

**BIOMONITORING KESEHATAN AIR SUNGAI  
BERDASARKAN KEBERADAAN MAKROZOOBENTOS DI  
KAWASAN WISATA *BODY RAFTING* SUNGAI CITUMANG,  
PANGANDARAN, JAWA BARAT**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada  
Program Studi Biologi



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Disusun oleh:

Meilani Sa'adah

NIM 18106040022

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2023**

# LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2967/Un.02/DST/PP.00.9/12/2023

Tugas Akhir dengan judul : Biomonitoring Kesehatan Air Sungai berdasarkan Keberadaan Makrozkobentos di Kawasan Wisata Body Rafting Sungai Citumang, Pangandaran, Jawa Barat

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MEILANI SA'ADAH  
Nomor Induk Mahasiswa : 18106040022  
Telah diujikan pada : Senin, 11 Desember 2023  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Siti Aisah, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 658bb10052159



Penguji I

Ardyan Pramudya Kumiawan, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 658ba9b9da5b



Penguji II

Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 658baed2d8fa3



Yogyakarta, 11 Desember 2023

UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 658be0897bb8d



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal :

Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Meilani Sa'adah  
NIM : 18106040022  
Judul Skripsi : **Biomonitoring Kesehatan Air Sungai Berdasarkan Keberadaan Makrozoobentos di Kawasan Wisata *Body Rafting* Sungai Citumang, Pangandaran, Jawa Barat**

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqyasahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 29 November 2023  
Pembimbing

Siti Aisah, S.Si., M.Si.  
19740611 200801 2 009

## SURAT PENYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Meilani Sa'adah  
NIM : 18106040022  
Prodi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul **“Biomonitoring Kesehatan Air Sungai berdasarkan Keberadaan Makrozoobentos di Kawasan *Body Rafting* Sungai Citumang, Pangandaran, Jawa Barat“** adalah hasil karya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan tidak berisi materi yang dipublikasi atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagai acuan dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 28 November 2023

Yang menyatakan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIDIGRAH  
YOGYAKARTA



Meilani Sa'adah  
NIM. 18106040022

## HALAMAN MOTTO

*“To a great mind, nothing is little.” — A Study in Scarlet (1887).*

*“The world is full of obvious things which nobody by any chance ever observes.” — The Hound of the Baskervilles (1939)*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua tercinta dan keluarga besarku yang selalu memberikan semangat dan dukungan materi dan doa-doa tulus.

Serta Almamater Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Kalijaga  
Yogyakarta.



## KATA PENGANTAR

Segala puji penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala kemurahan dan kasih sayang-Nya, penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul "Biomonitoring Kesehatan Air Sungai berdasarkan Keberadaan Makrozoobentos di Kawasan *Body Rafting* Citumang, Pangandaran". Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah skripsi untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Biologi di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam proses penulisan skripsi ini. Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua, Bapak Kuswa (alm) dan Mamah Iis (almh) yang kini berada di surga dengan Allah *Subhanahu wa ta'ala*. Semoga dengan do'a di setiap waktu dapat memberitahukan bahwa begitu rindu rasanya, ingin bercerita tentang banyak hal.
2. Ibu Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si. Selaku dosen pembimbing akademi, Ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga sekaligus dosen penguji yang telah banyak memberikan arahan kepada penulis serta memberikan motivasi dan bantuan.
4. Ibu Siti Aisah, S.Si., M.Si. Selaku dosen pembimbing yang baik hati membimbing, selalu memberikan arahan, masukan dan kritik terhadap kepenulisan skripsi ini.
5. Bapak Ardyan Pramudya Kurniawan, S.Si., M.Si. Selaku dosen penguji skripsi ini dan telah memberikan arahan untuk kepenulisan yang lebih baik.
6. Ibu Dr. Isma Kurniatanty, S.Si., M.Si. bapak Dony Eko Saputro, S.Pd.I selaku pengelola Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Bapak/Ibu Dosen serta staf Laboratorium Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

8. Bapak Eris Rusnandar, Bapak Aan, Bapak Yaya dan Ibu Yuyun selaku pengelola dan *guide* kawasan *body rafting* Citumang.
9. Siska Iskandar dan Sendy Suryana yang selalu memberikan motivasi dan memberikan fasilitas yang sangat baik untuk menyelesaikan skripsi. Wulan Syarifatunnujum Isk, Verina Rahmadania sepupu sekaligus teman sekamar yang selalu siap sedia yang selalu hadir di setiap keadaan dan kesempatan.
10. Bintang Jalu Amin Al-Rais, S.Si., Irfan Zidni, dan Nurul Kumailiyah yang telah membantu, mendukung dan menemani penulis dalam pengambilan data dan penulisan skripsi ini.
11. Lid Fitri Hopipah, SH dan Auliya selaku teman kos yang selalu menemani dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Biologi Pecinta Alam Sunan Kalijaga (BIOLASKA) dan WaterForum Kalijaga yang telah menjadi wadah belajar bagi penulis.
13. Alfiatun Hasanah, S.Si., Nur Cholifah, S.Si, Windi Dyah Nur'aini, S.Si. selaku sahabat seperjuangan biologi yang selalu menemani, membantu, mendukung, memotivasi dan setia mendengarkan keluh kesah selama kuliah hingga penyelesaian skripsi.
14. Teman-teman Biologi Angkatan 2018, yang telah memberikan banyak dukungan dan semangat.
15. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari, bahwa dalam laporan skripsi ini masih banyak kekurangan. Maka, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan demi mewujudkan hasil ke penulisan yang lebih baik lagi.

