungai-sungai di Indonesia berada dalam status cemar berat. Klasifikasi ini dikembangkan berdasarkan nilai skoring dengan mengacu kepada sistem nilai US-EPA berdasarkan hasil penilaian kualitas air. Sayangnya penilaian kualitas air ini masih belum dijadikan sebagai dasar untuk pengambilan kebijakan pengelolaan kualitas air sungai.

Penilaian kualitas air permukaan dilakukan dengan parameter fisik-kimia sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003, namun menurut Fore dkk (1993) pengukuran kualitas air menggunakan parameter fisik-kimia belum efektif dalam memberikan perlindungan dan pengendalian kerusakan ekosistem badan air. Hal ini disebabkan karena pada umumnya, kriteria fisik-kimia hanya mencerminkan kondisi kualitas air saat pengambilan sampel dan tidak dapat mencerminkan kualitas yang telah lalu, sementara pencemaran di perairan terus-menerus terjadi.

Sehingga selain parameter fisik-kimia, bioindikator menjadi salah satu parameter yang menentukan kondisi badan air, menurut Norris dan Thomas (1999) penilaian kualitas air menggunakan parameter fisik-kimia dan biota dapat dilakukan, penilaian berdasarkan fisik-kimia serta biota perlu dilakukan secara terpadu. Sejak awal tahun 2000-an, Kienzl dkk. (2003) telah menyebutkan pentingnya penggunaan bioindikator dalam kebijakan pengelolaan sumber daya air. Penggunaan bioindikator

memiliki beberapa keuntungan, diantaranya memberikan gambaran mengenai dampak kombinasi dari berbagai tekanan lingkungan serta peralatan yang relatif murah dan tidak membutuhkan teknologi tinggi. Penelitian ini menekankan pentingnya kombinasi antara penilaian kualitas ekosistem menggunakan parameter fisika dan kimia dengan penggunaan bioindikator. Hal ini karena penilaian menggunakan parameter fisik dan kimia memberikan angka yang bermanfaat bagi pengambil kebijakan, namun penggunaan bioindikator memberikan ikatan emosi yang lebih kuat bagi masyarakat luas. Dengan menggunakan bioindikator, dampak dari senyawa berbahaya dan dampak antagonistik dan sinergistik dapat tergambarkan. Di Afrika Selatan, program biomonitoring dengan menggunakan bioindikator telah menjadi pendekatan yang cepat, integratif, dan *cost-effective* untuk menilai dampak tekanan-tekanan terhadap lingkungan terhadap ekosistem perairan (Mangadze dkk., 2019). Penggunaan bioindikator juga dinilai sangat baik untuk melihat dampak akibat kombinasi seluruh kontaminan dan sumber tekanan lingkungan.

Makrozoobentos merupakan salah satu golongan biota yang dapat digunakan sebagai bioindikator dari status suatu badan air, makrozoobentos dapat pula menunjukkan kondisi ekologis perairan secara lokal spesifik karena pergerakannya yang terbatas, memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan efek perubahan lingkungan jangka pendek, memiliki siklus hidup harian, mingguan, bulanan hingga

tahunan yang dapat mendeteksi perbedaan tipe tekanan lingkungan, lebih mudah diidentifikasi dan lebih mudah diambil sampelnya (Sudarso dan Wardiatno, 2015; Pratt dan Coller, 1976, Li dkk 2009). Penggunaan makrozoobentos di Indonesia memiliki banyak potensi untuk dikembangkan sebagai bioindikator utama dari tingkat pencemaran dan kualitas badan air permukaan. Untuk memberikan kemudahan dalam pemantauan di lapangan, disarankan agar metode pemantauan makrozoobentos secara otomatis dapat diesplorasi lebih lanjut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pertama-tama saya panjatkan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala karuniaNya yang telah dilimpahkan hingga saat ini, Pada hari yang berbahagia ini, perkenankan saya menyampaikan apresiasi kepada yang terhormat Pimpinan Forum Guru Besar ITB atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan orasi ilmiah dihadapan para hadirin sekalian pada forum yang terhormat ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pimpinan Senat dan Dekanat FTSL yang telah mendorong dan memberikan dukungan dalam pencapaian jabatan guru besar di ITB. Banyak terima kasih disampaikan kepada Prof. Suprihanto Notodarmodjo, Prof Prayatni Soewondo, Prof. Tati Suryati Syamsudin, Prof. Yulinah Trihadiningrum (ITS), Prof. A.J.M. Smith (Radboud University, Netherland) dan Prof Mashoor Mansoor (Universiti Sains Malaysia) atas rekomendasi yang diberikan sebagai bagian penting dalam

pengangkatan saya sebagai guru besar.

