

**KUALITAS PERAIRAN ALIRAN SUNGAI WAY GALIH,
KECAMATAN TANJUNG BINTANG, KABUPATEN LAMPUNG
SELATAN, BERDASARKAN BIOINDIKATOR FITOPLANKTON**

SKRIPSI

Oleh

**WAHYU NURUL AKBAR
NPM 2054201001**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

KUALITAS PERAIRAN ALIRAN SUNGAI WAY GALIH, KECAMATAN TANJUNG BINTANG, KABUPATEN LAMPUNG SELATAN, BERDASARKAN BIOINDIKATOR FITOPLANKTON

Oleh

WAHYU NURUL AKBAR

Sungai Way Galih merupakan sungai yang terletak di Desa Way Galih, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan. Pada sepanjang aliran Sungai Way Galih terdapat permukiman, area pertanian dan sebagian besarnya merupakan daerah perkebunan. Kegiatan yang ada di sekitar sungai masyarakat di sungai seperti mandi dan mencuci diduga menyumbang limbah domestik ke dalam perairan, selain itu kegiatan pertanian dan perkebunan secara tidak langsung menyebabkan penurunan kualitas air serta mengganggu organisme di perairan. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis komposisi struktur komunitas fitoplankton, menganalisis tingkat pencemaran berdasarkan Indeks Saprobik dan menganalisis tingkat pencemaran berdasarkan Indeks Nygaard. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Juli tahun 2024 dengan menggunakan Indeks Struktur Komunitas, Indeks Nygaard dan Indeks Saprobik. Hasil dari penelitian komposisi fitoplankton Sungai Way Galih terdiri dari 5 kelas yaitu Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cynophyceae, Dinophyceae dan Euglenophyceae, dengan genus tertinggi yaitu genus *Calothrix* dari kelas Cynophyceae. Hasil analisis Indeks Saprobitas di Sungai Way Galih pada stasiun 1 tercemar cukup tinggi, pada stasiun 2 tercemar sedang sampai cukup tinggi dan pada stasiun 3 tercemar cukup tinggi sampai tercemar sangat tinggi. Hasil analisis Indeks Nygaard pada ketiga stasiun termasuk dalam kategori eutrofik.

Kata Kunci: Fitoplankton, Indeks Nygaard, Indeks Saprobik, Sungai Way Galih

ABSTRACT

WATER QUALITY OF WAY GALIH RIVER, TANJUNG BINTANG DISTRICT, SOUTH LAMPUNG REGENCY, BASED ON PHYTOPLANKTON BIOINDICATOR

By

WAHYU NURUL AKBAR

Way Galih River is located in Way Galih Village, Tanjung Bintang District, South Lampung Regency. Along the Way Galih River there are settlement, agriculture and most of them are plantation areas. Activities that occur around the river, such as bathing and washing, are estimated to be equivalent to domestic waste into the water, in addition to agricultural and plantation activities indirectly causing a decrease in water quality and disturbing organisms in the water. This research aims has to analyze the composition of the phytoplankton community structure, analyze pollution levels based on the Saprobic Index and analyze pollution leels based on the Nygaard Index. This research was conducted in June-July 2024 using the Community Structure Index, Nygaard Index and Saprobic Index. The results of research on the phytoplankton composition of the Way Galih River consist of 5 classes, namely Chloropyceae, Bacillariophyceae, Cynophyceae, Dinophyceae and Euglenaphycea, with the highest genus being *Calothrix* from the Cynophyceae class. The results of the analysis of the Saprobity Index in the Way Galih River at station 1 are quite highly polluted, at station 2 it is moderately to quite highly polluted and at station 3 it is quite highly polluted to very highly polluted. The results of the Nygaard Index analysis at the third station are included in the eutrophic category.

Keywords: Nygaard Index, Phytoplankton, Saprobic Indexs, Way Galih River

**KUALITAS PERAIRAN ALIRAN SUNGAI WAY GALIH,
KECAMATAN TANJUNG BINTANG, KABUPATEN LAMPUNG
SELATAN, BERDASARKAN BIOINDIKATOR FITOPLANKTON**

Oleh

WAHYU NURUL AKBAR

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: KUALITAS PERAIRAN ALIRAN SUNGAI
WAY GALIH, KECAMATAN TANJUNG
BINTANG, KABUPATEN LAMPUNG
SELATAN BERDASARKAN
BIOINDIKATOR FITOPLANKTON

Nama Mahasiswa

: Wahyu Nurul Akbar

Nomor Pokok Mahasiswa

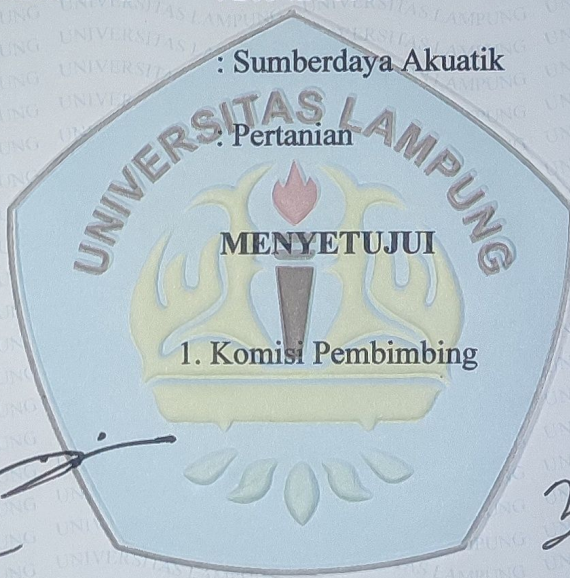
: 2054201001

Program Studi

: Sumberdaya Akuatik

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si.
NIP. 198101012008012042

Nidya Kartini, S.Pi., M.Si.
NIP. 199004212019032021

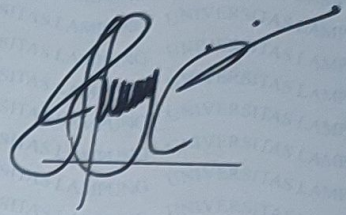
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

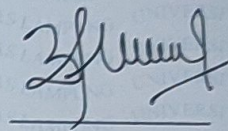
1. Tim Penguji

Ketua : Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si.



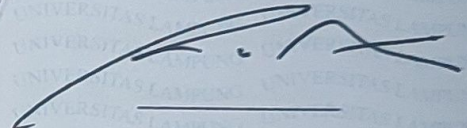
Sekretaris

Nidya Kartini, S.Pi., M.Si.



Penguji Bukan
Pembimbing

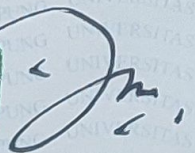
Rara Diantari, S.Pi., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002



Tanggal lulus ujian skripsi: 18 Desember 2024

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Nurul Akbar

NPM : 2054201001

Judul Skripsi : Kualitas Perairan Aliran Sungai Way Galih, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan Berdasarkan Bioindikator Fitoplankton

Menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan telah dicantumkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan ataupun penyimpangan, maka saya bersedia bertanggung jawab menerima sanksi akademik yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 15 April 2024



Wahyu Nurul Akbar

2054201001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 25 September 2002, sebagai anak terakhir dari empat bersaudara, dari Bapak Suherman dan Ibu Juwita Susila. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar pada tahun 2014 di SD Negeri 3 Gulak Galik, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama pada tahun 2014 di SMP Negeri 17 Bandar Lampung, lalu penulis melanjutkan pendidikan menengah kejuruan pada tahun 2017 di SMK Negeri 1 Bandar Lampung jurusan animasi. Pada tahun 2020 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung.

Pada tahun 2021 penulis melaksanakan magang di tambak udang PT Take-Shu Aquaculture, pada tahun 2022 mengikuti program Pertukaran Mahasiswa Merdeka Batch 2 (PMM) di Universitas Papua dan pada tahun 2023 mengikuti Magang Studi Independen Bersertifikat batch 5 (MSIB) di PT Suri Tani Pemuka JAPFA Aquafeed Medan dengan membuat proyek yang berjudul “Uji Rice Hulls Menggunakan Metode Floating Pada Bekatul”. Pada tahun yang sama penulis juga melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu, SPTN II Pulau Harapan dengan judul “Kelimpahan dan Keanekaragaman Gastropoda di Berbagai Wilayah Pulau Harapan, Taman Nasional Kepulauan Seribu”.

Skripsi ini saya persembahkan dengan spesial untuk kedua orang tua saya Papah
Suherman dan Mamah Juwita Susila, serta ke tiga kakak perempuan saya

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah dan tidak lupa shalawat serta salam selalu senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu terus kita jadikan contoh teladan yang kelak nanti kita dapatkan syafaatnya di dunia dan akhirat.

Alhamdulillah atas berkat dan rahmat Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kualitas Perairan Aliran Sungai Way Galih, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, Berdasarkan Bioindikator Fito-plankton” skripsi merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung. Selesaiannya penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, motivasi, bimbingan dan saran dari banyak pihak.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Program Studi Sumberdaya Akuatik sekaligus Dosen Pembimbing Utama;
4. Nidya Kartini, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/sekretaris;
5. Rara Diantari, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama;
6. Darma Yuliana, S.Kel., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Kedua orangtua Bapak Suherman dan Ibu Juwita Susila.

Bandar Lampung, 15 April 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wahyu Nurul Akbar', written diagonally across the page.

Wahyu Nurul Akbar

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Kerangka Pikir	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perairan Sungai	5
2.2 Pencemaran Perairan	7
2.3 Kualitas Air	8
2.4 Parameter Fisika.....	9
2.4.1 Suhu.....	9
2.4.2 Kecerahan	10
2.4.3 Kecepatan Arus	10
2.4.4 Total Padatan Tersuspensi/ <i>Total Solid Suspended</i> (TSS)	11
2.5 Parameter Kimia.....	11
2.5.1 Derajat Keasaman (pH)	12
2.5.2 Oksigen Terlarut/ <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	12
2.5.3 Nitrat	13
2.5.4 Fosfat.....	13
2.6 Parameter Biologi	14
2.6.1 Fitoplankton	14
2.7 Struktur Komunitas	18
2.8 Bioindikator	19
2.9 Indeks Saprobi.....	19
2.10 Indeks Nygaard	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat.....	21
3.1.1 Waktu Penelitian.....	21
3.1.2 Tempat Penelitian	22

3.2 Bahan dan Alat	22
3.2.1 Bahan	23
3.2.2 Alat	23
3.3 Rancangan Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1 Pengambilan Sampel Fitoplankton	24
3.4.2 Identifikasi Sampel.....	25
3.4.3 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia	25
3.5 Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	34
4.2 Kondisi Aliran Perairan Sungai Way Galih.....	36
4.3 Komposisi Jenis Fitoplankton.....	41
4.4 Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman & Dominansi ...	47
4.5 Analisis Indeks Saprobitas dan Indeks Nygaard	50
4.6 Analisis PCA	52
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 Simpulan	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Stasiun pengambilan sampel	22
2. Alat penelitian	23
3. Hubungan antara saprobitas perairan dengan tingkat pencemaran perairan.....	31
4. Kelompok penyusun saprobitas	31
5. Parameter kualitas air Aliran Sungai Way Galih.....	36
6. Kelas dan genus fitoplankton	47
7. Analisis kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi	48
8. Indeks Saprobitas dan Indeks Nygaard di Aliran Sungai Way Galih.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir.....	4
2. Zonasi perairan sungai	6
3. Peta lokasi penelitian.....	21
4. Stasiun 1	34
5. Stasiun 2.....	35
6. Stasiun 3	35
7. Aliran dan genangan di sekitar Stasiun Tanki Lateks (STL).....	39
8. Komposisi jenis fitoplankton pada bulan Juni	42
9. <i>Calothrix</i>	43
10. Komposisi jenis fitoplankton pada bulan Juli	45
11. <i>Chlamydomonas</i>	46
12. Hubungan fitoplankton dengan parameter kualitas air bulan Juni.....	52
13. Hubungan fitoplankton dengan parameter kualitas air bulan Juli.....	53
14. Bekas cucian karet di STL	74
15. Isi Stasiun Tanki Lateks (STL).....	74
16. Pemanfaat sungai oleh warga sekitar	74
17. Pengambilan sampel fitoplankton	74
18. Pengukuran pH.....	74
19. Pengukuran DO	74
20. Pengukuran kecepatan arus	74
21. Pengukuran TSS.....	74
22. Genus <i>Phacus</i>	75
23. Genus <i>Scenedesmus</i>	75
24. Genus <i>Oscillatoria</i>	75

25. Genus <i>Aulacoseira</i>	75
26. Genus <i>Synedra</i>	75
27. Genus <i>Chloromonas</i>	75
28. Genus <i>Tabellaria</i>	75
29. Genus <i>Cylotella</i>	75
30. Genus <i>Closterium</i>	76
31. Genus <i>Eudorina</i>	76
32. Genus <i>Euglena</i>	76
33. Genus <i>Chroococcus</i>	76
34. Mikroskop	76
35. Pengamatan fitoplankton	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi	67
2. Data kualitas air parameter fisika.....	67
3. Data kualitas air parameter kimia	67
4. Hasil analisis Indeks Saprobik dan Indeks Nygaard	68
5. Hasil uji nitrat dan fosfat.....	69
6. Hasil uji fosfat laboratorium	70
7. Hasil Nitrat Stasiun 1 Laboratorium Dinas Kesehatan	71
8. Hasil Nitrat Stasiun 2 Laboratorium Dinas Kesehatan	72
9. Hasil Nitrat Stasiun 3 Laboratorium Dinas Kesehatan	73
10. Dokumentasi kegiatan.....	74
11. Dokumentasi fitoplankton	75
12. Dokumentasi fitoplankton (lanjutan)	76

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kabupaten Lampung Selatan merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Lampung yang memiliki daratan seluas 715,46 km² dan penduduk sebanyak 1.081.115 jiwa (Badan Pusat Statistik Lampung, 2021). Kabupaten ini memiliki 17 kecamatan, Kecamatan Tanjung Bintang merupakan kecamatan yang masuk dalam Kawasan Industri Lampung (KAIL). Kecamatan ini tidak hanya berperan sebagai zona industri, tetapi juga sebagai area yang produktif untuk aktivitas perkebunan dan pertanian, menjadikannya daerah yang memiliki peran ganda dalam perekonomian dan pembangunan daerah.

