



STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DI SUNGAI TELUK NIBUNG PADA KAWASAN MANGROVE KECAMATAN BATU AMPAR KABUPATEN KUBU RAYA

Maya Rahmadanty Qairunisa¹, Entin Daningsih^{2*}, & Wolly Candramila³

^{1,2,&3}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak,
Kalimantan Barat 78124, Indonesia

*Email: entin.daningsih@fkip.untan.ac.id

Submit: 04-12-2023; Revised: 03-02-2024; Accepted: 07-02-2024; Published: 30-06-2024

ABSTRAK: Sungai Teluk Nibung di Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya merupakan jalur transportasi Hutan Produksi Mangrove dan lokasi penangkapan ikan tradisional oleh masyarakat sekitar. Struktur komunitas fitoplankton di Sungai Teluk Nibung belum pernah dilaporkan. Sebagai produsen utama dalam rantai makanan di perairan, struktur komunitas fitoplankton mengindikasikan kualitas kesuburan perairan. Struktur komunitas fitoplankton dapat diketahui melalui pengukuran indeks kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Metode survei digunakan di tiga stasiun pengamatan di dua musim, kemarau dan penghujan. Pengambilan sampel menggunakan *plankton net* (30 μ m) dan diawetkan dalam formalin 4%. Faktor fisika-kimia yang diukur mencakup temperatur, pH, kecerahan, kecepatan arus, salinitas, DO dan CO₂ terlarut, fosfat, dan nitrat. Setelah diidentifikasi, dilakukan perhitungan fitoplankton untuk mendapatkan nilai kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Jumlah jenis fitoplankton yang ditemukan sebanyak 56 jenis dalam 6 kelas, yaitu Bacillariophyceae (34 jenis), Dinophyceae (12 jenis), Chlorophyceae (4 jenis), Cyanophyceae (3 jenis), Xantophyceae (1 jenis), dan Euglenophyceae (2 jenis). Kelimpahan fitoplankton tertinggi pada kelas Bacillariophyceae dengan kisaran 583 Ind./L di stasiun 2 musim penghujan hingga 3.922 Ind./L di Stasiun 3 musim kemarau. Indeks keanekaragaman di ketiga stasiun dan kedua musim termasuk kategori sedang dengan kisaran 2,31-2,46. Indeks keseragaman di ketiga stasiun dan kedua musim berada pada kategori tinggi dengan kisaran 0,67-0,73. Tidak ditemukan dominansi pada ketiga stasiun dan kedua musim dengan nilai berkisar 0,14-0,19 atau dalam kategori rendah. Secara menyeluruh, struktur komunitas fitoplankton di perairan Sungai Teluk Nibung berada dalam kondisi relatif baik dan dapat mendukung kehidupan biota air di dalamnya.

Kata Kunci: Kelimpahan, Keanekaragaman, Struktur Komunitas, Fitoplankton, Sungai Teluk Nibung.

ABSTRACT: Teluk Nibung River in Batu Ampar District, Kubu Raya Regency is a transportation route for Mangrove Production Forests and a traditional fishing area for local communities. The community structure of phytoplankton in the Teluk Nibung River has never been reported. As the main producer in the waters food chain, the structure community of phytoplankton indicates the quality of the fertility of the waters. The community structure of phytoplankton can be identified by measuring the index of abundance, diversity, evenness and dominance. The survey method was used at three stations in dry and rainy seasons. Sample collection is using net plankton (30 μ m) and preserved in 4% formalin. The physico-chemical factors measured included temperature, pH, brightness, current velocity, salinity, dissolved oxygen and CO₂, phosphate and nitrate. Once identified, phytoplankton calculations are performed to obtain abundance, diversity, evenness, and dominance values. The species number of phytoplankton found was 56 classified into 6 classes, namely Bacillariophyceae (34 species), Dinophyceae (12 species), Chlorophyceae (4 species), Cyanophyceae (3 species), Xantophyceae (1 species), and Euglenophyceae (2 species). The highest abundance of phytoplankton was in the Bacillariophyceae class with a range of 583 Ind./L at Station 2 in the rainy season to 3.922 Ind./L at Station 3 in the dry season. The diversity index at the three stations and both seasons is in the moderate category with a range of 2.31-2.46. The evenness index at the three stations and both seasons is in the high category with a range of 0.67-0.73. Low dominance level was found at the three stations and both seasons with values ranging



from 0.14 to 0.19. Overall, the community structure of the phytoplankton in the Teluk Nibung River is in relatively good condition and can support the life of the aquatic biota in it.