Tak lupa penulis juga menghaturkan terimakasih kepada para senior Prof. Juli Soemirat, Prof. Harun Sukarmadijaya, Prof. Wisjnuprpto, Prof. Enri Damanhuri, Prof. Arwin Sabar, Prof. Mindriany Syafila, Prof. Puji Lestari serta rekan-rekan dosen di Program Studi Teknik Lingkungan FTSL, yang selama ini memberikan dorongan, dukungan serta semangat kepada saya. Kepada (alm) Prof, Soepangat Soemarto, yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada saya untuk mengaplikasikan dan mengembangkan bidang Biologi di Program Studi Teknik Lingkungan, khususnya di kelompok keahlian Teknologi Pengelolaan Lingkungan. Rekan-rekan KK Teknologi Pengelolaan Lingkungan FTSL ITB, saya berterimakasih atas kerjasama dan kebersamaannya terutama kepada Dr. Priana Sudjono yang sering menjadi mitra dalam menjalankan pengajaran, penelitian maupun dalam bimbingan-bimbingan mahasiwa.

Terimakasih, saya sampaikan pula kepada mahasiswa bimbingan (sarjana, magister dan doktor) serta alumni yang telah berdedikasi dan bersemangat untuk menghasilkan karya penelitian yang bermanfaat bagi umat manusia. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan keselamatan dan membalas atas kebaikan tersebut.

Salam hormat dan terimakasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua saya bapak Muntalif (alm) dan Ibu Kartika (alm) yang telah membimbing kami bertujuh putra putrinya dengan penuh kesederhanaan

dan kesabarannya dalam membesarkan dengan penuh kasih sayang dengan selalu mendoakan untuk kebaikan kami semua. Kepada kakak dan adik-adik saya Ami, Anto, Yati, Wawan Rida dan Rahmat beserta keluarga besarnya, atas perhatian bantuan, dukungan dan perhatiannya yang selama ini saya selalu berada di tengah-tengah mereka sebagai teman berdiskusi dan bercengkerama, semoga Allah SWT selalu menjaga dan memberikan kesehatan untuk kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Benke, A. C. dan Jacobi, D. I. (1986): Growth rates of mayflies in a subtropical river and their implications for secondary production, *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **5**(2), 107-114.
- Boumans, L., Hogner, S., Brittain, J., dan Johnsen, A. (2017): Ecological speciation by temporal isolation in a population of the stonefly *Leuctra hippopus* (Plecoptera, Leuctridae), *Ecology and Evolution*, **7**, 1635–164.
- Chazanah, N., Sudjono, P., Hasby, F. A., Suantika, G., dan Muntalif, B. S. (2017): Development of Bioassessment Tools for Ecological Status Using Macrozoobenthic Community in Upstream Area (Case Study: Citarum River, West Java, Indonesia), *Journal of Water Resource and Protection*, **9**, 770-785.
- Cretaz, A. D. dan Barten, P. K. (2007): *Land Use Effects on the Stream flow and Water Quality in the Northeastern United States*. Boca Raton, Florida, and London: Press-Taylor & Francis Group.

Dobrin, M. dan Giberson, D. J. (2003): Life history and production of mayflies, stoneflies, and caddisflies (Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera) in a spring-fed stream in Prince Edward Island, Canada: evidence for population asynchrony in spring habitats?, *Canadian Journal of Zoology*, **81**, 1083-1095.