Kecamatan Tanjung Bintang mempunyai beberapa aliran sungai, salah satunya ialah Sungai Way Galih. Sungai ini terletak di Desa Way Galih, Kecamatan Tanjung Bintang, Lampung Selatan. Wilayah bagian utara sungai ini berbatasan dengan Desa Way Huwi, di bagian selatan sungai ini berbatasan dengan Desa Sindang Sari, di bagian timur berbatasan dengan Desa Gedung Harapan dan di bagian barat sungai berbatasan dengan Desa Sabah Balau. Pada aliran sungai ini terdapat permukiman, area pertanian dan sebagian besarnya merupakan daerah perkebunan.

Permukiman di sekitar aliran sungai secara tidak langsung memengaruhi kualitas perairan, kegiatan masyarakat seperti mandi dan mencuci diperkirakan menghasilkan limbah domestik cair. Sabun dan deterjen memiliki kandungan fosfat yang tinggi, yang bersumber dari *Sodium Tripoly Phosphate* (STPP), senyawa ini berperan sebagai *builder* dan menjadi komponen terpenting kedua setelah surfaktan, karena kemampuannya dalam menghilangkan mineral yang menyebabkan kesadahan pada air (Astusti & Sinaga, 2015). Aktivitas rumah tangga diduga turut menyumbang limbah domestik padat dan cair. Pembuangan limbah domestik

secara langsung ke perairan berpotensi menimbulkan dampak negatif, seperti eutrofikasi, penurunan drastis kadar oksigen terlarut serta berpotensi membahayakan kesehatan manusia apabila dikonsumsi atau digunakan secara langsung.

Aktivitas perkebunan karet dan pertanian di sekitar Sungai Way Galih juga diperkirakan menyumbang masuknya cemaran ke dalam perairan, kegiatan di area perkebunan karet seperti penggunaan pupuk dan pengelolaan hasil karet diduga menyebabkan penurunan kualitas air pada sungai, bahan cemaran dari perkebunan masuk ke dalam perairan melalui *runoff* ketika hujan. Masuknya cemaran ke dalam badan air dapat mengakibatkan penurunan kualitas perairan serta menurunkan fungsinya secara biologis (Hamuna et al., 2018). Penurunan kualitas air dapat mengganggu struktur komunitas organisme di perairan, oleh karena itu organisme dapat digunakan untuk menjadi bioindikator, salah satu organisme yang digunakan menjadi indikator pencemaran perairan ialah fitoplankton (Anggraini et al., 2016). Fitoplankton sangat peka terhadap perubahan lingkungan, penggunaan fitoplankton dapat digunakan sebagai indikator pencemaran dengan menggunakan Indeks Saprobitik dan Indeks Nygaard.

Indeks Saprobitik digunakan untuk menilai tingkat pencemaran organik berdasarkan fitoplankton. Indikator saprobitas perairan ialah penanda dari spesies dan organisme tertentu yang digunakan untuk menilai kondisi perairan akibat adanya penambahan bahan organik (Afriliandri et al., 2024). Sedangkan Indeks Nygaard digunakan untuk mengukur kondisi trofik (kesuburan) air berdasarkan kehadiran berbagai jenis alga. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian mengenai kualitas air berdasarkan bioindikator fitoplankton di aliran Sungai Way Galih perlu dilakukan dengan tujuan memberikan informasi terbaru mengenai tingkat pencemaran, keadaan status trofik dan kondisi perairan Sungai Way Galih.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisis komposisi jenis fitoplankton pada Sungai Way Galih
- 2) Menganalisis tingkat pencemaran berdasarkan Indeks Saprobitik
- 3) Menganalisis tingkat pencemaran berdasarkan Indeks Nygaard

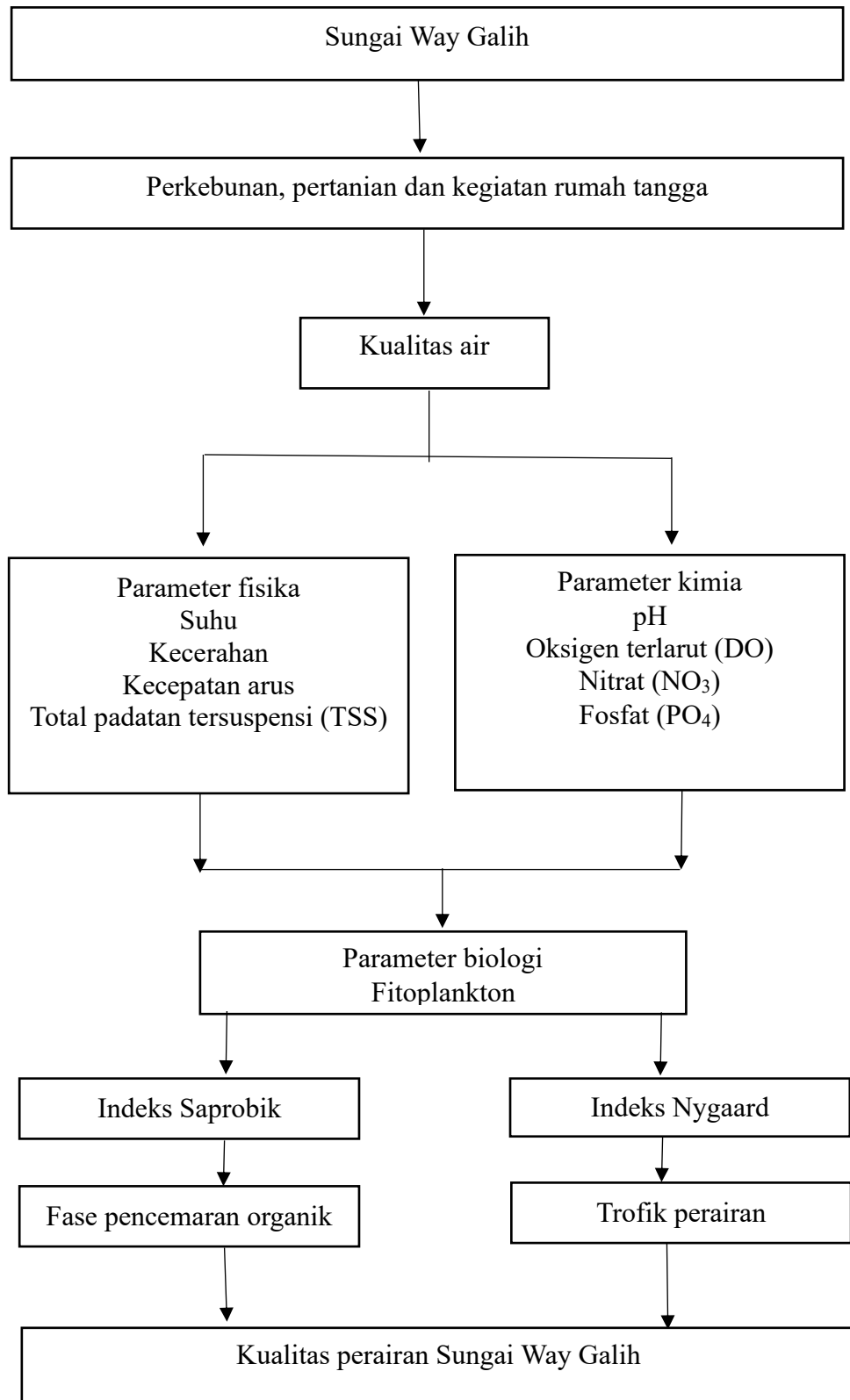
1.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Sebagai bahan referensi ilmiah untuk landasan penelitian selanjutnya terkait penelitian ini.
- 2) Memberikan informasi tentang kualitas air berdasarkan bioindikator fitoplankton.
- 3) Menyajikan data terbaru kualitas perairan Sungai Way Galih.

1.4 Kerangka Pikir

Sungai Way Galih merupakan sungai yang berada di Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, di aliran sungai ini terdapat perkebunan, pertanian dan permukiman. Aktivitas-aktivitas di sekitar sungai seperti mandi, mencuci, penggunaan pupuk dan pengelolaan hasil latex diduga menghasilkan limbah dan masukan bahan pencemar yang memengaruhi kualitas perairan, kondisi perairan akan mengalami penurunan pada kualitas air, hal ini dapat memengaruhi organisme yang ada di perairan Sungai Way Galih, salah satu organisme yang dapat mudah dipengaruhi oleh kondisi fisika dan kimia perairan adalah fitoplankton. Fitoplankton sangat sensitif terhadap perubahan kualitas perairan, sehingga dapat dijadikan bioindikator di perairan. Kerangka pikir disajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perairan Sungai

Sungai merupakan perairan umum yang sangat rentan terhadap perubahan kualitas air, menurut peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor: 63/PRT/1993, sungai adalah suatu area yang berfungsi menjadi tempat dan jalur aliran air, mulai dari mata air hingga muara, dengan batas di kedua sisinya yang ditentukan oleh garis sempadan atau batas luar sungai sepanjang alirannya. Sungai secara terstruktur dibagi menjadi tiga segmen utama bagian atas yang juga dikenal sebagai hulu atau sumber mata air, bagian tengah yang lebih panjang yang biasa disebut sebagai badan sungai dan bagian terakhir yang bertemu dengan laut dikenal sebagai hilir atau muara. Sungai bagian hulu adalah awal dari aliran sungai yang umumnya berada di daerah pegunungan, sedangkan bagian hilir merupakan ujung sungai yang mengalir menuju laut (Fatmawati, 2016).

Perairan sungai merupakan salah satu perairan umum yang terbentuk dari air hujan yang mengalir melalui alur panjang di atas permukaan tanah. Sungai merupakan salah satu badan air lotik utama, yang berarti aliran airnya terus bergerak. Selain sungai dengan air yang mengalir (lotik) terdapat juga badan air dengan air yang tidak mengalir (lentik), menurut Cantonati et al. (2020) pada habitat lotik ada dua zona utama, zona air tenang merupakan bagian dari sungai yang kecepatan arus sudah mulai berkurang, sehingga material dan lumpur cenderung mengendap di dasar, mengakibatkan dasar sungai menjadi lunak sehingga kurang mendukung kehidupan bentos, namun sesuai untuk nekton dan beberapa jenis plankton.

Sedangkan pada perairan tenang pada umumnya terdapat tiga zona utama yaitu zona litoral, zona limnetik dan zona profundal. Biota pada perairan tenang antara lain meliputi pisces, plankton, bentos, moluska, krustasea dan reptilia.