Keywords: Abundance, Diversity, Community Structure, Phytoplankton, Teluk Nibung River.

How to Cite: Qairunisa, M. R., Daningsih, E., & Candramila, W. (2024). Struktur Komunitas Fitoplankton di Sungai Teluk Nibung pada Kawasan Mangrove Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 168-184. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.9910>



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sungai merupakan perairan yang memiliki peranan yang penting sebagai sumber kelangsungan kehidupan bagi ekosistem (Saputri & Arsi, 2019). Kualitas sungai yang baik dapat mendukung pemanfaatannya sebagai salah satu sumber kebutuhan manusia, di antaranya penghasil biota air tawar yang dapat bermanfaat untuk penduduk sekitar. Oleh karena itu, kualitas sungai sangat penting untuk diketahui dan dipertahankan kelangsungan hidup biota-biota di dalamnya.

Sungai Teluk Nibung merupakan cabang dari Sungai Bongkok yang berada di Kecamatan Batu Ampar, Kalimantan Barat (BPDASHL, 2022). Sungai Teluk Nibung mengalir dan menjadi jalur transportasi sepanjang kawasan Hutan Produksi Mangrove di Desa Tanjung Harapan. Selain itu, masyarakat sekitar juga memanfaatkan Sungai Teluk Nibung sebagai area penangkapan tradisional dengan alat pancing atau jala. Aktivitas di sepanjang Sungai Teluk Nibung dapat menyebabkan perubahan kondisi lingkungan, serta dapat mempengaruhi keberadaan dan keanekaragaman biota perairan.

Perubahan kualitas air di lingkungan perairan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan sifat fisika-kimia air, serta terganggunya kegiatan organisme perairan yang hidup di dalamnya (Astrini *et al.*, 2014). Keanekaragaman fitoplankton dapat menjadi tolak ukur kestabilan perairan (Balqis *et al.*, 2021; Safnowandi, 2021), atau dapat menggambarkan kekayaan jenis sekaligus keseimbangannya yang dapat menjadi parameter kualitas perairan (Syafriani & Apriadi, 2017). Selain itu, kelimpahan fitoplankton dapat mengindikasikan kualitas perairan bagi organisme, mengingat perannya sebagai produsen utama dalam jaring-jaring makanan yang menyediakan kebutuhan makanan bagi spesies lain di tingkat trofik yang lebih tinggi (Rafitri *et al.*, 2015; Mulyadi & Hasanuddin, 2014). Rudiyaniti (2016), menyatakan bahwa kelimpahan fitoplankton yang tinggi akan sangat berpengaruh pada ketersediaan nutrisi/unsur hara pada perairan yang tinggi.

Menurut Nasution *et al.* (2019), pertumbuhan fitoplankton dapat meningkat dengan cepat jika pada perairan terdapat unsur hara yang tinggi. Unsur hara dalam perairan dapat dipengaruhi oleh faktor musim dan intensitas cahaya. Musim kemarau memiliki penyinaran yang berlangsung secara intensif, tetapi curah hujan rendah, sedangkan musim penghujan dengan curah hujan relatif tinggi dan kurangnya penyinaran matahari (Dida *et al.*, 2016; Rahayu *et al.*, 2018).

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist>



Sebagai organisme fotosintetik, fitoplankton membutuhkan cahaya matahari untuk pertumbuhannya, sehingga perbedaan pada kedua musim dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton.

Kualitas Sungai Teluk Nibung berdasarkan indeks-indeks kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi fitoplankton belum pernah dilaporkan. Aktivitas sebagai jalur transportasi dari Hutan Produksi Mangrove dan area penangkapan ikan oleh masyarakat perlu dikaji pengaruhnya terhadap struktur komunitas fitoplankton di Sungai Teluk Nibung. Struktur komunitas fitoplankton pada dua waktu pengambilan di musim kemarau dan musim penghujan juga dapat memberikan informasi lebih baik terkait kualitas perairan Sungai Teluk Nibung. Informasi ini diharapkan dapat memberikan pertimbangan terkait pemanfaatan area sekitar sungai baik oleh lembaga tertentu maupun masyarakat sekitar.