Fialkowski, W., Klonowska-Olejnik, M., Smith, B. D., dan Rainbow, P. S. (2003): Mayfly larvae (*Baetis rhodani* and *B. vernus*) as biomonitors of trace metal pollution in streams of a catchment draining a zinc and lead mining area of Upper Silesia, Poland., *Environ. Pollut.*, **121**, 253–267.

Fore, L.S., Karr, J. R., dan Conquest, L. L. (1993): Statistical Properties of an Index of Biological Integrity Used to Evaluate Water Resources, *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, **51**, 1077-1087.

Goethals, P. dan De Pauw. (2001): Development of a Concept for integrated Ecological River Assessment in Flanders, Belgium, *J. Limnol.*, **60**, 7-166.

Gopal, B. dan Bhardwaj, N. (1979): *Elements of Ecology*. Departement of Botany. Rajasthan University Jaipur, India.

Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Munoz, C., dan Lopez-Rodriguez, M.J. (2008): *Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms*, Moskow, Pensoft.

Harper, P.P. (1990): Life Cycles of *Leuctra Duplicata* and *Ostrocerca Prolongata* In An Intermittent Streamlet In Quebec (Plecoptera:

- Leuctridae And Nemouridae), *The Great Lakes Entomologist*, **23(4)**, 211-216.
- Hersey, A. E. dan Lamberti, G. A. (1998): *River Ecology and Management Lessons from Pasific Coastal Ecoregion, Stream Macroinvertebrate Communities*, New York, 169-199.
- Indriyanto. (2017): *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jackson, J.K. dan Sweeney, B.W. (1995a). Egg and larval development times for 35 species of tropical stream insects from Costa Rica. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **14**, 115–130.
- Kienzl, K., Riss, A., Vogel, W., Hacki, J. 2003. Chapter 3: Bioindicators and Biomonitorers for Policy, Legislation, and Administration. **6**, 85-122.
- Kim, H., dan Montagna, P., A. (2009): Implications of Colorado river (Texas, USA) freshwater inflow to benthic ecosystem dynamics: A modeling study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **83**, 491-504.
- Li, Y., Xu, L., dan Li, S. (2009): Water Quality Analysis of the Songhua River Basin Using Multivariate Techniques, *J. Water Resource and Protection*, **2**, 110-121.
- Mahto, B., Pandey, P. N., Singh, R. K., dan Singh, L. B. (2007): *Ecology of Reservoir*. APH Publishing Corporation, New Delhi.
- Mangadze, T., Dalu, T., Froneman, P.W., 2019. Biological Monitoring in Southern Africa: A review of the current status, challenges and future prospects. **648**, 1492-1499.

- Norris, R. H. dan Thoms, M. C. (1999): What Is River Health?, *Freshwater Biology*, **41**, 197-209.
- Reice, S. dan Wohlenberg, M. (1993): *Monitoring Freshwater Benthic Macroinvertebrates and Benthic Processes: Measures for Assessment of Ecosystem Health*. New York: Chapman and Hall.
- Rosenberg, D. dan Resh, V.H. (1993): *Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*, in D. Rosenberg dan Resh, V. H. (eds): *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*, Chapman & Hall, New York, 1-9.
- Savolainen, E., Drotz, M. K., Hoffsten, P. O. dan Saura, A. (2007): The *Baetis vernus* group (Ephemeroptera: Baetidae) of northernmost Europe: an evidently diverse but poorly understood group of mayflies, *Entomol. Fennica*, **18**, 160–167.
- Snellen, R. K. dan Stewart, K. W. (1979): The Life Cycle of *Perlesta placida* (Plecoptera: Perlidae) in an Intermittent Stream in Northern Texas. *Annals of Entomological Society of America*, **72(5)**, 659-666.
- Sudarso, Y. dan Wardiatno, Y. (2015): *Penilaian Status Mutu Sungai dengan Indikator Makrozoobentos*. Bandung: Pena Nusantara.
- Wetzel, R. (1995): Death, Detritus, and Energy Flow in Aquatic Ecosystems. *Freshwater Biology*, **33**, 83-89.
- Wetzel, R. (2000): *Limnology (Third Edition) Lake and River Ecosystem*. Academic Press, USA.