Gambar 2. Zonasi perairan sungai
Modifikasi: Fadhil et al. (2021)

Menurut Fatmawati (2016), secara sederhana zonasi sungai dibagi menjadi tiga bagian, yaitu hulu, tengah dan hilir:

- a) Hulu sungai merupakan kawasan awal dari suatu aliran sungai yang umumnya berada di wilayah pegunungan atau dataran tinggi. Hulu sungai berkontribusi terhadap sumber aliran utama air yang membentuk sungai.
- b) Bagian tengah sungai merupakan bagian wilayah aliran sungai yang terletak di antara hulu (bagian awal) dan hilir (bagian akhir). Pada bagian ini, kemiringan sungai mulai berkurang, menyebabkan arus air menjadi lebih tenang dibandingkan dengan hulu. Wilayah tengah sungai, aliran air cenderung lebih luas dan dalam karena adanya tambahan volume air dari anak sungai yang bermuara ke sungai utama.
- c) Hilir sungai merupakan bagian akhir dari aliran sungai yang berada di daerah dataran rendah, di mana sungai bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Wilayah ini biasanya ditandai dengan aliran air yang

melambat, lembah sungai yang lebar dan proses pengendapan sedimen yang lebih dominan dibandingkan erosi.

Kualitas air sungai dapat mengalami perubahan akibat aktivitas manusia yang mencemari lingkungan di sekitar daerah aliran sungai (DAS). Masukan berbagai bahan, baik organik maupun anorganik ke dalam ekosistem sungai akan berdampak pada aspek fisika, kimia dan biologi dari perairan tersebut. Faktor utama yang memicu perubahan ini adalah adanya pencemaran, yang terutama disebabkan oleh pembuangan limbah dari aktivitas industri dan rumah tangga. Limbah-limbah ini, seringkali masuk secara langsung ke dalam badan sungai, menyebabkan degradasi kualitas air, perubahan kondisi lingkungan alami perairan, mengancam keberlanjutan dan kesehatan ekosistem sungai tersebut. Aktivitas pembuangan limbah tersebut menyebabkan gangguan pada ekosistem sungai, sehingga menghambat kelangsungan proses kehidupan di perairan (Mardhia, 2018).

2.2 Pencemaran Perairan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 tahun 2001, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya organisme, zat, energi atau komponen lainnya ke dalam badan air baik sengaja maupun tidak sengaja, sehingga menyebabkan kualitas air melebihi ambang batas yang telah ditetapkan dalam standar baku mutu air. Pencemaran perairan dipengaruhi banyak faktor, masuknya zat-zat organik dan anorganik ke badan air secara berlebihan berdampak buruk pada perairan sungai dan menyebabkan penurunan kualitas air sungai secara fisika, kimia dan biologi. Meningkatnya aktivitas pada kawasan sungai memungkinkan terjadinya penurunan kualitas air sampai dengan eutrofikasi. Bahan organik yang berasal dari limbah aktivitas manusia dapat terbawa masuk ke perairan dan dalam kondisi tertentu, dapat menyebabkan gangguan yang berkelanjutan terhadap ekosistem perairan. Kandungan bahan organik yang terlalu tinggi akan menyebabkan perairan mengalami eutrofikasi (Alfionita et al., 2019).

2.3 Kualitas Air

Kualitas air mengacu pada sifat dan standar yang harus dipenuhi agar suatu sumber air dapat digunakan secara optimal sesuai dengan tujuan pemanfaatannya, mencakup berbagai parameter fisik, kimia dan biologi yang menentukan kelayakan air untuk kebutuhan tertentu (Mustari et al., 2023). Kualitas air dibagi sesuai dengan mutu yang ditetapkan, menurut Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 Pasal 1 ayat 9, baku mutu air merupakan standar batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi serta komponen yang terdapat atau harus ada dalam air, termasuk unsur pencemar yang masih dapat ditoleransi keberadaannya. Intensitas aktivitas manusia yang tinggi di sekitar area perairan dapat berdampak pada pencemaran yang memengaruhi kualitas air (Hamuna et al., 2018). Menurunnya kualitas air mengakibatkan menyebabkan menurunnya daya dukung sungai dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, sehingga mengurangi pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia.

Perairan dapat dikategorikan sebagai tercemar apabila nilai kualitasnya melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Pengujian kualitas perairan dapat dilakukan dengan parameter fisika, kimia dan biologi (Sahabuddin et al., 2015). Pengukuran parameter fisika dan kimia hanya memberikan informasi mengenai kondisi kualitas lingkungan pada waktu tertentu, sedangkan indikator biologi memungkinkan pemantauan yang lebih berkelanjutan serta lebih efektif dalam mendeteksi pencemaran. Selain itu, keberadaan organisme dalam ekosistem perairan juga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air, melengkapi metode analisis fisika dan kimia. Pendekatan ini bersifat kontinu karena organisme hidup secara langsung dan berkelanjutan di dalam lingkungan perairan, ketika terjadi pencemaran, organisme akan menunjukkan respons biologis, seperti perubahan dalam struktur komunitas, penurunan keanekaragaman hayati atau fluktuasi populasi spesies tertentu, respons tersebut dapat digunakan sebagai indikator awal untuk mendeteksi adanya perubahan kualitas air (Hellen et al., 2020).

2.4 Parameter Fisika

Parameter fisika air merupakan karakteristik fisik dari air yang dapat diukur dan dianalisis untuk menentukan kualitas air tersebut. Parameter ini berkaitan dengan sifat-sifat fisik air yang memengaruhi kondisi dan kemampuan air untuk mendukung kehidupan serta berbagai keperluan manusia.

2.4.1 Suhu

Suhu merupakan parameter fisika yang memainkan peran penting dalam mengontrol ekosistem perairan. Fluktuasi suhu tidak hanya memengaruhi distribusi dan aktivitas metabolisme organisme air, tetapi juga sangat berdampak terhadap keberadaan biota. Selain itu, perubahan suhu dapat memengaruhi proses fisika, kimia dan biologi dalam perairan. Suhu memainkan peran dalam mengatur kondisi ekosistem perairan, dimana organisme akuatik membutuhkan kisaran suhu tertentu untuk berkembang. Perubahan suhu air dapat menimbulkan berbagai dampak, seperti berkurangnya kadar oksigen terlarut, meningkatnya kecepatan reaksi kimia, serta terganggunya kehidupan ikan dan organisme akuatik lainnya, kondisi ini dapat mengancam kelangsungan hidup biota yang sensitif terhadap suhu tinggi, bahkan berpotensi menyebabkan kepunahan spesies (Tenribali, 2015).

Suhu memiliki peran penting dalam proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dan tumbuhan air, serta memengaruhi proses difusi gas dan kadar oksigen terlarut dalam perairan (Kale, 2016). Suhu yang optimal dalam pertumbuhan plankton berkisar 20-30°C (Solihah & Rahayu, 2018). Peningkatan suhu dapat menyebabkan fenomena stratifikasi, yaitu pembentukan lapisan-lapisan air. Proses ini memengaruhi kandungan oksigen yang larut dalam air. Selain itu, perubahan suhu permukaan juga berdampak pada proses kimia, fisika dan biologi dalam perairan (Kusumaningtyas et al., 2015). Keterkaitan antara suhu air dengan oksigen adalah korelasi yang negatif.

2.4.2 Kecerahan

Kecerahan menunjukkan kejernihan perairan dan menentukan kedalaman lapisan air. Penurunan kecerahan menghambat fotosintesis tumbuhan air serta mempengaruhi fisiologi biota akibat masuknya partikel tersuspensi. Tinggi atau rendahnya kecerahan di suatu perairan ditentukan oleh jumlah partikel tersuspensi di dalamnya lebih banyak partikel tersuspensi maka kecerahan akan menurun dan sebaliknya (Malik, 2015). Menurut Pratami et al. (2018) kondisi perairan umum seperti danau dan sungai dapat dibagi menjadi 3 kategori dilihat dari nilai kecerahannya, yaitu perairan cerah (>5 m), perairan dengan kecerahan sedang (1-5 m) dan perairan dengan kecerahan rendah (0,1-1 m).

Cahaya yang berhasil menembus ke berbagai kedalaman perairan biasanya berkurang sejalan dengan peningkatan kedalaman, yang mengakibatkan penurunan aktivitas fotosintesis dan secara simultan menurunkan nilai produktivitas primer pada setiap tingkat kedalaman tersebut. Jika perairan mengandung bahan organik berupa lumpur, hal ini tidak hanya memengaruhi kemampuan penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan, tetapi juga menurunkan kapasitas fitoplankton untuk menyerap unsur hara. Semua plankton menjadi berbahaya, apabila kecerahan sudah kurang dari 0,25 cm (Rahman & Rizal, 2016). Intensitas cahaya mengalami peningkatan pada pagi hari, mencapai titik maksimum saat siang, lalu menurun kembali pada sore hari. Penyebaran cahaya di dalam kolom perairan dipengaruhi oleh konsentrasi serta sifat-sifat partikel tersuspensi, seperti tipe, ukuran dan bentuk. Selain itu, penurunan cahaya di dalam perairan juga disebabkan oleh keberadaan fitoplankton serta karakteristik perairan itu sendiri (Zainuri et al., 2023).

2.4.3 Kecepatan Arus

Pada perairan mengalir (lotik) kecepatan arus mempunyai peranan yang sangat penting. Kecepatan itu akan berpengaruh pada penyebaran organisme akuatik, gas-gas terlarut dan mineral dalam air. Arus sangat dipengaruhi oleh sifat air, gravitasi bumi, keadaan dasar perairan dan gerakan rotasi bumi. Sirkulasi arus pada permukaan perairan terutama disebabkan oleh adanya *wind stress*. Arus air

dalam perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor dari parameter kualitas air. Selain itu, arus juga berperan dalam meningkatkan kandungan oksigen melalui proses difusi langsung dari udara (Hidayat et al., 2015). Menurut Risnawati et al. (2018), kecepatan arus dibagi menjadi tiga kategori yaitu perairan berarus sangat cepat (>1 m/s), cepat (0,5-1 m/s), sedang (0,2-0,5 m/s), lambat (0,1-0,2 m/s) dan sangat lambat ($<0,1$ m/s).

2.4.4 Total Padatan Tersuspensi/*Total Solid Suspended* (TSS)

Kekeruhan air berkaitan dengan nilai *total suspended solid* (TSS) karena kekeruhan disebabkan adanya kandungan zat yang telah tersuspensi dalam air. Zat tersuspensi terdiri dari berbagai macam zat yang mengendap seperti pasir halus, tanah liat, kerikil, lumpur dan bahan anorganik atau organik yang melayang dalam air (Rozali et al., 2016). Penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan dapat mengalami penurunan signifikan atau bahkan gagal mencapai dasar perairan apabila terdapat konsentrasi yang tinggi dari bahan tersuspensi atau zat terlarut. Selain itu, tingkat kekeruhan air di sungai tidak konsisten sepanjang tahun. Kondisi ini terutama terlihat selama musim hujan, ketika air sungai menjadi sangat keruh, hal ini disebabkan oleh peningkatan volume aliran air yang mencapai puncaknya serta proses erosi yang terjadi di daratan, membawa material ke dalam sungai yang menambah kekeruhan air tersebut. Meningkatnya konsentrasi padatan tersuspensi dalam perairan dapat menghambat proses fotosintesis fitoplankton, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan kelimpahannya (Wardani et al., 2024). Kenaikan kadar TSS dapat terjadi akibat aktivitas masyarakat yang membuang bahan organik dan anorganik ke dalam sungai.

2.5 Parameter Kimia

Parameter kimia merupakan berbagai karakteristik kimia dari air yang dapat diukur dan dianalisis untuk menentukan kualitas dan komposisi kimia air tersebut. Parameter ini berkaitan dengan zat-zat terlarut dan reaksi kimia yang terjadi

dalam air, yang dapat memengaruhi kesehatan manusia, keberlanjutan ekosistem dan berbagai penggunaan air lainnya.

2.5.1 Derajat Keasaman (pH)

pH atau derajat keasaman adalah salah satu indikator yang bisa menunjukkan tingkat pencemaran dalam suatu perairan. Tingkat pH dalam perairan dipengaruhi oleh karbondioksida (CO_2) yang dilepaskan melalui proses respirasi oleh organisme akuatik. Secara umum, nilai pH air menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Air dengan pH 7 bersifat netral, sedangkan pH di bawah 7 menunjukkan kondisi asam dan pH di atas 7 menandakan sifat basa. Tingkat pH ini memiliki dampak terhadap kehidupan biota air. Nilai pH yang tinggi menandakan dominasi fitoplankton, yang memainkan peran krusial dalam proses fotosintesis sebagai produsen primer dalam ekosistem perairan. Oleh karena itu, keberadaan fitoplankton dan pertumbuhan fitoplankton sangat didukung oleh ketersediaan nutrisi dalam perairan tersebut (Megawati et al., 2015). Menurut Syamiazi et al. (2015) nilai pH turut mempengaruhi proses-proses biokimiawi perairan.