METODE

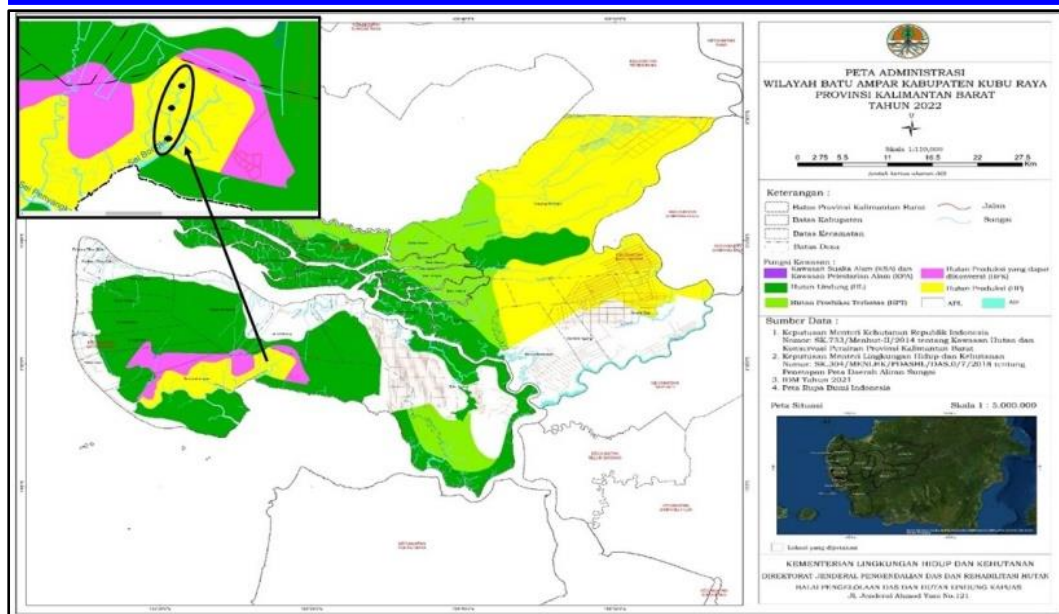
Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan metode survei. Parameter yang diamati mencakup faktor fisika-kimia air serta kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton. Pengamatan hanya dilakukan masing-masing satu kali pada musim kemarau dan musim penghujan.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh fitoplankton yang terdapat pada Sungai Teluk Nibung, Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya. Sampel dalam penelitian ini adalah jenis fitoplankton di ketiga stasiun Sungai Teluk Nibung dengan 3 titik pengamatan.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Juli sampai Desember 2022 yang meliputi tahap persiapan alat dan bahan, pengambilan sampel dan data fisika-kimia air, pengamatan dan identifikasi fitoplankton, dan analisis data. Pengambilan sampel di musim kemarau pada bulan Agustus 2022 dan musim penghujan pada bulan Oktober 2022. Penelitian berlokasi di Sungai Teluk Nibung, Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun dan di setiap stasiun diambil 3 titik (2 tepi kiri/kanan dan 1 tengah), sehingga terdapat total 9 titik pengambilan sampel. Pengukuran faktor fisika-kimia *in situ* meliputi temperatur, kecepatan arus, kecerahan, pH, salinitas, DO, dan CO₂ terlarut, sedangkan pengukuran NO₃ dan PO₄ dilakukan di Laboratorium Sucofindo, Pontianak. Pengamatan dan identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Sungai Teluk Nibung, Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *plankton net* ukuran 30 μm , ember 5 L, multitester (TDS/EC), botol sampel 50 mL, *secci disk*, *stopwatch*, bola pingpong, DO meter (Dixson), kertas label, pipet tetes, mikroskop, botol spray, botol semprot, *sedgwick rafter*, kaca penutup, GPS (*AlpineQuest*), alat tulis, dan kamera *optilab advance* yang dipasang pada lensa okuler *olympus CX21*. Bahan yang digunakan adalah formalin 4% sebagai pengawet sampel, akuades untuk membersihkan alat, dan indikator pp Na_2CO_3 untuk mengukur CO_2 terlarut.

Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive*, yaitu ditetapkan pada tiga stasiun berbeda, meliputi hulu, hilir, dan tengah sungai. Pada setiap stasiun diambil tiga titik pada tepi kiri, tepi kanan, dan tengah sungai mengingat lebar sungai >5 meter mengikuti Candramila *et al.* (2022). Pengambilan sampel di setiap titik dilakukan 1 kali pada musim kemarau dan musim penghujan.