Yogyakarta, 12 Desember 2023

Penulis,

Meilani Sa'adah



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iii
HALAM MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Ekosistem Sungai .....	5
B. Makrozoobentos sebagai Bioindikator.....	9
C. BIOTILIK .....	14
D. Kawasan Wisata Body Rafting Sungai Citumang .....	16
E. Parameter Lingkungan Perairan yang Mempengaruhi Keberadaan Makrozoobentos.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	27
B. Desain Sampling .....	28
C. Alat dan Bahan.....	29
D. Metode Pengambilan Data .....	29
E. Perhitungan Data.....	33
F. Analisis Data.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	37
A. Komposisi Famili Makrozoobentos di Sungai Citumang .....	37
B. Parameter Lingkungan Fisik dan Kimia .....	41
C. Hubungan Kehadiran Famili Makrozoobentos dengan Parameter Lingkungan .....	56
D. Komposisi Fuctional Feeding Group (FFG) di Sungai Citumang .....	61
E. Kualitas Sungai Citumang .....	65
BAB V KESIMPULAN .....	69
A. Kesimpulan .....	69
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	72
LAMPIRAN.....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Ilustrasi tentang <i>River Continuum Concept</i> (RCC) menurut Vannote <i>et al.</i> (1980).....	8
Gambar 2	Lokasi penelitian makrozoobentos di kawasan <i>body rafting</i> sungai Citumang.....	27
Gambar 3	Desain sampling penelitian makrozoobentos di kawasan <i>body rafting</i> sungai Citumang.....	28
Gambar 4	Perbedaan parameter lingkungan setiap stasiun di segmen sungai Citumang.....	41
Gambar 5	Pengaruh parameter lingkungan terhadap kehadiran makrozoobentos di kawasan <i>body rafting</i> sungai Citumang.....	58
Gambar 6	Komposisi <i>Functional Feeding Group</i> (FFG) makrozoobentos di kawasan <i>body rafting</i> sungai Citumang.....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel	1	Penilaian Tingkat Pencemaran Sungai dengan Jumlah Jenis Biotilik dan Jumlah Jenis EPT.....	34
Tabel	2	Pembagian Kelompok Berdasarkan Daya Tahan Terhadap Pencemaran Air Sungai.....	34
Tabel	3	Parameter Kualitas Air Sungai dengan BIOTILIK.....	35
Tabel	4	Data Komposisi Makrozoobentos di kawasan <i>body rafting</i> Sungai Citumang.....	38
Tabel	5	Jenis Substrat Dasar di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang.....	56
Tabel	6	Kesehatan Air Sungai di Kawasan <i>Body Rafting</i> Citumang berdasarkan Kehadiran Makrozoobentos.....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1	Data Makrozoobentos di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang.....	80
Lampiran	2	Perhitungan Parameter BIOTILIK di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang Stasiun 1.....	81
Lampiran	3	Perhitungan Parameter BIOTILIK di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang Stasiun 2.....	82
Lampiran	4	Perhitungan Parameter BIOTILIK di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang Stasiun 3.....	83
Lampiran	5	Perhitungan Parameter BIOTILIK di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang Stasiun 4.....	84
Lampiran	6	Perhitungan Parameter BIOTILIK di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang Stasiun 5.....	85
Lampiran	7	Perhitungan Parameter BIOTILIK di Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang Stasiun 6.....	86
Lampiran	8	Tabel Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan.....	87
Lampiran	9	Hasil perhitungan persentase <i>Functional Feeding Group</i> (FFG) makrozoobentos.....	88
Lampiran	10	Transkrip hasil analisis CCA.....	89
Lampiran	11	Denah Kawasan <i>Body Rafting</i> Segmen Sungai Citumang.....	90
Lampiran	12	Perizinan wilayah penelitian ke pengelola objek wisata Citumang (Perum PERHUTANI).....	91
Lampiran	13	Perizinan wilayah penelitian ke Desa Bojong.....	92
Lampiran	14	Perizinan wilayah penelitian Perum Perhutani Devisi Regional Jawa dan Banten tembusan Administrator Perum Perhutani KPH Ciamis.....	93
Lampiran	15	Hasil Pengukuran Nitrat, Fosfat dan Kekeruhan.....	94
Lampiran	16	Hasil Pengukuran C-Organik.....	100
Lampiran	17	Foto Kegiatan dan Makrozoobentos di Lokasi Penelitian.....	102
Lampiran	18	Deksripsi Lokasi Pengamatan.....	113
Lampiran	19	<i>Curriculum Vitae</i> .....	116

**Biomonitoring Kesehatan Air Sungai Berdasarkan Keberadaan  
Makrozoobentos di Kawasan Wisata *Body Rafting* Sungai  
Citumang, Pangandaran, Jawa Barat**

Meilani Sa'adah  
18106040022

**ABSTRAK**

Sungai Citumang merupakan sungai yang dimanfaatkan penduduk untuk kegiatan *body rafting*. Banyaknya aktivitas wisata seperti *body rafting* di kawasan Citumang berpotensi terjadi perubahan kualitas air, sehingga perlu ditinjau kualitas air pada segmen sungai Citumang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman makrozoobentos, menganalisis hubungan parameter lingkungan terhadap kehadiran makrozoobentos dan mengetahui tingkat kualitas perairan terhadap komposisi *Functional Feeding Group* (FFG) di kawasan *body rafting* sungai Citumang. Pengukuran kualitas air di segmen Sungai Citumang menggunakan metode BIOTILIK dengan 6 stasiun (1.2km) dan masing-masing stasiun terbagi dalam 4 titik. Untuk mengetahui korelasi parameter lingkungan terhadap keberadaan famili makrozoobentos di analisis dengan *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). Berdasarkan penelitian diperoleh makrozoobentos EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) sebanyak 6 famili dan non-EPT sebanyak 23 famili. Hasil *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) menyatakan bahwa tiga famili makrozoobentos dipengaruhi oleh kadar nitrat, *Dissolved Oxygen* (DO), kecepatan arus, sepuluh famili dipengaruhi oleh pH, kekeruhan, fosfat, kombinasi substrat tanah (ST) dan kedalaman. Selanjutnya, terdapat 15 famili yang dipengaruhi oleh kadar *Total Dissolved Solids* (TDS) dan C-Organik. Terjadi pergeseran komposisi *Functional Feeding Group* (FFG) makrozoobentos yaitu, rendahnya FFG tipe *shredder* 3% - 11% di bagian hulu, rendahnya tipe *grazer* (18% - 25%) di bagian tengah dan tingginya tipe *grazer* (11% - 51%) di bagian hilir. Berdasarkan hasil, dapat disimpulkan bahwa komposisi makrozoobentos dipengaruhi oleh kualitas air, dan tingkat kualitas air berdasarkan metode BIOTILIK di kawasan *body rafting* Sungai Citumang berkisar dari tidak tercemar hingga tercemar ringan.