2.5.2 Oksigen Terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) mengacu pada kadar oksigen (O_2) yang terdapat dalam suatu perairan. Tingginya kadar oksigen terlarut menandakan kualitas air yang baik, sedangkan kadar yang rendah menunjukkan adanya pencemaran. Pengukuran oksigen terlarut bertujuan untuk menentukan kapasitas perairan dalam mendukung kehidupan biota air, seperti mikroorganisme dan ikan. Kebutuhan oksigen setiap biota bervariasi tergantung pada jenis, tahap perkembangan dan aktivitas di perairan (Gemilang & Kusumah, 2017).

Oksigen terlarut merupakan hal penting yang diperlukan oleh organisme akuatik untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Peran utama oksigen terlarut adalah membantu proses dekomposisi serta oksidasi bahan organik dan anorganik melalui mekanisme aerobik di dalam perairan. Sebagian besar oksigen ini berasal dari fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dan tumbuhan air, serta

dari proses difusi oksigen dari atmosfer ke dalam air. Pada saat dalam kondisi aerobik, oksigen memiliki peran penting dalam mengoksidasi bahan organik dan anorganik, menghasilkan nutrisi yang kemudian berkontribusi pada peningkatan kesuburan perairan, selain itu oksigen juga berfungsi dalam mereduksi senyawa kimia kompleks menjadi sederhana yang berbentuk nutrisi dan gas (Ningrum, 2018).

2.5.3 Nitrat

Nitrat adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat berasal dari amonium yang masuk ke dalam badan sungai terutama melalui limbah domestik. Konsentrasinya di dalam sungai akan semakin berkurang bila semakin jauh dari titik pembuangan. Nitrat dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan perairan. Pada perairan oligotrofik kadar nitrat 0-1 mg/L, perairan mesotrofik kadar nitrat 1-5 mg/L dan perairan eutrofik kadar nitrat 5-50 mg/L (Wibowo et al., 2015).

Nitrat masuk ke dalam sungai akibat pembuangan kotoran yang mengandung amonia. Faktor lain yang berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi nitrat meliputi pembusukan sisa tanaman dan hewan, limbah industri serta kotoran hewan. Meskipun nitrat berperan sebagai sumber nitrogen penting bagi kehidupan tumbuhan dan hewan, keberadaannya dalam jumlah berlebih dapat menurunkan kualitas air dan mengurangi kadar oksigen terlarut (Soegianto, 2015).

2.5.4 Fosfat

Fosfat merupakan unsur penting yang berperan dalam mendukung metabolisme serta pertumbuhan fitoplankton dan biota perairan (Hamuna et al., 2018). Sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, baku mutu kadar fosfat dalam mendukung kehidupan organisme sekitar 0,008-0,015 mg/L (Devi et al., 2019). Zat hara dihasilkan dari proses pelapukan atau dekomposisi tumbuhan serta sisa organisme perairan yang telah mati, jika kadar fosfat dalam perairan melebihi ambang batas, dapat mengakibatkan eutrofikasi.

Kadar fosfat di perairan bervariasi tergantung pada beberapa faktor, termasuk sumber fosfat, aktivitas biologis, interaksi dengan sedimen dan kondisi fisik kimia perairan. Sumber fosfat dibagi menjadi dua sumber alamiah dan antropogenik. Fosfat secara alami masuk ke perairan melalui pelapukan batuan, tanah dan erosi. Sumber alamiah ini biasanya menghasilkan kadar fosfat yang relatif rendah, sedangkan sumber antropogenik berasal dari aktivitas manusia seperti pertanian (penggunaan pupuk fosfat), limbah domestik dan industri dapat meningkatkan kadar fosfat di perairan cenderung sering menyebabkan peningkatan signifikan dalam kadar fosfat, terutama di daerah yang padat penduduk atau dekat dengan lahan pertanian dan perkebunan. Kadar fosfat di perairan dibagi menjadi 5 yaitu, tidak subur berkisar antara 0-0,002 mg/L, kurang subur berkisar antara 0,0021-0,050 mg/L, cukup subur 0,051-0,100 mg/L, subur berkisar antara 0,101-0,200 mg/L dan sangat subur lebih dari 0,200 mg/L sangat subur. Fosfat berperan penting dalam pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton (Patty et al., 2015).

2.6 Parameter Biologi

Parameter biologi merupakan karakteristik biologi dari air yang dapat diukur dan dianalisis untuk menentukan kualitas air dan kesehatan ekosistem akuatik. Parameter ini berkaitan dengan kehidupan organisme yang ada di dalam air, termasuk mikroorganisme, plankton, tumbuhan air dan fauna akuatik.

2.6.1 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan organisme mikroskopis bersel tunggal yang melayang di dalam air dan memiliki kemampuan untuk berfotosintesis. Karena ukurannya yang sangat kecil, fitoplankton tidak dapat terlihat secara langsung oleh mata manusia, tetapi dapat diamati menggunakan mikroskop. Fitoplankton biasanya berukuran 2-200 μm ($1 \mu\text{m}=0,001 \text{ mm}$). Fitoplankton lebih banyak ditemukan di zona eufotik karena intensitas cahaya di area ini cukup mendukung proses fotosintesis. Sebagai produsen primer, fitoplankton berperan dalam menyediakan sumber makanan bagi biota perairan. Fitoplankton dapat menjadi tanda karakteristik

kondisi perairan dalam keadaan baik atau buruk, pola penyebaran fitoplankton dalam perairan dapat mengalami pergerakan baik secara horizontal maupun vertikal (Xiong et al., 2020).

Fitoplankton berperan sebagai produsen primer dalam ekosistem perairan, menjadi sumber utama bagi kelangsungan hidup berbagai organisme hewan. Selain itu, fitoplankton berkontribusi dalam produksi oksigen, baik secara langsung maupun tidak langsung, serta berfungsi sebagai makanan utama bagi konsumen primer seperti zooplankton. Pertumbuhan fitoplankton sangat terpengaruh terhadap populasi zooplankton ketika populasi zooplankton menurun, fitoplankton cenderung berkembang dengan lebih cepat. Sebagai organisme autotrof, fitoplankton membangun struktur tubuhnya dengan mengonversi elemen-elemen anorganik menjadi zat organik, memanfaatkan karbon dari CO₂ dan energi dari sinar matahari melalui proses fotosintesis. Fitoplankton dapat digunakan sebagai indikator terhadap kategori kesuburan perairan maupun sebagai indikator perairan yang tercemar atau tidak tercemar, karena kondisi kualitas perairan memengaruhi kehidupan fitoplankton (Syafriani & Apriadi, 2018). Kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh curah hujan dan arus air. Curah hujan dapat menyebabkan pengenceran air, penurunan salinitas serta peningkatan pasokan unsur hara dari daratan yang terbawa aliran sungai. Pada musim hujan, kelimpahan plankton cenderung meningkat. Tingginya kelimpahan fitoplankton menandakan produktivitas primer yang tinggi di suatu perairan.

Menurut Potharaju et al. (2024), fitoplankton dibedakan menjadi lima:

1. Chlorophyceae (alga hijau) adalah jenis fitoplankton yang dapat ditemukan di perairan tawar, payau dan laut. Kelompok ini memiliki kloroplas berwarna hijau yang mengandung klorofil a dan b serta *karotenoid*. Chlorophyceae tersusun dalam bentuk koloni sel yang bercabang menyerupai benang. Alga hijau memainkan peran penting dalam ekosistem akuatik sebagai produsen primer, menghasilkan energi melalui fotosintesis dan melepaskan oksigen sebagai produk sampingan. Klorofil a dan b merupakan pigmen fotosintetik utama dalam Chlorophyceae, yang memberikan warna hijau khas mereka. Selain klorofil, mereka juga dapat memiliki pigmen lain seperti *karotenoid* dan *xantofil*. Chlorophyceae memiliki berbagai adaptasi untuk reproduksi yang mencakup reproduksi aseksual melalui

pembelahan sel atau spora, serta reproduksi seksual yang melibatkan pembentukan gamet. Beberapa alga hijau juga menunjukkan siklus hidup yang kompleks yang melibatkan peralihan antara fase seksual dan aseksual. Secara ekologis, mereka berkontribusi pada fiksasi karbon dan dapat berperan dalam menyeimbangkan nutrisi dalam ekosistem perairan. Selain itu, alga hijau juga digunakan dalam aplikasi bioteknologi, termasuk biofuel dan sebagai sumber nutrisi dalam industri makanan dan pakan.

2. Diatom (Bacillariophyceae) merupakan mikroalga uniseluler dengan bentuk tubuh seperti gelas dan terbuat dari silika unik yang disebut *frustule* yang terhidrasi (*silicon dioxide*) dan tertanam dalam matriks organik. Kelompok diatom merupakan fitoplankton yang sering dijumpai dalam perairan. Reproduksi diatom terutama bersifat aseksual melalui pembelahan sel, tetapi reproduksi seksual juga dapat terjadi, biasanya sebagai respons terhadap stres lingkungan atau ketika nutrisi terbatas. Uniknya, karena sifat dinding selnya yang kaku, setiap pembelahan sel menghasilkan satu sel anak yang sedikit lebih kecil dari sel induk, yang pada akhirnya membatasi populasi kecuali terjadi reproduksi seksual untuk mengembalikan ukuran sel. Diatom tidak hanya penting secara ekologis, tetapi juga memiliki berbagai aplikasi praktis termasuk sebagai indikator kualitas air, dalam studi paleoklimatologi melalui analisis sedimen diatom, bahkan potensial dalam nanoteknologi dan desain bahan berkat struktur mikroskopis dinding selnya.

3. Cyanophyceae dikenal juga sebagai sianobakteri jenis plankton yang dominan memiliki pigmen hijau kebiruan, sehingga sering disebut sebagai alga hijau-biru. Kelompok ini mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, termasuk danau, sungai, laut serta perairan ekstrem dengan tingkat keasaman dan suhu tinggi. Salah satu ciri khas sianobakteri adalah mereka tidak memiliki membran inti yang terdefinisi DNA mereka tersebar dalam sitoplasma dalam wilayah yang disebut *nukleoid*. Banyak sianobakteri juga memiliki vesikel gas yang memungkinkan mereka mengatur daya apung dalam kolom air, serta struktur yang disebut akinete (spora yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk) dan *heterosista* (sel khusus untuk fiksasi nitrogen atmosfer). Dalam ekologi, Cyanophyceae berperan besar dalam siklus nutrisi, terutama dalam fiksasi nitrogen, yang sangat penting untuk ekosistem yang kekurangan nutrisi.

4. Dinoflagellata (Dinophyceae) merupakan plankton dari kelas Dinophyceae dapat beradaptasi di berbagai habitat, termasuk perairan tawar, salju terestrial, lumpur, es Antartika hingga perairan laut. Kelimpahan Dinoflagellata yang tinggi dalam suatu perairan berpotensi menimbulkan keracunan bagi biota akuatik di sekitarnya. Sel-sel Dinoflagellata umumnya memiliki dua flagela yang berperan dalam pergerakan mereka. Salah satu flagela mengelilingi selnya dalam alur *longitudinal* dan yang lain berada dalam alur *transversal*, membantu mereka berputar dan bergerak maju. Struktur unik ini memberikan karakteristik gerakan berputar yang khas. Dinoflagellata memiliki morfologi yang sangat bervariasi dan sering kali memiliki dinding sel yang kuat dengan pelat seluler yang terbuat dari selulosa, membentuk apa yang disebut sebagai *theca*. Banyak Dinoflagellata yang mampu melakukan fotosintesis karena mereka memiliki klorofil a dan c, serta pigmen tambahan seperti *peridinin* yang membantu dalam penyerapan cahaya.

5. Euglenaphyceae organisme uniseluler yang mengandung klorofil, sehingga mampu melakukan fotosintesis. Kelompok ini umumnya ditemukan di perairan dengan kandungan bahan organik tinggi. Dalam bentuk kista, Euglenaphyceae dapat menutupi permukaan air tenang dengan warna merah, hijau atau kuning. Salah satu ciri khas dari Euglenaphyceae adalah keberadaan flagela, biasanya satu atau dua yang digunakan untuk bergerak. Flagela ini muncul dari sebuah kantong di ujung depan sel, yang dikenal sebagai *reservoir*. Mereka juga memiliki *pellicle* yang fleksibel, yaitu lapisan protein di bawah membran sel yang memungkinkan mereka untuk mengubah bentuk tubuhnya, sebuah fenomena yang disebut *metachronal wave* atau *euglenoid movement*. Dalam hal nutrisi, Euglenaphyceae bisa bersifat autotrofik atau heterotrofik. Banyak dari mereka memiliki *kloroplas* yang berisi klorofil a dan b, yang memungkinkan mereka untuk melakukan fotosintesis seperti tumbuhan. Namun, di kondisi tertentu, terutama ketika cahaya kurang mereka bisa beralih menjadi heterotrofik, mereka mengambil nutrisi organik dari lingkungan.