Wilhm, J. dan Dorris, T. (1968): Biological Parameters for Water Quality Criteria. *Bioscience*, 477-481.

Wissman, B. 1991. *Rhyacophila haddocki* Denning 1968. Haddock's rhyacophilan caddisfly. A technical report prepared for the Siuslaw National Forest, June 1991. 6 pages.

CURRICULUM VITAE



Nama : **Dr. BARTI SETIANI MUNTALIF**
Tmpt. & tgl. lhr.: Bandung, 9 November 1953
NIP : 19531109 198102 2001
Fak./Sekolah : Teknik Sipil dan Lingkungan
Kel. Keahlian : Teknologi Pengelolaan Lingkungan
Bid. Keahlian : Teknologi Pengelolaan Lingkungan
Jabatan Fungsional/Pangkat: Guru Besar/Pembina
Utama Muda, Gol. IV/b.

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Doctor (Dr), bidang Phyto Pharmacie/ Ecotoxicologie, Univ. Joseph Fourier, Perancis, 1993
- Diplome d'étude Aprofondi, (DEA), bidang Toxicologie, Univ. METZ, Perancis, 1989
- Sarjana (S1) bidang Biologi, Institut Teknologi Bandung, 1979.

II. RIWAYAT KERJA DI ITB

- Staf Pengajar Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Februari 1981 - sekarang
- Anggota Senat Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, 2019 - sekarang
- Sekertaris Departemen Teknik Lingkungan, FTSL, 2001 - 2003
- Kepala Laboratorium Mikrobiologi Lingkungan, FTSL, 1996 - 2006.

III. RIWAYAT KEPANGKATAN

- Pembina TKI, IV/b 1 Oktober 2004
- Pembina, IV/a, 1 Oktober 1999
- Penata TKI, III/d 1 Oktober 1995
- Penata, III/c, 1 Oktober 1986
- Penata Muda TKI, III/b, 1 Oktober 1983
- Penata Muda, III/a, Februari 1981.

IV. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Guru Besar, November 2018
- Lektor Kepala, April 2004
- Lektor, Mei 1999
- Lektor Madya, September 1995
- Lektor Muda, Oktober 1986
- Asisten Ahli, April 1983
- Asisten Ahli Madya, Februari 1981.

V. KEGIATAN PENELITIAN

- (2019, Peneliti), Kuantifikasi telur cacing parasit dan efisiensi penyisihannya pada IPAL/IPLT, Riset P3MIITB.
- (2018, anggota), Penentuan Mikroba aktif sebagai Bioindikator untuk pengembangan assesmen cepat kinerja pengolahan air limbah dengan sistem activated sludge, Riset-ITB
- (2017, Peneliti), Parameter Telur Cacing Sebagai Indikator Kualitas Air Irigasi Pertanian di Kawasan DAS Citarum, Riset P3MIITB

- (2011, Peneliti), Development of indicator for performance of drinking water and sanitation used Knowledge Mapping dan Analytic Hierarchy Process, ITB-Riset KK
- (2012, Peneliti), Kajian Kualitas Infrastruktur air Bersih dan Sanitasi Perkotaan Sebagai Elemen Kapasitas Adaptif untuk Mengurangi Dampak Perubahan, ITB-Riset KK
- (2012, Peneliti), Relationship between Phytoplankton Diversity And Water Quality In Aquatic Ecosystems Of The Jatiluhur Reservoir, ITB-Riset KK
- (2012, anggota), Impact of particulate to Plant Growth, Riset Dikti, kerjasama Internasional dengan TUAT University.