Kata Kunci : Biomonitoring; BIOTILIK; Kualitas Air; Makrozoobentos; Sungai Citumang



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu perairan *lotik* (bergerak) yang berfungsi sebagai media atau tempat hidup organisme. Organisme yang hidup dalam badan air adalah organisme yang memiliki kemampuan beradaptasi terhadap kecepatan arus atau aliran air (Odum, 1993). Sungai memiliki ciri perairan yang mengalir dengan adanya aliran yang satu arah dan biasanya akan berakhir di laut (Ewusie, 1990). Sungai memiliki 3 bagian di antaranya adalah bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir. Kondisi lingkungan sekitar menyebabkan setiap bagian sungai memiliki aktivitas yang berbeda. Menurut Effendi (2003) sungai merupakan sumber air bagi masyarakat yang berguna sebagai penampung, irigasi, dan bahan baku air minum ataupun memenuhi kebutuhan hidup lainnya seperti pertanian, peternakan, perikanan dan industri yang akan menghasilkan limbah. Stabilitas ekosistem sungai bisa terganggu oleh berbagai hal, salah satunya adalah perkembangan suatu wilayah dari berbagai sektor.

Kabupaten Pangandaran merupakan salah satu Kawasan Strategi Pariwisata Nasional (KSPN) di wilayah Provinsi Jawa Barat. Hal ini menjadikan Kabupaten Pangandaran mengalami perkembangan yang cukup pesat, ditandai oleh semakin bertambahnya jumlah usaha, industri, hotel dan bertambahnya penduduk yang tinggal di kawasan permukiman. Bagian badan air yang ada di Kabupaten Pangandaran bahkan saat ini dijadikan aset untuk pariwisata. Salah satu objek wisata alam di Kabupaten Pangandaran adalah kawasan wisata *body rafting* Citumang. Kegiatan *body rafting* dilakukan dengan menyusuri aliran segmen sungai Citumang. Jarak yang ditempuh menuju lokasi *body rafting* yaitu sejauh 15 Km dari arah barat Pantai Pangandaran, sungai ini berada di kawasan hutan milik Perhutani tepatnya berada di Desa Bojong, Kecamatan Parigi. Objek wisata *body rafting* ini sudah dimulai sejak 2007, dan telah di resmi dikelola oleh karang taruna desa Bojong

serta bekerja sama dengan Perum Perhutani pada tahun 2011 (Hermansah, 2019).

Sungai Citumang dimulai dari gua yang bisa menjadi sumber mata air dengan panjang sungai 1.5 km. Keberadaan gua tersebut menjadi asal muasal kawasan ini disebut “Citumang” dikarenakan aliran airnya berada di atas gua atau dalam bahasa sunda biasa disebut *numpang*, sedangkan *ci* diambil dari kata *cai* yang berarti air. Dalam hal ini, aliran hulu sungai tersebut berasal dari gua dan kemudian membentuk *curug* (air terjun) sehingga dapat dimanfaatkan untuk kegiatan *body rafting*. Bagian sungai ini dijadikan titik awal aktivitas *body rafting*, diawali dengan lompat dari tebing sungai yang berupa mulut gua setinggi 7m (Eris Rusnandar, komunikasi pribadi, 22 Desember 2022).

Objek Wisata Sungai Citumang pada tahun 2018 telah dikunjungi lebih dari 20.000 wisatawan dengan pendapatan mencapai Rp. 400.000.000 (Hermansah, 2019). Semakin padat suatu kawasan, maka masalah pencemaran akan semakin kompleks, seperti terjadinya perubahan kualitas sungai dapat sangat mempengaruhi kehidupan biota yang hidup di dasar perairan tersebut (Sastrawijaya, 2009).

Pemanfaatan sungai di Pangandaran sebagai kawasan wisata yang banyak dikunjungi perlu dilakukan pemantauan kualitas perairan yang dapat dilakukan menggunakan parameter kimia, parameter fisika dan biologi. Namun, pemantauan kualitas air menggunakan parameter kimia dan fisika hanya bersifat sesaat dan belum bisa menggambarkan tentang kondisi suatu ekosistem sungai sehingga, perlu menggunakan parameter yang lebih representatif dalam menggambarkan kondisi suatu ekosistem yaitu dengan menggunakan parameter biologi atau sering disebut juga biomonitoring (Rahayu *et al.*, 2009).

Biomonitoring merupakan pemantauan kualitas lingkungan dengan menggunakan organisme, dalam penelitian ini digunakan istilah BIOTILIK yang merupakan sinonim dengan istilah biomonitoring. BIOTILIK merupakan menilai atau memantau kualitas air sungai dengan menggunakan indikator biota akuatik yang hidup didalam air untuk mengontrol dan menilai perubahan

kualitas lingkungan secara berulang (Matthews *et al.*, 1082). Biota yang sering digunakan sebagai bio-indikator suatu perairan adalah makrozoobentos karena hewan ini memiliki tingkat kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan yang terjadi (Rini, 2011). Makrozoobentos adalah indikator biologi yang terdapat di seluruh bagian sungai yang mampu memberikan gambaran mengenai kondisi perairan bersifat menetap, hidup relatif lama dan bergerak relatif lamban. Tingkat keanekaragaman makrozoobentos dapat diketahui berdasarkan keanekaragaman, komposisi, kelimpahan serta distribusi dari makrozoobentos itu sendiri (Nurfajrin & Rosada, 2018). Penelitian mengenai keanekaragaman makrozoobentos di wilayah perairan yang di telah dilakukan menunjukkan bahwa setiap perairan memiliki jenis keanekaragaman makrozoobentos yang berbeda-beda, sehingga keberadaan makrozoobentos tersebut dapat mengindikasikan status pencemaran yang dialami perairan tersebut (Izzah & Roziaty, 2016).