2.7 Struktur Komunitas

Struktur komunitas merupakan sebuah ilmu yang membahas komposisi spesies dalam suatu ekosistem (Fauziah et al., 2018). Struktur komunitas ekosistem perairan tawar terdiri dari berbagai jenis, termasuk plankton, bentos, nekton dan vegetasi akuatik. Komunitas plankton dalam ekosistem ini dipengaruhi oleh faktor kimia, fisika serta aktivitas manusia. Struktur Komunitas terdiri dari beberapa analisis indeks ekologi seperti kelimpahan fitoplankton, indeks keanekaragaman (*diversity index*), indeks keseragaman dan indeks dominansi.

a) Kelimpahan

Kelimpahan mengacu pada jumlah individu dari suatu spesies tertentu dalam suatu ekosistem atau habitat. Kelimpahan menunjukkan seberapa banyak spesies tersebut hadir dalam lingkungan tertentu. Kelimpahan bisa diukur dengan berbagai metode, seperti jumlah individu per unit area atau volume dan merupakan indikator penting dalam ekologi dinamika populasi.

b) Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman mengacu pada variasi kehidupan dalam suatu ekosistem, wilayah atau di seluruh bumi. Ini mencakup keanekaragaman spesies (jumlah dan jenis spesies yang berbeda), keanekaragaman genetik (variasi gen dalam suatu populasi atau spesies) dan keanekaragaman ekosistem (variasi habitat, komunitas dan proses ekologi).

c) Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman mengacu pada distribusi relatif dari individu di antara spesies yang berbeda dalam suatu komunitas atau ekosistem, seberapa merata individu tersebar di antara spesies yang ada. Tingkat keseragaman yang tinggi menunjukkan individu-individu dalam komunitas tersebut didistribusikan secara lebih merata di antara berbagai spesies, sedangkan keseragaman yang rendah menunjukkan bahwa beberapa spesies lebih dominan dalam jumlah individu dibandingkan spesies lainnya

d) **Indeks Dominansi**

Indeks dominansi mengacu pada pengaruh atau keberadaan satu atau beberapa spesies yang lebih besar dibandingkan spesies lainnya dalam suatu komunitas ekologi. Spesies yang dominan biasanya memiliki kelimpahan yang tinggi dan memainkan peran kunci dalam struktur dan fungsi ekosistem.

Komunitas dengan indeks keanekaragaman spesies tinggi akan terjadi proses interaksi spesies seperti rantai makanan, predasi dan kompetisi sehingga terjadi kestabilan dalam suatu komunitas, sebaliknya apabila tingkan indeks dominansi lebih tinggi maka terjadi ketidakstabilan ekosistem dalam proses interaksi spesies (Latuconsina, 2016).

2.8 Bioindikator

Bioindikator adalah komponen biotik dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisika, kimia, dan biologi dari satu perairan. Bioindikator berasal dari dua kata yaitu bio dan *indicato*, bio artinya makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan dan mikroba. Bioindikator alami merupakan alat yang sangat berguna untuk mengevaluasi kondisi kesehatan lingkungan serta mendeteksi perubahan dalam lingkungan, baik yang bersifat positif maupun negatif dan efek-efek yang ditimbulkannya terhadap masyarakat manusia. Keberadaan bioindikator di lingkungan ditentukan oleh beberapa faktor penting seperti penyebaran cahaya, kualitas air, suhu dan keberadaan padatan tersuspensi. Melalui penerapan Bioindikator kita dapat memprediksi keadaan alami suatu wilayah tertentu atau tingkat/tingkat kontaminasi (Khatri & Tyagi, 2015).

2.9 Indeks Saprofik

Indeks Saprofik merupakan indeks yang digunakan untuk mengetahui status pencemaran organik pada perairan. Indeks Saprofik adalah ukuran yang digunakan untuk menilai kualitas air berdasarkan kehadiran dan kelimpahan organisme tertentu yang hidup di dalamnya, khususnya yang responsif terhadap jenis dan tingkat polusi organik. Indeks ini mengklasifikasikan organisme berdasarkan

toleransinya terhadap polusi organik, mengelompokkannya ke dalam kategori yang berbeda, seperti oligosaproba (toleran terhadap polusi rendah), mesosaproba (toleran terhadap polusi sedang) dan polysaproba (toleran terhadap polusi tinggi). Dengan menggunakan skor yang ditetapkan untuk masing-masing organisme berdasarkan kepekaannya terhadap polusi, Indeks Saprobik dihitung untuk memberikan penilaian yang representatif tentang kondisi keseluruhan dari badan air. Nilai indeks ini memberikan wawasan tentang tingkat polusi organik di perairan, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat pencemaran yang lebih besar. Indeks ini sangat berguna untuk memonitor dan mengelola kualitas air, serta dalam penelitian ekologis dan lingkungan. Indeks Saprobitas dijadikan sebagai penentuan tingkat pencemaran suatu perairan yang dilihat dari organisme penyusun tingkatan saprobitas. Nilai indeks dihitung berdasarkan jumlah spesies fitoplankton pada masing-masing tingkatan saprobitas. Indeks ini menggunakan keberadaan organisme yang hadir di perairan untuk menentukan status perairan (Dresscher & Mark, 1976).

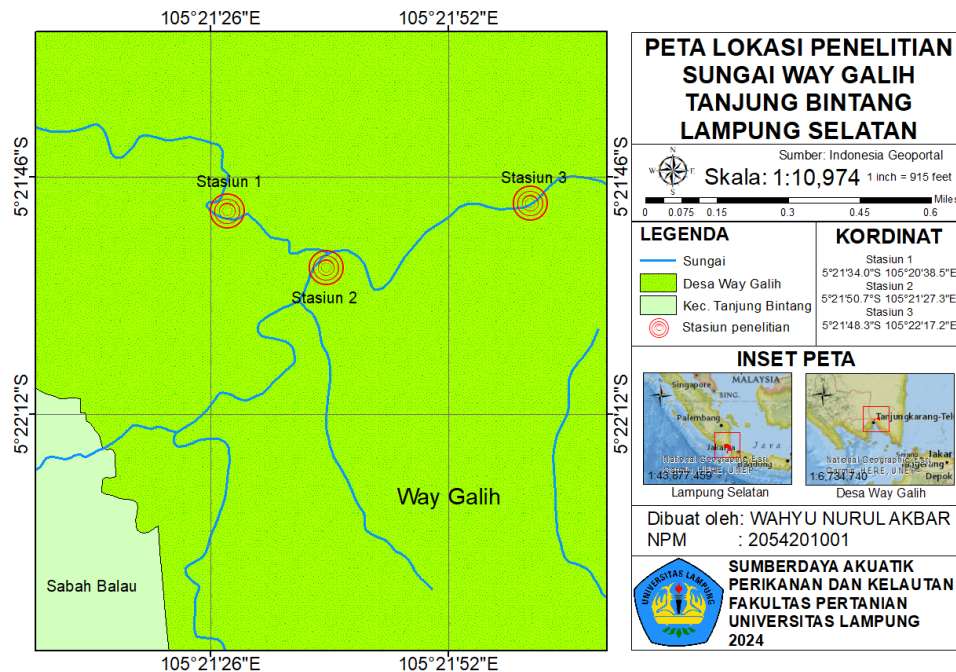
2.10 Indeks Nygaard

Indeks Nygaard adalah metode yang digunakan untuk menilai tingkat trofik atau kesuburan perairan berdasarkan komposisi dan kelimpahan fitoplankton. Metode ini dikembangkan oleh G. Nygaard seorang ahli limnologi, untuk membantu mekategorikan badan air berdasarkan tingkat produktivitasnya yang ditandai oleh konsentrasi dan distribusi fitoplankton. Indeks Nygaard memfokuskan pada analisis komunitas fitoplankton, dengan mengelompokkan spesies yang ada ke dalam kategori ekologi tertentu yang menunjukkan kondisi nutrien dan tingkat kesuburan perairan. Spesies fitoplankton dipilih dan dinilai berdasarkan preferensi nutrisi mereka, kemampuan untuk berkembang di lingkungan tertentu dan respons mereka terhadap kondisi eutrofik atau oligotrofik. Penentuan tingkat pencemaran berdasarkan fitoplankton dengan menggunakan Indeks Nygaard melibatkan pengamatan dan analisis terhadap komposisi dan distribusi fitoplankton di suatu perairan (Rawson, 1956).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2024. Berlokasi di perairan Sungai Way Galih, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai dengan bulan Juli tahun 2024, terdiri dari pengambilan sampel dan analisis di laboratorium

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Sungai Way Galih, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan. Pengambilan sampel Sampel fito-plankton dianalisis di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Universitas Lampung. Sampel air dianalisis di Laboratorium Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung (BBPBL) dan Laboratorium Dinas Kesehatan Lampung. Lokasi dibagi menjadi tiga stasiun dengan tiga titik lokasi dengan karakteristik yang berbeda namun secara garis besar merupakan daerah perkebunan karet. Stasiun 1 merupakan daerah perkebunan dan Stasiun Tanki Latex (STL), stasiun 2 merupakan daerah permukiman dan stasiun 3 merupakan daerah perkebunan dan pertanian.

Tabel 1. Stasiun pengambilan sampel

Stasiun	Titik Koordinat	Keterangan
1	5°21'34.0"S 105°20'38.5"E	Stasiun 1 merupakan stasiun yang berbatasan langsung dengan perkebunan karet dan terdapat tempat untuk mengumpulkan hasil karet /stasiun tanki latex. Arus sungai lambat.
2	5°21'50.7"S 105°21'27.3"E	Stasiun 2 berbatasan dengan permukiman, di stasiun terdapat banyak sampah rumah tangga dan arus sungai lambat.
3	5°21'48.3"S 105°22'17.2"E	Stasiun 3 merupakan stasiun dengan arus yang deras, stasiun ini mempunyai karakteristik bebatuan dan di lokasinya dekat dengan perkebunan dan pertanian

3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini digunakan di lapangan dan di laboratorium.

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah lugol 4% yang digunakan untuk mengawetkan fitoplankton dan akuades untuk mengkalibrasi alat sebelum atau sesudah digunakan.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini beserta fungsinya dicantumkan pada tabel 2.

Tabel 2. Alat penelitian

Alat	Spesifikasi	Fungsi
<i>Plankton net</i>	25 μ m	Mengambil sampel plankton
Botol sampel	-	Sebagai tempat sampel
Kamera	Ponsel	Mengambil dokumentasi
<i>Stopwatch</i>	Ponsel	Mengukur durasi waktu
Termometer	-	Mengukur suhu
pH meter	pH meter digital	Mengukur derajat keasaman
<i>Secchi disk</i>	-	Mengukur kecerahan
DO meter	Lutron DO-5510	Mengukur oksigen terlarut
Bola duga	Botol yang diikat tali	Mengukur kecepatan arus
Ember plastik	10 liter	Mengambil air sungai
<i>Cool box</i>	-	Sebagai tempat penyimpanan sampel
Buku identifikasi	Indriyawati et al., 2020	Sebagai acuan identifikasi
Alat tulis	-	Untuk mencatat data
Pipet tetes	-	Mengambil setetes sampel
Mikroskop	Olympus Leica	Pengamatan fitoplankton
<i>Sedgewick Rafter-counting Cell as objek (SRC)</i>	SR-130	Tempat sampel fitoplankton saat analisis di mikroskop
<i>Cover glass</i>	1000 mm	Untuk menutup SRC
Kertas saring	1,5 μ m	Untuk menyaring sampel TSS
Oven	Digital drying PRIO	Untuk mengoven kertas saring
Timbangan analitik	TL Series	Untuk menimbang kertas saring
Corong	PYREX	Media untuk menyaring sampel TSS
Erlenmeyer	PYREX	Tempat menampung sampel TSS
Label	-	Menandakan sampel

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain korelasional untuk menguji hubungan fitoplankton dengan parameter kualitas air. Populasi penelitian ini menggunakan sampel fitoplankton, sampel diambil menggunakan teknik *random sampling*. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali lalu sampel yang diambil di analisis di laboratorium. Penentuan stasiun pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan yang mewakili di perairan Sungai Way Galih.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini ialah pengambilan sampel fitoplankton dan identifikasi fitoplankton. Lalu pengukuran parameter kualitas air yaitu fisika dan kimia.