VI. PUBLIKASI

- Alam F.C., Sembiring E., **Muntalif B.S.**, Suendo V., Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia), *Chemosphere*, 224 (2019), 637-645, ISSN 0045-6535
- Ngoc Anh Thi Nguyen, Priana Sudjono, Gialng Trisna Kusuma, Agus Yogi Gunawan, **Barti Setiani, Muntalif**, "Conservative Solute Transport From Soil Runoff Flow in a steep slope Area", *International Journal of Technology*, (2018): 1429-1438, ISSN 2086 - 9614
- Nurul Chazanah., **Barti Setiani Muntalif**, Priana Sudjono., Ira Rahmayunita., Gede Suantika "Determinant Parameter For Upstream Ecological Status Assessment Of Citarum River, Indonesia", *International Journal of GEOMATE*, Oct. 2018, Vol.15, Issue 50, pp. 211 – 222, ISSN : 21862982, 21862990,

<http://www.geomatejournal.com/articles/2018/15/50>

- Teddy Prasetiawan., Anindrya Nastiti., **Barti Setiani Muntalif.**, ""Bad" piped water and other perceptual drivers of bottled water consumption in Indonesia, *Journal Wiley Interdisciplinary water.*, Volume 4, Number 4, July/August 2017. Online ISSN : 2049-1948; doi : 10.1002/wat2.1219 ; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wat2.1219>
- Anindrya Nastiti., **Barti Setiani Muntalif.**, Arief Sudradjat., Dwina Roosmini., S.V.Meijerink., A.J.M.Smits., "*Coping with poor water supply in peri-urban Bandung, Indonesia : towards a framework for understanding risks and aversion behaviors*" *Journal Environment & Urbanization*, Volume 29 Number 1, April 2017. SSN 0956-2478; Q1, Terindek SJR, Scopus, Impact Factor = 0.97, H Index 47, <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0956247816686485>
- Anindrya Nastiti, Arief Sudrajat, Gertjan W. Geerling, A.J.M Smits, Dwina Rossmi, **Barti Setiani Muntalif**, "The Effect of Physical Accessibility and Service Level of Water Supply on Economic Accessibility: a case study of Bandung City, Indonesia", *Journal Water International*, Vol. 42 No. 7, 3 October 2017, pp 831-851, ISSN 0250-8060 (Print) 1941-1707 (online), Terindek SJR, Scopus, Impact Factor = 0.64, H Index 37, Q2, DOI: 10.1080/02508060.2017.1373323, <https://ideas.repec.org/a/taf/rwinxx/v42y2017i7p831-851.html>
- Tastaptyani Kurnia Nufutomo, **Barti Setiani Muntalif**, "Cryptosporidium sebagai Indikator Biologi dan Indeks Nsf-Wqi untuk Mengevaluasi Kualitas Air (Studi Kasus: Hulu Sungai Citarum, Kabupaten Bandung)", *Jurnal Presipitasi, Media*

Komunitas dan Pengembangan Teknik Lingkungan, Vo. 14 No. 2, September 2017, UNDI, ISSN 2550-0023P, <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/presipitasi/article/view/14829>

- **Barti Setiani Muntalif.**, Nurul Chazanah., Mohammad Faiz Faza, "Relationship Population Density of Aquatic Sediment Macrozoobenthos to River Water Quality Parameters: Case Study of Upstream Citarum River in Bandung Regency" *Journal of Environmental Science and Engineering A*, Volume 5, Number 3, March 2016, , Page. 117 – 125, ISSN 2162-5301 (online), Terindek SJR, Impact Factor = 0.12, H Index 13, <http://www.davidpublisher.com/index.php/Home/Article/index?id=25817.html>
- S. Muiyasaroh., **Barti Setiani Muntalif**, "*Determination of surface water quality based on macrozoobenthos biodiversity and prevalence of Trematodes cercariae in freshwater Molluscs*", The international Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) "On The Road Towards Sustainable Development", 02-03 November 2016, Bandung, Indonesia, Page 107.
- Idris M. Kamil., **Barti. S.Muntalif.**, Anggia R..Putri, " Incorporating Constructed Wetland In Septic Tank System To Protect Grounwater Quality ",, *International Journal Of Academic Research*, Vol.7, No. 3. Iss.2 , May, 2015, Baku, Azerbaijan, 2015, Part. A, DOI for issue : 10.7813/2075-4124.2015/7-3 ISSN : 2075-4124, Page. 456-461 <http://www.eu-print.org/orta.php?go=may2015>
- Syahbaniati Putri., Anindrya Nastiti., **Barti Setiani Muntalif**, "*Applying Quantitative Microbial Risk Assessment in Household Drinking Water Sources : A Case Study of Ujungberung Subdistrict*

Bandung", Proceedings The 5th Environmental Technology And Management Conference, November 23th - 24th 2015, Bandung, Indonesia, ISBN 978-979-98278-5-2, Page. OP/OS/10.