Banyaknya aktivitas manusia yang terdapat di kawasan wisata *body rafting* Citumang yang dimulai dari bagian hulu sungai secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas perairan. Aktivitas seperti *body rafting* yang bisa saja menjadi menyebabkan perubahan substrat dasar sungai maka perlu dilakukan sebuah penelitian untuk mengetahui kualitas air di Sungai Citumang menggunakan metode biotilik disertai kondisi bantaran sungai dan hubungan parameter lingkungan dengan keberadaan makrozoobentos.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana keragaman makrozoobentos yang terdapat di kawasan *body rafting* sungai Citumang berdasarkan metode biotilik?
2. Bagaimana analisis hubungan parameter lingkungan (fisik dan kimia) terhadap keberadaan makrozoobentos di kawasan *body rafting* sungai Citumang?

3. Bagaimana pengaruh tingkat kualitas air terhadap komposisi *functional feeding grup* (FFG) makrozoobentos di kawasan *body rafting* Sungai Citumang?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui keragaman makrozoobentos yang terdapat di kawasan *body rafting* sungai Citumang berdasarkan hewan Biotilik.
2. Menganalisis hubungan parameter lingkungan (fisik dan kimia) terhadap keberadaan makrozoobentos di kawasan *body rafting* sungai Citumang.
3. Mengetahui pengaruh tingkat kualitas air terhadap komposisi *functional feeding grup* (FFG) makrozoobentos di kawasan *body rafting* sungai Citumang.

### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan informasi mengenai keragaman makrozoobentos dan tingkat pencemaran yang terjadi di kawasan *body rafting* sungai Citumang.
2. Sebagai masukan bagi suatu instansi atau institusi dalam menentukan kebijakan yang berkaitan dengan kualitas air.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan kajian untuk penelitian selanjutnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi makrozoobentos yang ditemukan di kawasan body rafting sungai Citumang meliputi 29 famili yang terbagi dalam 23 famili termasuk ordo Non EPT dan famili Thiaridae merupakan yang paling banyak dijumpai. Selanjutnya 6 famili yang termasuk dalam Ordo EPT (Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera), dimana famili Baetidae merupakan yang paling sering ditemukan.
2. Hasil *Canonical Coressponden Analysis* (CCA) menunjukkan terdapat 10 parameter yang mempengaruhi kehadiran makrozoobentos di kawasan *body rafting* sungai Citumang, dengan nilai *Eigenvalues* sebesar 1.048. Famili Baetidae, Agriidae dan Pleuroceridae dipengaruhi oleh kadar nitrat, *Dissolved Oxygen* (DO), dan kecepatan arus. Sementara itu, famili Corixidae, Dugesidae, Chironomidae, Hydrometridae, Psephenidae, Platycnemididae, Libellulidae, Limnephilidae, Buccinidae, dan Thiaridae di pengaruhi oleh pH, kekeruhan, fosfat, substrat tanah (ST) dan kedalaman. Selanjutnya, famili Caenidae, Heptagenidae, Chlorocydidae, Leptophlebiidae, Atyidae, Corduliidae, Parathelpusidae, Palaemonidae, Coenagrionidae, Planorbidae, Ephemerellidae, Scirtidae, Pyralidae, Gerridae dan Tubificidae berkaitan dengan kadar *Total Dissolved Solids* (TDS) dan C-Organik.
3. Tingkat kualitas perairan di kawasan body rafting sungai Citumang berdasarkan metode BIOTILIK bervariasi (tidak tercemar hingga tercemar ringan) dan terjadi pergeseran komposisi *functional feeding grup* (FFG) tipe *shredder* (3% - 11%) di bagian hulu , rendahnya makrozoobentos tipe *grazer* (18% - 25%) di bagian tengah, dan munculnya tipe *grazer* (11% - 51%) bagian hilir.