3.4.1 Pengambilan Sampel Fitoplankton

Pengambilan sampel plankton pada penelitian ini dilakukan sebanyak 2 kali selama 2 bulan. Pada setiap stasiun sampel air diambil menggunakan ember 10 liter yang dimasukkan ke dalam air sungai sebelum menyentuh dasar sungai sebanyak 100 liter, lalu disaring dengan plankton net. Sampel yang terkumpul dalam tabung penampung (*bucket*) dipindahkan ke botol sampel berlabel, kemudian diawetkan dengan lugol. Pengawetan ini bertujuan untuk menghentikan pertumbuhan fitoplankton agar tidak berkembang biak dalam botol sampel, sehingga memudahkan proses pengamatan. Selanjutnya, sampel disimpan dalam *cool box* sebelum dibawa ke Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung, untuk diidentifikasi.

3.4.2 Identifikasi Sampel

Identifikasi sampel fitoplankton dan TSS dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Universitas Lampung. Identifikasi dilakukan dengan mengacu pada buku panduan identifikasi. Buku identifikasi bertujuan untuk menentukan morfologi dari plankton seperti bentuk, warna dan alat gerak. Sebelum sampel diidentifikasi, sampel plankton dilakukan homogenisasi agar tidak ada yang mengendap di dasar botol sampel. Kemudian sampel air diambil menggunakan pipet tetes dan diletakkan di SCR lalu ditutup dengan gelas penutup kemudian diamati menggunakan mikroskop hingga perbesaran 400 kali.

3.4.3 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan secara langsung bersamaan dengan pengambilan sampel fitoplankton. Analisis TSS dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan Perairan. Analisis nitrat dan fosfat dilakukan di Laboratorium Balai Budidaya Laut Lampung dan Laboratorium Dinas Kesehatan Lampung. Parameter air yang diukur secara langsung meliputi suhu, kece-
rahan, kecepatan arus, derajat keasaman dan oksigen terlarut. Adapun prosedur pengukuran parameter-parameter tersebut sebagai berikut:

a) Suhu

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer yang diikat menggunakan tali. Tujuan tali di termometer ini ialah agar saat pengukuran tidak ter-
pengaruh oleh suhu tubuh pengukur. Cara pengukuran suhu ini ialah termometer dimasukkan ke dalam perairan, kemudian dидiamkan selama beberapa menit dan dicatat keteranganya sesuai yang terlihat pada garis merah di termometer setelah indikator suhu stabil (Pingki & Sudarti, 2021). Pengukuran suhu dilakukan dengan cara membelakangi matahari sehingga nilai suhu tidak akan terganggu oleh panas dari sinar matahari.

b) Kecepatan arus

Pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menggunakan botol yang diikat menggunakan tali yang sudah diukur panjangnya. Cara pengukuran kecepatan arus adalah melepaskan botol yang sudah diikat dengan tali yang sudah diukur ke perairan, setelah itu hidupkan *stopwatch*, setelah itu dihitung menggunakan rumus. Prinsip kerja alat ini dengan menggunakan metode Lagrange dilakukan dengan pengamatan gerakan massa air permukaan dalam rentang waktu tertentu menggunakan pelampung (Hernomo et al., 2015), kecepatan arus dihitung dengan persamaan berikut:

$$v = \frac{s}{t}$$

Keterangan:

- v = Kecepatan arus (m/s)
- s = Jarak yang ditempuh (m)
- t = Waktu yang diperlukan (s)

c) Kecerahan

Pengukuran kecerahan air dilakukan menggunakan *secchi disk* dengan menurunkannya perlahan ke dalam air sambil mengamati perubahan warna. Ketika bagian putih tidak lagi dapat dibedakan dari warna hitam, kedalaman tali yang masuk ke dalam air dicatat. Setelah itu, *secchi disk* diturunkan sedikit lebih dalam, kemudian perlahan ditarik ke atas. Saat warna putih kembali terlihat, nilai kedalaman kembali dicatat (Pingki & Sudarti, 2021). Kecerahan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$K = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan:

- K = Kecerahan (m)
- d1 = Kedalaman *secchi disk* saat tidak terlihat (m)
- d2 = Kedalaman *secchi disk* saat terlihat kembali (m)

d) Total padatan tersuspensi (TSS)

Pengambilan sampel air dilakukan dengan botol sampel yang dimasukan kedalam air dari permukaan air. Cara pengukurannya ialah pertama oven kertas saring selama 1 jam setelah itu ditimbang lalu sampel air di saring menggunakan kertas saring yang sudah di oven tadi setelah tersaring, masukan kertas saring tadi kedalam oven dan timbang. Lalu dihitung dengan rumus perhitungan TSS menurut SNI 066989-3 tahun 2004 sebagai berikut:

$$TSS = \frac{(a - b) \times 1000}{v}$$

Keterangan:

TSS = Total padatan tersuspensi (mg/L)

a = Berat kertas saring + residu kering (mg)

b = Berat kertas saring (mg)

v = Volume contoh uji (mL)

e) Derajat keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter digital. pH meter digital lebih akurat dibandingkan pH *papper*. Cara pengukurannya adalah pH meter yang telah dikalibrasi dimasukan kedalam perairan. Kemudian pH meter didiamkan beberapa saat hingga mendapat hasil angka yang stabil pada pH meter (Pingki & Sudarti, 2021).

f) Oksigen terlarut (DO)

Pengukuran DO dilakukan menggunakan DO meter. Sebelum digunakan, alat ini dikalibrasi sesuai prosedur standar. Sensor kemudian dicelupkan ke dalam perairan dan dibiarkan beberapa saat hingga angka pada layar digital stabil sebelum hasilnya dicatat skala nilai yang ditunjukkan dalam satuan mg/L (Tahir, 2016).

g) Nitrat

Analisis kadar nitrat yang terdapat dalam air berkisar 0,1 mg/L sampai dengan 2,0 mg/L dilakukan dengan metode berdasarkan SNI 06-2480-1991. Metode ini menggunakan larutan campuran brusin-asam sulfanilat dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

h) Fosfat

Langkah pertama yang dilakukan saat analisis kadar fosfat adalah membuat kurva kalibrasi. Selanjutnya dilakukan metode berdasarkan SNI 06-6989.31-2005 dengan langkah terakhir yaitu memasukkan sampel ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 880 nm.

3.5 Analisis Data

Dari data yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis untuk mengukur kelimpahan plankton, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi dengan persamaan sebagai berikut:

a) Kelimpahan fitoplankton

Kelimpahan plankton dinyatakan dalam jumlah sel/Liter dihitung menggunakan rumus APHA (2005), sebagai berikut:

$$N = n \times \frac{V_t}{V_0} \times \frac{A_{cg}}{A_a} \times \frac{1}{V_d}$$

Keterangan:

N = Kelimpahan plankton (sel/L)

n = Jumlah fitoplankton yang terlihat (sel)

V_t = Volume sampel fitoplankton (mL)

V₀ = Volume sampel dalam SRC (mL)

A_{cg} = Luas SRC yang diamati (mm²)

A_a = Luas gelas penutup (mm²)

V_d = Volume air yang disaring (L) → (m³)

b) Indeks Keanekaragaman

Analisis indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui banyaknya jenis dalam satu kelompok. Menurut Odum (1993), rumus Shanon-Wiener digunakan untuk menghitung indeks ini dengan rumus:

$$H' = \sum_{i=1}^n (p_i) (\ln p_i) \rightarrow p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener

S = Jumlah jenis

N_i = Jumlah individu jenis i

N = Jumlah total individu

Nilai indeks keanekaragaman menurut Parsons et al. (1984) dikategorikan sebagai berikut :

$0 < H' < 1$ = Keanekaragaman rendah dan tercemar berat

$1 \leq H' \leq 3$ = Keanekaragaman sedang dan tercemar sedang

$H' > 3$ = Keanekaragaman tinggi dan komunitas stabil

c) Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman digunakan untuk mengetahui persebaran biota. Menurut Odum (1993), Rumus Shannon-Wiener digunakan untuk mengetahui nilai keseragaman adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener

$H_{maks} = \ln S$

S = Jumlah jenis

Nilai indeks keseragaman berkisar antara 0 hingga 1. Apabila $E < 0,4$ diartikan sebagai keseragaman jenis rendah. Apabila $0,4 \leq E \leq 0,6$ diartikan sebagai keseragaman jenis sedang, dan apabila $E > 0,6$ diartikan sebagai keseragaman jenis tinggi (Poole, 1974).

d) Indeks Dominansi

Indeks dominansi berfungsi mengetahui kelompok yang mendominasi di suatu komunitas. Menurut Odum (1993), Indeks dominansi dihitung dengan menggunakan rumus Simpson:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi simpson

n_i = Jumlah individu jenis I (Ind/L)

N = Jumlah total plankter tiap titik pengambilan sampel (Ind/L)

Nilai Indeks dominansi dikategorikan sebagai berikut:

$0 < D \leq 0,5$ = Tidak ada dominansi/dominansi rendah

$0,5 < D \leq 0,75$ = Ada yang mulai mendominasi jumlahnya tidak banyak/sedang

$0,75 < D \leq 1$ = Ada dominansi jenis tertentu yang banyak/dominansi tinggi

f) Indeks Saprobias

Indeks saprobias digunakan untuk menghitung tingkat pencemaran organik, tingkat pencemaran organik dengan menilai komposisi dan kelimpahan organisme saprofit yang ada di air. Tingkat pencemaran organik adalah ukuran seberapa banyak bahan organik yang mencemari suatu badan air dan digunakan analisis trosap yang nilainya ditentukan dari Saprobik Indeks (SI) dihitung dengan menggunakan rumus Dresscher & Mark (1976):

$$SI = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D}$$

Keterangan:

SI = Saprobik Indeks

A = Jumlah Spesies Organisme Polisaprobik

B = Jumlah Spesies Organisme α -Mesosaprobik

C = Jumlah Spesies Organisme β -Mesosaprobik

D = Jumlah Spesies Organisme Oligosaprobik

Tabel 3. Hubungan antara saprobitas perairan dengan tingkat pencemaran perairan

Bahan pencemar	Tingkat Pencemar	Fase Saprofik	Indeks Saprofik (x)
Banyak senyawa organik	Sangat Tinggi	Polysaprofik	-3,0 s/d - 2,0
		Poly/ α -mesosaprofik	-2,0 s/d -1,5
Senyawa organik dan anorganik	Cukup Tinggi	α -meso/polysaprofik	-1,5 s/d -1,0
		α -mesosaprofik	-1,0 s/d -0,5
Sedikit senyawa organik dan anorganik	Sedang	α/β -mesosaprofik	-0,5 s/d 0,0
		β/α -mesosaprofik	0,0 s/d +0,5
	Rendah	β -mesosaprofik	+0,5 s/d +1,0
		β -meso/oligosaprofik	+1,0 s/d +1,5
	Sangat Rendah	Oligo/ β -mesosaprofik	+1,5 s/d +2,0
		Oligosaprofik	+2,0 s/d +3,0

Sumber: Dresscher & Mark (1976)

Keterangan:

- Fase Saprofik : fase perombakan (dekomposisi) bahan-bahan organik.
 Polisaprofik : fase yang dilakukan oleh banyak jenis jasad renik.
 α Mesosaprofik : fase saprofik yang berlangsung pada tahap awal (bakteri).
 β Mesosaprofik : fase yang pada tahap lanjut oleh kelompok ciliata.
 Oligosaprofik : fase yang dilakukan oleh beberapa jasad renik.