- Adilla Mutia Fatimah., **Barti Setiani Muntalif**, "*Cultivation Of *Chiorella Vulgaris* As Biofuel Potential In Wastewater For The Removal Of Cod, TKN, and Total Phosphate*", Proceedings The 5th Environmental Technology And Management Conference, November 23th - 24th 2015, Bandung, Indonesia, ISBN 978-979-98278-5-2, Page. OP/AE/004.
- Lieza Cirsita., Arwin., **Barti Setiani Muntalif.**, Indah Rachmatiah.SS, "*The Hydrological Regimes, Water Quality Assesment and Trophic Status of the Reservoir (Case Study: Jatiluhur Cascade Citarum Reservoir)*", Internasional Conference on Latest Trends in Food, Biological & Ecological Sciences (ICLTFBE'14), July 15-16, 2014,Phuket (Thailand), ISBN 979-93-84468-01-9, Page. 18-24.
- **Barti Setiani Muntalif.**, Indah Rachmatiah.S.S, Arwin, Lieza Corsita, "*Analysis Of Phytoplankton Diversity And Water Quality In Aquatic Ecosystems Of The Jatiluhur Reservoir*". Proceeding of The 5th AUN/SEED-Net Regional Conference on Global Environmnet, November 21st - 22nd, 2012, ISBN 978-602-17165-0-2, Page 134 – 146.
- Elizabeth Dionasari., **Barti Setiani Muntalif**, "*Absorption of Heavy Metal Chromium (Cr) by Freshwater Mussel *Anodontawoodianain* Electroplating Industry*", Proceeding The 4th ETMC 2011, Present and Future Challenges in Environmnetal Sustainability, November 3-4, 2011 Bandung, Indonesia, ISBN. 978-979-98278-3-8, Page. EI 16-1 s.d EI 16-15.
- Ndiya Yoni Aripta., **Barti Setiani M**, "*The Characteristic Of Potential*

Of Macrophytes As Bioindicator River's Quality Wich Has Been Influenced By Anthropogenic Disturbances (Case Study of Ciliwung River, Upper And Midlestream, West Java)", International Conference on Sustainable Infrastructure and Built Environment In Developing Countries November, 2-3, 2009 Bandung West Java Indonesia, ISBN 978-979-98278-2-1, Page. 131-136.

- Diah Prambadani., **Barti Setiani M**, "*Water Quality Determination Used Topic Phytoplankton Community In Saguling Reservoir*", International Seminar on Sustainable Urban Development, at campus A of Trisakti University, Jakarta, august, 20-21, 2008
- **Barti Setiani Muntalif.**, Idris Maxdoni Kamil., Mayrina Firdayati., Miranda Delani, "*Removal Organic Compound of Domestic Wastewater Containing Heavy Metal Using Mendong, *Fimbrystilis Globulosa**", Proceeding International seminar on Wetlands & Sustainability 4th-6th September 2007, Puteri Pasific Hotel, Johor Bharu, Johor, Malaysia, ISSN:978-983-3124-06-4, Page 557-585.

VII. PENULISAN BUKU

- **Barti Setiani. M.**, Mayrina Firdayati, "Mikrobiologi Lingkungan Teknik Dasar dan Aplikasi", ISBN: 978-602-5417-77-1 : ITB Press, Bandung, 2018.

VIII. PENGHARGAAN

- Piagam Penghargaan Satyalancana Karya Satya X tahun dari Presiden Republik Indonesia, 1999
- Piagam Penghargaan Satyalancana Karya Satya XX tahun dari

Presiden Republik Indonesia, 2007

- Piagam Penghargaan pengabdian 25 tahun, Institut Teknologi Bandung, 2006
- Piagam Penghargaan pengabdian 35 tahun, Institut Teknologi Bandung, 2016