## **B. Saran**

Adapun saran untuk penelitian berikutnya, disarankan untuk melaksanakan pemantauan makrozoobentos secara rutin guna memperoleh data yang lebih komprehensif. Ditingkatkan identifikasi makrozoobentos hingga tingkat genus atau spesies untuk memberikan gambaran lingkungan yang lebih spesifik dan memperdalam pemahaman karakteristik identifikasi makrozoobentos, sehingga mempermudah pengidentifikasian saat di lapangan. Selain itu, disarankan menambahkan beberapa parameter lingkungan dan lokasi atau waktu pengambilan sampel guna memperoleh data pembandingan yang lebih beragam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, N. H., & Rawi, C. S. M. (2019). Functional feeding group (FFG) of aquatic macroinvertebrate in middle reach of Kerian River basin of north Malaysia Peninsula. *Tropical Life Sciences Research*, 30(2), 1–12.
- Aisah, S., Sulistiyowati, E., & Eko Saputro, D. (2017). Biomonitoring Anggota Ordo Plecoptera sebagai Indikator Kualitas Ekosistem Hulu Sungai Gajah Wong dan Sungai Code Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*, 5(1), 29–34.
- Amran, Y., Saputra, A., & Surandono, A. (2021). Perencanaan Perkuatan Lereng Pada Sungai Way Batanghari Menggunakan Metode Irisan (Method of Slice) Dengan Cara Fellenius (Studi Kasus Lereng Pada Daerah Aliran Sungai Way Batanghari, Belakang Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 11(1), 36.
- Apriadi, T., Muzammil, W., Melani, W. R., & Safitri, A. (2020). Struktur komunitas makrozoobenthos di aliran sungai di Senggarang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Depik*, 9(1), 119–130.
- Arieyanti, D. A. (2014). Kualitas Air Irigasi Ditinjau dari Parameter DHL, TDS, pH pada Lahan Sawah Desa Bulumanis Kidul Kecamatan Margoyoso. *Jurnal Litbang*, 10(1), 35–42.
- Arimoro, F. O. (2007). Macroinvertebrates functional feeding groups in river Orogodo, a second order stream in southern Nigeria Water quality View project Environmental Manipulation for Vector Control View project. *Nigerian Journal of Science and Environment*, 6, 45–57.
- Arviyanto, S. E., Satriadi, A., & Handoyo, G. (2016). Pengaruh Arus terhadap Sebaran Sedimen Tersuspensi di Muara Sungai Silugonggo Kabupaten Pati. *Jurnal Oseanografi*, 5(1), 116–125.
- Aulia, P. R., Supratman, O., & Gustomi, A. (2020). Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Sungai Upang Desa Tanah Bawah Kecamatan Puding Besar Kabupaten Bangka. *Ilmu Perairan*, 2(April), 17–30.
- Azwandari, A. (2018). Keanekaragaman Plankton sebagai Indikator Kualitas Air di Wilayah Perairan Teluk Hurun Kabupaten Pesawaran. *Skripsi*, 1–144.
- Banerjea, S. M. (1967). Water Quality and Soil Condition of Fish Ponds in Some States of India in Relation to Fish Production. *India Journal of Fisheries*, 14(1&2), 115–144.
- Barus, B. S., Munthe, R. Y., & Bernando, M. (2020). Kandungan Karbon Organik Total Dan Fosfat Pada Sedimen Di Perairan Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 397–408.
- Basmi, J. (1999). *Ekosistem Perairan : Habitat dan Biota*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan : Institut Pertanian Bogor.
- Baumann, R. W., & Bottorff, R. L. (1997). Two new species of Chloroperlidae (Plecoptera) from California. *Great Basin Naturalist*, 57(4), 343–347.
- Bertoni, R. (2011). *Limnology of Rivers and Lake*. UNESCO-ELOSS. Italy.
- Borrer, D. J., Brotowijoyo, M. J., Johnson, N. F., Partowijoyo, S., & Triplehorn, C.

- A. (1992). *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Gadjah Mada University Press.
- Bouchard, R. W. (2004). *Guide to Aquatic Invertebrates, of The Upper Midwest : Manual for Student*. Water Resources Center Univercity of Minnesota. St. Paul. MN. 208.pp.
- Bouchard, R. W. (2009). *Guide to Aquatic Invertebrate Families of Mongolia : Identifications Manual for Student*. Citizen Monitors and Aquatic Resource Professionals. University of Minnesota.
- Cahyani, D. (2017). Baetidae. *Conservation Biology*, 1–23.
- Darmawan, A., Sulardiono, B., & Haeruddin, H. (2018). Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton, Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Sungai Bengawan Solo Kota Surakarta. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(1), 1–8.
- De Walt, R. E., & Ower, G. D. (2019). Ecosystem services, global diversity, and rate of stonefly species descriptions (Insecta: Plecoptera). *Insects*, 10(4).
- Djumanto, Probosunu, N., & Ifriansyah, R. (2013). Indek biotik famili sebagai indikator kualitas air Sungai Gajahwong Yogyakarta. *Jurnal Fish Science*, 15(1), 26–34.
- Dwitawati, D. A., Sulistyarsi, A., & Widiyanto, J. (2015). Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan Smp Kelas Vii. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 2(1), 41–46.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Eprilurahman, R., Tejo Baskoro, W., & Trijoko, T. (2015). Keanekaragaman Jenis Kepiting (Decapoda: Brachyura) di Sungai Opak, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(2), 100–108.
- Ewusie, J. Y. (1990). *Pengantar Ekologi Tropika*. Kanisius.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. PT. Bumi Aksara.
- Fahmi, M. H., & Ilhami, R. (2022). Manajemen Strategi Pengembangan Pariwisata di Kecamatan Parigi Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(3), 6140–6147.
- Farida, Ahsan, M., & Mandra. (2023). Pengelolaan Riparian Sungai Untuk Penanganan Erosi Berbasis Partisipasi Masyarakat. *UNM Environmental Journals*, 6(3), 20–25.
- Fisesa, E. D., Setyobudiandi, I., & Krisanti, M. (2014). Kondisi perairan dan struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.13170/depik.3.1.1087>
- Gerber, A., & Gabriel, M. J. M. (2002). Aquatic Invertebrates of South African Rivers: Field Guide. Institute for Water Quality Studies. *Institute for Water Quality Studies*, 150.
- Goldman, C. R., & Horne, A. J. (1983). *Limnology*. Mc. Graw Hill Book Company.
- Gustiyo, P. E., Budijono, & Sumiaraih, E. (2021). Studi Kandungan TOM Dan BOD5 Berdasarkan Kedalaman Berbeda Sekitar Aktivitas Keramba Jaring Apung (KJA) Berlapis Di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya Dan Lingkungan Akuatik*, 2(2).

- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Study of Seawater Quality and Pollution Index Based on Physical-Chemical Parameters in the Waters of the Depapre District, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–43.
- Handayani, S. T., Suharto, B., & Marsoedi. (2001). Penentuan Status Kualitas Perairan Sungai Brantas Hulu dengan Biomonitoring Makrozoobentos: Tinjauan dari Pencemaran Bahan Organik. *Biosain*, 1(1), 30–38.
- Hardhaka, T. (2019). *Analisis Kualitas Air Sungai Gajah Wong Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Metode Biotilik*. Skripsi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Hastuti, Y. P. (2011). Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(1), 89–98.
- Hermansah, A. (2019). Pengelolaan Objek Wisata Citumang Oleh Karang Taruna Desa Bojong Dalam Pencapaian Target Pendapatan Asli Desa (PaDes) Di Desa Bojong Kecamatan Parigi Kabupaten Pangandaran. *Moderat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 5, 316–323.
- Husnah, Rahmandi, Koeshendrajada, S., Muchlisin, Nasution, S. H., Hasri, I., Marini, M., Fahmi, Z., & Hufiadi. (2015). *Potensi dan pemanfaatan sumberdaya perikanan kabupaten Aceh Tengah* (Issue January 2015). Amafrad Press.
- Hutabarat, S., & Evans, S. M. (1986). *Pengantar Oseanografi*. Jakarta. UI Press.
- Ismail, H. M. (2011). Pemodelan Total Nitrogen pada Sungai Pesanggrahan Akibat Input Lindi TPA Cipayung Kota Depok berupa Beban Impuls. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Isnainingsih, N. R., & Listiawan, D. A. (2016). Keong Dan Kerang Dari Sungai-Sungai Di Kawasan Karst Gunung Kidul. *Zoo Indonesia*, 20(1), 1–10.
- Istaufa, A. M. (2022). Keanekaragaman Makrozoobentos di Sumber Maron Desa Karanguko Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang. *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Iswantari, A., Wardiatno, Y., Pratiwi, N., & Rusmana, I. (2014). Fluks bentik dan potensi aktivitas bakteri terkait siklus nitrogen di sedimen Perairan Mangrove Pulau Dua, Banten. *Jurnal Biologi Indonesia*, 10(1), 109–117.
- Iswanti, S., Ngabekti, S., Kariada, N., & Martuti, T. (2012). Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos di Sungai Damar Desa Weleri Kabupaten Kendal. *Unnes Journal of Life Science*, 1(2), 86–93.
- Izzah, N. A., & Roziaty, E. (2016). Keanekaragaman Makrozoobentos Di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 2(2), 140.
- Jacobus, L. M., Macadam, C. R., & Sartori, M. (2019). Mayflies (Ephemeroptera) and their contributions to ecosystem services. *Insects*, 10(6).
- Jeffries, M., & Mills, D. (1990). *Freshwater Ecology: Principles and Applications*. Chichester England : John Wiley and Sons.
- Jubaedah, S., Wulandari, S. Y., Zainuri, M., Maslukah, L., & Ismunarti, D. H. (2021). Studi Kandungan Bahan Organik di Perairan Muara Sungai Jajar, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3), 230–236.



- Juwita, R. (2017). Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Sebukhas di Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat. *Skripsi*. Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Karnelia, K., & Irma, I. G. I. (2023). Kandungan nitrogen saat pasang dan surut di Sungai Mahakam Kota Samarinda. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis Nusantara*, 2(1), 24–29.
- Karr, J. R. (1991). Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. In *Bioresource Technology* (Vol. 77, Issue 3, pp. 51–59). Ecological Society of America.
- Kasmin, K., Fahreza, G., & Caesariano, L. (2021). Minat Generasi Z Pada Eksplorasi Wisata Adventure “Body Rafting” Sebagai Tujuan Wisata Petualangan di Objek Wisata Citumang Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Kajian Pariwisata Dan Bisnis Perhotelan*, 2(3), 243–251.
- Kent, M., & Coker, P. (1992). *Vegetation description and analysis*. London : Belhaven Press.
- Kesuma, A. J., Alimiah, U. S., & Maretta, G. (2022). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Langsep Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. *Organisms: Journal of Biosciences*, 2(1), 19–24.
- Kurniawan, Purwiyanto, A. I. S., & Fauziyah. (2016). Hubungan Nitrat, Fosfat dan Ammonium Terhadap Keberadaan Makrozoobentos di Perairan Muara Sungai Lumpur Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 8(51), 101–110.
- Kurniawan, S., & Probusunu, N. (2022). Keanekaragaman Makrozoobentos di Kawasan Konservasi Baros Kabupaten Bantul. *Skripsi*. UGM Yogyakarta..
- Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 143–148.
- Lalli, C. M., & Parsons, T. R. (1993). *Biological oceanography: an introduction* (Second Edi). Elsevier B.V.
- Lamberti, G. A., Entekin, S. A., Griffiths, N. A., & Tiegs, S. D. (2017). Coarse Particulate Organic Matter. *Methods in Stream Ecology*, 55–69.
- Latifah, I., Purwanto, M. Y., & Pandjaitan, N. H. (2013). Analisis Kandungan Karbon Organik dalam Sedimen di Sungai Jeneberang pada Bagian Hulu dengan Mempergunakan Model Soil and Water Assessment Tool. In *Jurnal Teknik Hidraulik* (Vol. 4, Issue 2, pp. 117–128).
- Liang, J., Hua, S., Zeng, G., Yuan, Y., Lai, X., Li, X., Li, F., Wu, H., Huang, L., & Yu, X. (2015). Application of weight method based on canonical correspondence analysis for assessment of anatidae habitat suitability: A case study in east dongting lake, middle china. *Ecological Engineering*, 77, 119–126.
- Likens, G. E. (2009). *Encyclopedia of Inland Waters*. Elsevier Inc.
- Limbong, F., & Soetomo, S. (2013). Dampak Perkembangan Pariwisata Terhadap Lingkungan Taman Nasional Karimunjawa. *Ruang: Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 2(1), 51–60.
- Louhi, P., Mäki-Petäys, A., Erkinaro, J., Paasivaara, A., & Muotka, T. (2010).