Tabel 4. Kelompok penyusun saprobitas

Kelompok Saprobitas	Organisme Penyusun	
Polysaprofik (A)	<i>Zoogla ramigera</i>	<i>Spirullina jenneri</i>
	<i>Chromatium okenii</i>	<i>Enchelys caudate</i>
	<i>Paludosa Trigonomonas</i>	<i>Glaucoma scintilans</i>
	<i>Compresa Beggiota alba</i>	<i>Trimyema compresa</i>
	<i>Bodoputrisnus</i>	<i>Metopus</i>
	<i>Streptococcus margariticus</i>	<i>Saprodenium dentatum</i>
	<i>Hexotrica caudate</i>	<i>Vorticella microstoma</i>
	<i>Sphaerotilus oxaliferum</i>	<i>Rotary neptunia</i>
	<i>Acrhomatium oxaliferum</i>	<i>Larva of eriscalis</i>
	<i>Chlorobacterium agregatum</i>	<i>Colpidium colpoda</i>
	<i>Tetramitus pyriformis</i>	<i>Lamprocystis rose</i>
	<i>Ascillatoria putrida</i>	<i>Bidullphia</i>
	<i>Caenomopha medusula</i>	<i>Clamydomnas</i>
	<i>Euglena viridis</i>	<i>Pelomixa palustris</i>

Tabel 4. Kelompok penyusun saprobitas (lanjutan)

Kelompok Saprobitas	Organisme Penyusun	
Mesosaprobik α (B)	<i>Lenamitus lacteus</i>	<i>Closterium uncinata</i>
	<i>Oscillatoria Formosa</i>	<i>Closterium acresum</i>
	<i>Nitzschia palaea</i>	<i>Anthophsa vegetans</i>
	<i>Chilomonas paramecium</i>	<i>Vorticella convulararis</i>
	<i>Hantzchia amphioxys</i>	<i>Stratopsis chamaelon</i>
	<i>Stephanodiscus</i>	<i>Coelastrum</i>
	<i>Stentor coerolus</i>	<i>Chaetoceros</i>
	<i>Spirostomum ambigum</i>	<i>Rhizosolenia Navicula</i>
	<i>Uronema marinum</i>	<i>Eudorina</i>
	<i>Chilodenella uncinata</i>	
Mesosaprobik β (C)	<i>Asterionella Formosa</i>	<i>Cladophora erispate</i>
	<i>Oscillatoria rubescens</i>	<i>Spyrogira crassa</i>
	<i>Oscillatoria redeksii</i>	<i>Uroglena volvox</i>
	<i>Melosira varians</i>	<i>Branchionus ureus</i>
	<i>Colleps hirtus</i>	<i>Actyospharium eichorni</i>
	<i>Scenedesmus caudricaudata</i>	<i>Nauplius</i>
	<i>Aspesdisca lynceus</i>	<i>Anabaena</i>
	<i>Synura uvella</i>	<i>Hidrocillus</i>
	<i>Tabellaria fenestrata</i>	<i>Ceratium</i>
	<i>Paramecium bursaria</i>	
Oligosaprobik (D)	<i>Cyclotella bodanica</i>	<i>Clodophora glomera</i>
	<i>Synedra acus var</i>	<i>Eastrum oblongum</i>
	<i>Holteria cirrivera</i>	<i>Fontilus antipyrotica</i>
	<i>Holopedium gebberum</i>	<i>Notholca longispina</i>
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	<i>Skeletonema</i>
	<i>Bibochaesta mirabilis</i>	<i>Pinnularia</i>
	<i>Strombidinopsis</i>	<i>Ulotrix zonata</i>
	<i>Staurostrum puntulatum</i>	<i>Vorticella nebulivera</i>

Dresscher dan Mark (1976)

g) Indeks Nygaard

Menurut (Rawson, 1956), perhitungan Indeks Nygaard (In) tersebut didasarkan pada komposisi jumlah jenis fitoplankton. Komposisi jenis fitoplankton yang diamati dalam perhitungan Indeks Nygaard adalah jenis dari kelas *Myxophyceae* (*Cyanophyceae* atau alga biru hijau), ordo *Chlorococcales* (*Chlorophyceae* atau alga hijau), ordo *Centric diatom* (*Bacillariophyceae*), divisi *Euglenophyceae* (*Euglena*) dan kelas *Desmidiaceae* (*Zygnematophyceae* atau desmid). Rumus Indeks Nygaard sebagai berikut:

$$In = \frac{\text{Jumlah jenis myxophyceae} + \text{chlorococcales} + \text{centric diatom} + \text{euglenophyta}}{\text{Jumlah jenis desmidiacea}}$$

Kriteria penentuan status trofik dengan Indeks Nygaard:

$In < 1$ = oligotrofik

$1 \leq In \leq 2,5$ = mesotrofik atau eutrofik ringan

$In > 2,5$ = eutrofik

h) Analisis PCA

Analisis hubungan antara fitoplankton dan kualitas air bertujuan untuk mengidentifikasi parameter kualitas air yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Pendekatan ini dapat dilakukan menggunakan analisis komponen utama atau *principal component analysis* (PCA). Analisis Komponen Utama (PCA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengelompokkan variabel-variabel guna mengidentifikasi hubungan antar parameter. Metode ini juga berfungsi dalam mereduksi data sehingga dapat membentuk satu komponen utama Analisis Komponen Utama digunakan untuk mereduksi jumlah dimensi variabel menjadi lebih kecil, sehingga mempermudah interpretasi data tanpa menghilangkan informasi penting (Yulianto & Putriana, 2020). Analisis PCA dalam penelitian ini menggunakan software pengolah data.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Aliran Sungai Way Galih dapat disimpulkan bahwa:

1. Komposisi fitoplankton Sungai Way Galih terdiri dari 5 kelas yaitu Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cynophyceae, Dinophyceae dan Euglenophyceae, kelompok tertinggi pada genus yaitu *Calothrix* dari kelas Cynophyceae.
2. Berdasarkan hasil Indeks Saprobias di Sungai Way Galih pada stasiun 1 tercemar cukup tinggi, pada stasiun 2 tercemar sedang sampai cukup tinggi dan pada stasiun 3 tercemar cukup tinggi sampai tercemar sangat tinggi.
3. Hasil analisis Indeks Nygaard pada ketiga stasiun menunjukkan bahwa Sungai Way Galih termasuk dalam kategori eutrofik.

5.2 Saran

Penelitian ini dilakukan hanya pada 3 stasiun, penelitian lebih dari 3 stasiun pada penelitian-penelitian terbaru berikutnya di lokasi yang sama akan memberikan hasil data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriliandri, A., Hariyati, R., Soeprbowati, T. R., & Al Falah, M. H. (2024). Condition of the Progo River upstream in Temanggung Regency based on community structure and saprobic index of plankton. *Indonesian Journal of Limnology*, 5(2), 77-90. <https://doi.org/10.51264/inajl.v5i2.79>
- Alfionita, A. N. A., Patang, P., & Kaseng, E. S. (2019). Pengaruh eutrofikasi terhadap kualitas air di Sungai Jeneberang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 1(5), 9-23. <https://ojs.unm.ac.id/ptp/article/view/8190>
- Anggraini, A., Sudarsono, S., & Sukiya, S. (2016). Kelimpahan dan tingkat kesuburan plankton di perairan Sungai Bedog. *Jurnal Biologi*, 5(6), 1-9.
- APHA (American Public Health Association). (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater, 22nd edition*. American Public Health Association.
- Aramita, G. I., Zainuri, M., & Ismunarti, D. H. (2015). Pengaruh arus terhadap persebaran fitoplankton di perairan Morosari Demak. *Jurnal Oseanografi*, 4(1), 124-131. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/7670>
- Astuti, S. W., & Sinaga, M. S. (2015). Pengolahan limbah laundry menggunakan metode biosand filter untuk mendegradasi fosfat. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(2), 1-6. <https://talenta.usu.ac.id/jtk/article/view/1471>
- Azis, A., Nurgayah, W., & Salwiyah. (2020). Hubungan kualitas perairan perairan dengan kelimpahan fitoplankton di Perairan Koen, Kecamatan Palangga Selatan, Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sapa Laut*, 5(3), 221-234. <https://ojs.uho.ac.id/index.php/JSL/article/view/13452>
- Belladonna, M. (2017). Analisis tingkat pencemaran sungai akibat limbah industri karet di kabupaten Bengkulu Tengah. *Prosiding Semnastek, Bengkulu*, 2(4), 1-7. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1828>
- Boyd C. E. (2015). *Water quality*. Switzerland, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17446-4>

- Cantonati, M., Poikane, S., Pringle, C. M., Stevens, L. E., Turak, E., Heino, J., & Znachor, P. (2020). Characteristics, main impacts, and stewardship of natural and artificial freshwater environments: consequences for biodiversity conservation. *Journal of Water*, 12(1), 260. <https://doi.org/10.3390/w12010260>
- Damayanti, N. P. E., Karang, I. W. G. A., & Faiqoh, E. (2018). Tingkat pencemaran berdasarkan saprobitas plankton di perairan Pelabuhan Benoa, Kota Denpasar, Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1), 96-108. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jmas/article/view/34186>
- Devi, K. P. A., Dharma, I. G. B. S., & Putra, I. N. G. (2019). Struktur komunitas makrozoobenthos (infauna) pada kondisi padang lamun yang berbeda di kawasan Pantai Sanur, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 2(2), 23-28. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jmrt/article/view/43497/30705>
- Dionfriski, A., S. H, Siregar & I, Nurrachmi. (2021). Epipellic diatom community structure in the intertidal zone Mengkapan Waters, Apit River Distict, Siak Regency. *Journal of Coastal and Ocean Science*, 2(3): 207-216.
- Djajusman, S. A., Arifin, H. S., & Riani, E. (2020). Analisis kandungan padatan tersuspensi total berdasarkan karakteristik hujan di daerah aliran Sungai Ciliwung. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (JPST)*, 10(3), 352-363. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jpst/article/view/30041>
- Dresscher, T. G., & Mark, V. D. H. (1976). A simplified method for the biological assesment of the quality of fresh and slightly Brackish water. *Journal Hydrobiologia*, 48(3), 199-201. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00028691>
- Dzakwan, A. Z., Endrawati, H., & Ario, R. (2023). Analisis konsentrasi nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Sengkarang Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 12(4), 571-578. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.35259>
- Fadhil, M. Y., Hidayat, Y., Murti Laksono, K., & Baskoro, D. P. T. (2021). Perubahan penggunaan lahan dan karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 213-220. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/32558>

- Fatmawati, F. (2016). Analisis sedimentasi aliran Sungai Batang Sinamar bagian tengah di Kenagarian Koto Tuo, Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Geografi*, 8(2), 156-164.
<https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/geo/article/download/5845/5210>
- Fauziah, S., Komala, R., & Hadi, T. A. (2018). Struktur komunitas karang keras (bangsa *scleractinia*) di pulau yang berada di dalam dan di luar kawasan taman nasional, Kepulauan Seribu. *Jurnal Bioma*, 14(1), 1-9.
<https://doi.org/10.21009/Bioma.6>
- Ferial, E. W., & Salam, M. A. (2016). *Fikologi*. Erlangga.
- Gemilang, W. A., & Kusumah, G. (2017). Status indeks pencemaran perairan kawasan mangrove berdasarkan penilaian fisika-kimia di pesisir Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 13(2), 171-180.
<https://dx.doi.org/10.20527/es.v13i2.3919>
- Gurning, L. F. P., Nuraini, R. A. T., & Suryono, S. (2020). Kelimpahan fitoplankton penyebab harmful algal bloom di Perairan Desa Bedono, Demak. *Journal of Marine Research*, 9(3), 251-260.
- Gurning, R. H., Rochaddi, B., & Widada, S. (2016). Pengaruh arus terhadap muatan padatan tersuspensi di muara sungai dan sekitar Perairan Kesunean, Cirebon. *Journal of Oceanography*, 5(4), 512-522.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/16096>
- Hadiyanto, H., & Widayat, W. (2015). Biofiksasi CO₂ oleh mikroalga *Chlamydomonas* sp. dalam photobioreaktor tubular. *Reaktor*, 15(1), 37-42.
<https://doi.org/10.14710/reaktor.15.1.37-42>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., & Maury, H. (2018). Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35-43.
<http://doi.org/10.14710/jil.16.135-43>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., Suwito, S., & Maury, H. K. (2018). Konsentrasi amoniak, nitrat dan fosfat di perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 14(1), 8-15.
<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/article/view/4887>
- Hellen, A., Kisworo, K., & Rahardjo, D. (2020). Komunitas makroinvertebrata bentik sebagai bioindikator kualitas air Sungai Code. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 6(1), 294-303. <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/view/15847>

- Hernomo, A. D., Purwanto, P., & Marwoto, J. (2015). Pemodelan distribusi salinitas dan suhu permukaan laut perairan Selat Bali bagian Selatan pada Musim Timur. *Jurnal Oseanografi*, 4(1), 64-73.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/7658>
- Hidayat, D., Elvyra, R., & Fitmawati, F. (2015). Keanekaragaman plankton di Danau Simbad Desa Pulau Birandang Kecamatan Kampar Timur Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Journal FMIPA*, 2(1), 115-129.
<https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFMIPA/article/view/4480>
- 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), 36-45.
<https://analit.fmipa.unila.ac.id/index.php/analit/article/view/150>
- Indriyawati, N., Triajie, H., & Abida, I. W. (2020) *Buku identifikasi digital fitoplankton di Perairan Bangkalan*. Universitas Trunojoyo Madura.
- Kadir, M. A., Damar, A., & Krisanti, M. (2015). Dinamika spasial dan temporal struktur komunitas zooplankton di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3), 247-256.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/10738>
- Kale, V. S. (2016). Consequence of temperature, pH, turbidity and dissolved oxygen water quality parameters. international advanced research. *Journal in Science Engineering and Technology*, 3(8), 186-190.
- Khatri, N., & Tyagi, S. (2015). Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Front Life Science*, 8(1), 23-39.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21553769.2014.933716>
- Kusumaningtyas, M. A., Bramawanto, R., Daulat, A., & Pranowo, W. S. (2015). Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *Jurnal Depik*, 3(1), 10-20.
<https://jurnal.usk.ac.id/depik/article/view/1277>
- Larasati, M., Rudiyan, S., Rahman, A., Haeruddin, H., & Prakoso, K. (2024). Kaitan struktur komunitas fitoplankton dengan konsentrasi nutrisi dan kekeruhan di Waduk Kedung Ombo. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 29(3), 323-330. <https://doi.org/10.18343/jipi.29.3.323>
- Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso, K. (2021). Kandungan pencemar detejen dan kualitas air di perairan muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 1-13. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoce/article/view/9470>
- Latuconsina, H. (2016). *Ekologi perairan tropis*. Gajah Mada University Press.

- Magdalena, J. A., Angenent, L. T., & Usack, J. G. (2022). The measurement, application, and effect of oxygen in microbial fermentations: focusing on methane and carboxylate production. *Fermentation*, 8(4), 138. <https://doi.org/10.3390/fermentation8040138>
- Malik, I. (2015). *Komunitas fitoplankton sebagai bioindikasi kualitas perairan teluk Jakarta*. FMIPA.
- Mardhia, V. (2018). Studi analisis kualitas air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182-189.
- Maryanti, S., Swastiningsih, A. T., & Sukini, S. (2018). Identifikasi penggunaan lahan terhadap pendangkalan Sungai Wonokerto Kecamatan Karangtengah Kabupaten Demak. *Prosiding Seminar Nasional Geografi, IX*.
- Mariyati, T., Endrawati, H., & Supriyantini, E. (2020). Keterkaitan antara kelimpahan zooplankton dan parameter lingkungan di perairan Pantai Morosari, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), 157-165. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma/article/view/27136>
- Megawati, C., Yusuf, M., & Maslukah, L. (2015). Sebaran kualitas perairan ditinjau dari zat hara, oksigen terlarut dan pH di Perairan Selatan Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 3(2), 142-150. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/4747>
- Mishbach, I., Zainuri, M., Widianingsih, W., Kusumaningrum, D. N. S., Sugianto, D. N., & Pribadi, R. (2021). Analisis nitrat dan fosfat terhadap sebaran fitoplankton sebagai bioindikator kesuburan perairan Muara Sungai Bodri. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 88-104. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i1.34299>
- Mitra, M., Nguyen, K. M. A. K., Box, T. W., Berry, T. L., & Fujita, M. (2021). Isolation and characterization of a heavy metal-and antibiotic-tolerant novel bacterial strain from a contaminated culture plate of *Chlamydomonas reinhardtii*, a green micro-alga. *F1000Research*, 10, 533. <https://dx.doi.org/10.12688/f1000research.53779.2>
- Muhaemin, M., Practica, F., & Agustina, T. (2015). Starvasi nitrogen dan pengaruhnya terhadap biomassa dan protein total *Nannochloropsi*. *Maspari Journal*, 6(2), 98-103. <https://core.ac.uk/download/pdf/267821923.pdf>
- Mustari, M., Nz, M. F., Mufadhal, M., & Roslainy, R. (2023). Uji kualitas air sungai di Lhok Kuala, Kecamatan Tangse, Kabupaten Pidie, sebagai referensi mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan*, 1(11), 149-157. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/view/19497>

- Mustofa, A. (2015). Kandungan nitrat dan pospat sebagai faktor tingkat kesuburan perairan pantai. *Jurnal DIPOSTEK*, 6(1), 13-19.
<https://ejournal.unisnu.ac.id/JDPT/article/view/193>
- Ningrum, S. O. (2018). Analisis kualitas badan air dan kualitas air sumur di sekitar pabrik gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 1-12.
<https://pdfs.semanticscholar.org/105b/b836826836d6adcb9cdc47871138df30f20d.pdf>
- Noviasari, P. P. (2018). Tingkat eutrofikasi ekosistem perairan dengan menggunakan *metod terophic state index* di Waduk Sengguruh Kabupaten Malang Jawa Timur. (SKR/FPR/2018/233/051804612) [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Respository UB.
- Nur, S., Hamid, W., & Muchtasar, R. (2019). Kajian feasibilitas pengembangan kali baubau sebagai kawasan kegiatan ekonomi berbasis budi daya. *Jurnal Pembangunan dan Budaya*, 1(2), 163-178.
<http://jurnalkainawa.baubaukota.go.id/index.php/knw/article/view/35>
- Nurisman, E., Pratama, A., & Rizki, S. I. (2023). Reduksi kadar amoniak limbah cair industri karet pada airlift bioreaktor dengan bakteri *brevundimonas diminuta*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2), 376-384.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JST/article/view/48396>
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar ekologi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Parsons, T. R., M. Takashi, & B. Hargrave. (1984). *Biological oceanography process third edition*. Pagaman Press.
- Patty, S. I., Arfah, H., & Abdul, M. S. (2015). Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 43-50.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jplt/article/view/9578>
- Pingki, T. & Sudarti. (2021). Analisis kualitas air sungai berdasarkan ketinggian Sungai Bledak dan Sungai Kedungrawis di Kabupaten Blitar. *Jurnal Budidaya Perairan*, 9(2), 54-63.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/bdp/article/view/35364>
- Poole, R W. (1974). *An introduction to quantitative ecology*. Mc. Graw Hill Kogakusha, Ltd.
- Potharaju, P., Bhargavi, & Aruna, M. (2024). Phytoplankton diversity in a fresh water lake. *International Journal of All Research Education & Scientific Methods*, 12(9), 1-6. <https://doi.org/10.56025/IJARESM.2024.12092401>

- Pratami, V. A., Yulia., Setyono, P., & Sunarto. (2018). Zonasi, keanekaragaman dan pola migrasi ikan di Sungai Keyang, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 78-85.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/17450/0>
- Pratiwi, N. T. M., Hasani, Q., Muhtadi, A., & Kautsari, N. (2020). Pertumbuhan dan produktivitas *Oedogonium* pada intensitas cahaya yang berbeda. *Jurnal Berita Biologi*, 19(3), 309-319.
<https://dx.doi.org/10.14203/beritabiologi.v19i3.3890>
- Purnamaningtyas, S. E., & Tjahjo, D. W. H. (2016). Komposisi dan kelimpahan fitoplankton di Waduk Djuanda, Jawa Barat. *Jurnal Limnotek*, 23(1), 26-32.
- Rahman, E. C., & Rizal, A. (2016). Kajian variabel air dan hubungannya dengan produktivitas primer di perairan Waduk Darma Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 7(1), 93-102.
<https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/13946>
- Rawson, D. S. (1956). Alga indicators of trophic lake types. *Journal Fisheries Resource*, 1(1), 18-25.
<https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.1956.1.1.0018>
- Risnawati, R., Kasim, M., & Haslianti, H. (2018). Studi kualitas air dan kaitanya dengan pertumbuhan rumput laut pada rakit jaring apung di perairan Pantai Lakeba, Kota Bau-bau Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 4(3), 155-164.
- Rozali, R., Mubarak, M., & Nurrachmi, I. (2016). Patterns of distribution total suspended solid (TSS) in River Estuary Kampar Pelalawan. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 3(2), 1-13.
<https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/view/11029>
- Rumanti, M., Rudyanti, S., & Nitisupardjo, M. (2015). Hubungan antara kandungan nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. *Journal Of Maquares*, 3(1), 168-176.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares/article/view/4434>
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2015). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19-28.
<https://www.academia.edu/download/96182617/195.pdf>

- Samudra, G., Widianingsih, W., & Suryono, S. (2021). Struktur komunitas fitoplankton dan parameter kualitas air di perairan Paciran, Lamongan. *Journal of Marine Research*, 10(4), 493-500.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v10i4.31663>
- Sipayung, E. F., & Putra, R. (2021). Pemantauan kualitas air limbah di PT. Bridgestone Sumatra Rubber Estate. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Sedunia*, 3(1), 67-72.
<https://conference.unsri.ac.id/index.php/semnashas/article/view/2114>
- Soegianto. (2015). *Metode pendugaan pencemaran perairan dengan indikator biologis*. Airlangga University Press.
- Soliha, E., & Rahayu, S. S. (2018). Kualitas air dan keanekaragaman plankton di Danau Cikaret, Cibinong, Bogor. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 16(2), 1-10.
<https://journal.unpak.ac.id/index.php/ekologia/article/view/744>
- Supriyantini, E., Munasik, M., Sedjati, S., Yulina Wulandari, S., Ridlo, A., & Mulya, E. (2020). Kajian pencemaran Perairan Pulau Panjang, Jepara berdasarkan indeks saprobik dan komposisi fitoplankton. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(1), 27-36.
<https://dx.doi.org/10.14710/buloma.v9i1.27276>
- Supriyantini, E., Nuraini, R.A.T. & Fadmawati, A.P. (2017). Studi kandungan bahan organik pada beberapa muara sungai di kawasan ekosistem mangrove, di wilayah pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 29-38.
<https://dx.doi.org/10.14710/buloma.v6i1.15739>
- Syamiazi, F., Dwi, N., Saifullah, F. & Rio, I. (2015). Kondisi air di Waduk Nadra Kerenceng Kota Cilegon Provinsi Banten. *Jurnal Akuatik*, 6(2), 161-169.
<https://jurnal.unpad.ac.id/akuatika/article/view/7477>
- Syafriani, R., & Apriadi, T. (2018). Keanekaragaman fitoplankton di perairan estuari Sei Terusan, Kota Tanjung Pinang. *LIMNOTEK-Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 24(2), 74-82.
- Tahir, R. B. (2021). Analisis sebaran kadar oksigen (O₂) dan oksigen terlarut (dissolved oxygen) dengan menggunakan data in situ dan citra satelit landsat 8. *Jurnal Informasi, Sains dan Teknologi*, 4(2), 44-51.
<https://isaintek.polinef.ac.id/index.php/isaintek/article/view/2>
- Tenribali. (2015). Sebaran dan keragaman makrozoobentos serta keterkaitannya dengan komunitas lamun di calon Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) di Perairan Kabupaten Luwu Utara. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Hasanuddin.

- Tungka, A. W., Haeruddin, H., & Ain, C. (2016). Konsentrasi nitrat dan ortofosfat di muara sungai banjir kanal barat dan kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton harmful alga blooms (habs). *Jurnal Ilmu Perikanan dan Teknologi*, 12(1), 40-46.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek/article/view/13191>
- Varmlandia, A. K., & Hadisusanto, S. (2023). Perbandingan komposisi dan kelimpahan fitoplankton pada tata guna lahan berbeda di Sungai Cisadane, Kabupaten Tangerang. *Berkala Ilmiah Biologi*, 14(2), 37-47.
<https://doi.org/10.22146/bib.v14i2.7684>
- Wardani, A. E., Zainuri, M., Wulandari, S. Y., & Rochaddi, B. (2024). Sebaran klorofil-a dan material padatan tersuspensi (MPT) di Muara Sungai Loji, Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(3), 229-238.
<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoce/article/view/18194>
- Wibowo, A., Umroh, U., & Rosalina, D. (2015). Keanekaragaman perifiton pada daun lamun di Pantai Tukak Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 8(2), 7-16.
<https://www.journal.ubb.ac.id/akuatik/article/view/930>
- Xiong, W., Mei, X., Meng, X., Chen, H., & Yang, H. (2020). Phytoplankton biomarkers in surface sediments from Liaodong Bay and their potential as indicators of primary productivity. *Marine Pollution Journal*, 15(9), 111-136. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111536>
- Yusal, M. S., Hasyim, A., Hastuti, H., Arif, A., & Pratomo, R. H. S. (2025). Review Eutrofikasi: Risiko dalam Kesuburan Lingkungan Perairan dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(1), 124-135. <https://doi.org/10.14710/jkli.24.1.124-135>
- Yulianto, S., & Putriana, U. (2020). Analisis komponen utama (AKU) untuk pengelompokan area pelayanan dan jaringan (APJ). *Jurnal Statistik Terapan dan Penambangan Data*, 1(1), 30-39.
<https://journal.itesa.ac.id/index.php/jasdm/article/view/3>
- 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. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i1.44763>