- Impacts of forest drainage improvement on stream biota: A multisite BACI-experiment. *Forest Ecology and Management*, 260(8), 1315–1323.
- Mahyudin, Soemarno, & Prayogo, T. B. (2015). *Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang*. 6(2), 105–114.
- Maruru, S. M. M. (2012). Studi Kualitas Air Sungai Bone dengan Metode Biomonitoring. *Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 2(6), 24–29.
- Meisaroh, Y., Restu, I. W., & Pebriani, D. A. A. (2018). Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan di Pantai Serangan Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1), 36.
- Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2017). Trophic Relationships of Macroinvertebrates. In *Methods in Stream Ecology: Third Edition* (Vol. 1, Issue 3). Elsevier Inc.
- Michael, P. (1994). *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium* (U. I. Press (ed.)).
- Morse, J. C., Frandsen, P. B., Graf, W., & Thomas, J. A. (2019). Diversity and ecosystem services of trichoptera. *Insects*, 10(5).
- Muhammad, I. R. U. (2019). Studi Keanekaragaman Makrozoobentos Di sumber Taman dan Alirannya, Desa Karangsono, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang. *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Mukhlisi, & Gunawan, W. (2016). Natural Regeneration of Mangrove Seedlings in Degraded Area of Kutai National Park. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(2), 113–122.
- Mulyati, T., Annawaty, & Fahri. (2016). Inventarisasi Udang Air Tawar Genus Caridina Di Sungai Poboya Palu, Sulawesi Tengah Inventarisation Of The Freshwater Shrimp Genus Caridina In Poboya River, Palu, Central Sulawesi. *Online Journal of Natural Science*, 5(1), 83–96.
- Murijal, A. (2012). Penilaian Kualitas Sungai Pesanggrahan Dari Bagian Hulu (Bogor, Jawa Barat) Hingga Bagian Hilir (Kembangan, DKI Jakarta) Berdasarkan Indeks Biotik. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Mushtofa, A., Muskananfolo, M. R., & Rudiyan, S. (2014). Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares : Management of Aquatic Resources*, 3, 81–88.
- Mustofa, A. (2015). Kandungan Nitrat Dan Pospat Sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai. *Jurnal DISPROTEK*, 6(1), 13–19.
- Myers, L. W., Kondratieff, B. C., Mihuc, T. B., & Ruitter, D. E. (2011). The *mayflies* (ephemeroptera), *stoneflies* (plecoptera), and *caddisflies* (trichoptera) of the Adirondack Park (New York State). *Transactions of the American Entomological Society*, 137(1–2), 63–140.
- Natadisastra, G. G., Hasan, Z., Sriati, & Lili, W. (2018). Kemampuan Penyerapan Logam Berat Tembaga ( CU ) pada Akar *Avicennia marina* Di Perairan Karangsong , Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, IX(2), 41–48.
- Noortiningsih, Jalip, I. S., & Handayani, S. (2008). Keanekaragaman Makrozoobentos, Meiofauna dan Foraminifera di Pantai Pasir Putih Barat

- dan Muara Sungai Cikamal Pangandaran, Jawa Barat. *Vis Vitalis*, 01(1), 34–42.
- Noreña, C., Damborenea, C., & Brusa, F. (2015). Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Ecology and General Biology: Fourth Edition. In *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Ecology and General Biology: Fourth Edition* (Fourth Edi, Vol. 1). Elsevier.
- Nurfajrin, A., & Rosada, K. (2018). Keanekaragaman Hayati Makrozoobentos di Kawasan Mangrove Bulaksetra dan Batukaras, Pangandaran, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 4(2), 248–253.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press.
- Patricia, C., Astono, W., & Hendrawan, D. I. (2018). Kandungan nitrat dan fosfat di Sungai Ciliwung. *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 4*, 4, 179–185.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. (2017).
- Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (2021)
- Peraturan Pemerintah 82 Tahun 2011 Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air. (2001).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai.. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai. (2011)
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2011 tentang Rencana Induk Pembangunan Keparawitasaan Nasional. (2011)
- Permatasari, I. R., Barus, B. S., & Diansyah, G. (2019). Analisis nitrat dan fosfat pada sedimen di Muara Sungai Banyuasin, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains Teknologi*, 13(1), 9–19.
- Pescador, M. ., Rasmussen, a. ., & Harris, S. . (1995). *Identification manual for the Caddisfly (Trichoptera) larvae of Florida*. January, 186.
- Prartono, T., Razak, H., & Gunawan, I. (2009). Pestisida Organoklorine Di Sedimen Pesisir Muara Citarum, Teluk Jakarta: Peran Penting Fraksi Halus Sedimen Sebagai Pentransport Ddt Dan Proses Diagenesanya. *E-Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(2), 11–21.
- Pratiwi, N. T. M. (2004). Study Kualitas Perairan Sungai Berdasarkan Indikator Keberadaan Makrozoobentos. In *Manajemen Bioregional Jabodetabek: Profil & Strategi Pengelolaan Sungai & Aliran Air*. LIPI Press.
- Puspitasari, R. L., Elfidasari, D., Aulunia, R., & Ariani, F. (2017). Studi Kualitas Air Sungai Ciliwung Berdasarkan Bakteri Indikator Pencemaran Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung 2015. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(3), 156. <https://doi.org/10.36722/sst.v3i3.222>
- Rachman, H., Priyono, A., & Usli, D. A. N. Y. (2016). Macrozoobenthos as bioindicator of river water quality in Ciliwung Hulu Sub watershed. *Media Konservasi*, 21(3), 261–269.
- Rahayu, S., Widodo, R.H., Noordjwijk, M.V., Suryadi, I., & Verbist, B. (2009). Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai Bogor, Indonesia. *World*

*Agroforestry Centre - Southeast Asia Regional Office.*

- Rahayu, P., & Annawaty, A. (2019). Komposisi Jenis Udang Air Tawar di Sungai Batambean, Pulau Labobo, Banggai Laut, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 8(2), 120–126.
- Rahman, R. A. S., & Fajriati, I. (2021). Penentuan Kualitas Air Saluran Pembuangan Limbah Tahu Di Sungai Pengging Boyolali. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 6(01), 1–11.
- Ratih, I., Prihanta, W., & Susetyorini, R. E. (2015). Inventarisasi Keanekaragaman Makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto sebagai Sumber Belajar Biologi Sma Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2), 158–168.
- Rempel, L. L., Richardson, J. S., & Healey, M. C. (2000). Macroinvertebrate community structure along gradients of hydraulic and sedimentary conditions in a large gravel-bed river. *Freshwater Biology*, 45(1), 57–73.
- Revansyah, M. A., Puspaningrum, Putriyani, M., Ayu, N. P., Men, L. K., Safriani, L., Fitrilawati, Syakir, N., & Aprilia, A. (2023). Analisis Tds, Ph, Dan Cod Untuk Mengetahui Kualitas Air Di Desa Cilayung. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 12(02), 43.
- Rijaluddin, A. F., Wijayanti, F., & Haryadi, J. (2017). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Situ Gintung, Situ Bungur Dan Situ Kuru, Ciputat Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 139.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. S. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), 36–46.
- Rini, D. S. (2011). *Ayo Cintai Sungai: Panduan Penilaian Kesehatan Sungai Melalui Pemeriksaan Habitat Sungai dan BIOTILIK*. Gresik : ECOTON.
- Rumanti, M., Rudiyan, S., & Nitisupardjo, M. (2014). Hubungan Antara Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 168–176.
- Sandika, B. (2021). *Buku Ajar Ekologi (Integrasi Islam Sains)*. Yayasan Citra Dharma Cindekia.
- Santoso, T., Sutanto, A., & Achyani. (2021). Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Danau Asam Suoh Lampung Barat. *Bioedukasi*, 12(2), 214–220.
- Saputra, H. M., Sari, M., Purnomo, T., Suhartawan, B., Asnawi, I., Palupi, I. F. J., Sahabuddin, E. S., Sinaga, J., Juhanto, A., Yuniarti, E., & Nur, S. (2023). *Analisis Kualitas Lingkungan*. Get Press Indonesia.
- Saraswati, N. L. G. R. A., Arthana, I. W., & Hendrawan, I. G. (2017). Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2), 163–170.
- Sastrawijaya, A. . (2009). *Pencemaran Lingkungan (Ketiga)*. Penerbit Rineka Cipta.
- Setyono, P., & Soetarto, E. S. (2008). Biomonitoring Degradasi Ekosistem Akibat Limbah CPO di Muara Sungai Mentaya Kalimantan Tengah dengan Metode



- Elektromorf Isozim Esterase. *Biodiversitas*, 9(3), 232–236.
- Sharma, K. K., Bangotra, K., & Saini, M. (2013). Diversity and distribution of Mollusca in relation to the physico-chemical profile of Gho-Manhasan stream, Jammu (J & K). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(4), 240–249.
- Sidik, R. Y., & Dewiyanti, I. (2018). Struktur komunitas makrozoobentos di beberapa muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 287–296.
- Silmi, M. A., Eprilurahman, R., Trijoko, T., & Hakim, L. (2021). Karakter morfologis dan molekular udang air tawar anggota Macrobrachium pilimanus species group di Sungai Opak, Winongo dan Sempor, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Biologi Udayana*, 25(1), 57.
- Sofiyani, R. G., Muskananfolo, M. R., & Sulardiono, B. (2021). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pesisir Kelurahan Mangunharjo. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Pesisir Kelurahan Mangunharjo*, 10(2), 150–151.
- Sudarso, J., Suryono, T., & Yoga, G. P. (2016). Pengaruh Kontaminasi Logam Berat di Sedimen pada Komunitas Makrozoobentos di Beberapa Situ dan Waduk Di Jawa Barat. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(1), 20–28.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203.
- Sukmawati, S., Maarifah Dahlan, & Dela, R. (2021). Analisa Pencemaran Sungai Mandar Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Melalui Metode Biotilik. *Bina Generasi : Jurnal Kesehatan*, 12(2), 48–52.
- Supriatna, Mahmudi, M., Musa, M., & Kusriani. (2020). Hubungan pH dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368–374.
- Susanti, P. D., & Adi, R. N. (2017). Makroinvertebrata Sebagai Indikator Pengamatan Kualitas Air. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017*, 439–448.
- Suwondo, Febrita, E., Dessy, & Alpiisari, M. (2004). Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago dan Sail di kota Pekanbaru Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. *Biogenesis*, 1(1), 1–6.
- Trianto, M., Nuraini, Sukmawati, & Kisman, M. D. (2020). Keanekaragaman Genus Serangga Air sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. *Justek : Jurnal Sains dan Teknologi*. (Vol. 3, Issue 2, pp. 61–68).
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2012 tentang Pembentukan Kabupaten Pangandaran Di Provinsi Jawa Barat. (2012).
- Utami, T. M. R., Maslukah, L., & Yusuf, M. (2016). Sebaran Nitrat (NO<sub>3</sub>) dan Fosfat (PO<sub>4</sub>) Di Perairan Karangsong Kabupaten Indramayu. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1), 31.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). *The River Continuum Concept*. USA : Can J Fish Aquat. Sci 37 : 130–137.
- Waikagul, J., & Thaenkham, U. (2014). Collection of Fish-Borne Trematode

- Cercaria. In *Approaches to Research on the Systematics of Fish-Borne Trematodes* (pp. 39–47).
- Welch, S. (1989). *Limnology*. Mc Graw Hill Book Company.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology Lake and River Ecosystems*. Third Edition. Academic Press, 227–237.
- Widiyanti, V. R., Sedjati, S., Azizah, R., Nuraini, T., & Awur, T. (2018). Korelasi Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Air dan Sedimen dengan Kerapatan Lamun yang Berbeda di Perairan Teluk. *Journal of Marine Research*, 7(3), 193–200.
- Wijayanto, F. J. (2018). Pengaruh Adventure Tourist Motivation Terhadap Sport Decision di Citumang Body Rafting. *Skripsi*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Yeanny, M. S. (2007). Keanekaragaman Makrozoobenthos di Muara Sungai Belawan. *Jurnal Biologi Sumatera*, Vol 2, No.
- Zainuri, M., Indriyawati, N., Syarifah, W., & Fitriyah, A. (2023). Korelasi Intensitas Cahaya Dan Suhu Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Estuari Ujung Piring Bangkalan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 20–26.
- Zulkifli, H., & Setiawan, D. (2012). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Sungai Musi Kawasan Pulokerto sebagai Instrumen Biomonitoring. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 95.