Sampel air diambil sebanyak 100 Liter pada setiap titik, kemudian disaring menggunakan *plankton net* berukuran mesh 30 μm . Sampel air yang tersaring dimasukkan ke dalam botol sampel berukuran 50 mL, kemudian diberi formalin 4% sebanyak 1 mL. Setiap botol diberi label untuk kode stasiun dan titik pengambilan sampel. Sampel diambil 9 botol pada musim kemarau dan 9 botol pada musim penghujan dengan total jumlah sampel sebanyak 18 botol.

Fitoplankton diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 10x10. Untuk memudahkan perhitungan, pengamatan fitoplankton dilakukan dengan bantuan *sedgwick rafter*. Sampel air sebanyak 1 mL diteteskan ke atas *sedgwick rafter* dan ditutup dengan kaca objek. Pengidentifikasian dan perhitungan dilakukan tiga kali pengulangan pada sampel yang sama. Fitoplankton diamati menggunakan kamera *optilab advance* yang dipasang pada mikroskop Olympus



CX21. Identifikasi fitoplankton hingga tingkat jenis mengacu pada Bigg & Kilroy (2000), Botes (2003), Vuuren *et al.* (2005), Hasle *et al.* (1996), Hasle *et al.* (1996), Harris, (1986), Pereira & Neto (2015), dan hasil-hasil penelitian untuk jenis fitoplankton yang berhasil diidentifikasi.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan rumus kelimpahan fitoplankton, indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Kelimpahan fitoplankton dinyatakan dalam individu per liter dan dihitung dengan rumus menurut APHA (2005) berikut ini.

$$N = \frac{C \times 1000}{L \times D \times W \times S}$$

Keterangan:

- N = Kelimpahan plankton;
C = Jumlah Individu yang ditemukan;
L = Panjang alur S-R;
D = Tinggi alur S-R;
W = Lebar alur; dan
S = Jumlah alur yang dihitung.

Kisaran nilai kelimpahan fitoplankton diklasifikasikan menurut Raymont (1980), sebagai berikut: 1) perairan oligotrofik dengan kelimpahan berkisar antara 0-2000 Ind./L menandakan tingkat kesuburan rendah; 2) perairan mesotrofik dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2000-15.000 Ind./L merupakan perairan yang tingkat kesuburan sedang; dan 3) perairan eutrofik dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara >15.000 Ind/L mencirikan tingkat kesuburan tinggi. Indeks keanekaragaman fitoplankton dihitung dengan menggunakan persamaan Shannon-Wiener (Odum, 1993) berikut ini.

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Keterangan:

- H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener;
p_i = n_i/N;
n_i = Jumlah individu spesies i; dan
N = Jumlah total plankton.

Kisaran nilai indeks keanekaragaman diklasifikasikan menurut Odum (1993) sebagai berikut:

- H' < 1 = Keanekaragaman rendah;
1 ≤ H' ≤ 3 = Keanekaragaman sedang; dan
H' > 3 = Keanekaragaman tinggi.

Indeks Keseragaman dihitung mengacu pada Odum (1993) dengan rumus berikut ini.

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

Keterangan:

- E = Indeks Keseragaman;
H' = Indeks Keanekaragaman; dan
H_{max} = ln S (Jumlah Jenis).



Kisaran indeks keseragaman digolongkan berdasarkan tingkat keseragaman menurut Odum (1993) sebagai berikut:

$E < 0,4$ = Keseragaman rendah;

$0,4 \leq E \leq 0,6$ = Keseragaman sedang; dan

$E > 0,6$ = Keseragaman tinggi.

Indeks Dominansi dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Dominansi Simpson (Odum, 1993) berikut ini.

$$D = \sum_{i=0}^i \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

D = Indeks dominansi;

n_i = Jumlah individu jenis ke-i; dan

N = Jumlah genus.

Kisaran indeks dominansi digolongkan berdasarkan tingkat dominansi menurut Odum (1993), sebagai berikut:

$D < 0,4$ = Dominansi rendah;

$0,4 \leq D \leq 0,6$ = Dominansi sedang; dan

$D > 0,6$ = Dominansi tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan fitoplankton sangat penting dalam perairan. Fungsinya sebagai produsen primer bagi organisme di tingkat trofik selanjutnya. Kelimpahan fitoplankton juga dapat mengindikasikan kualitas dari suatu perairan yang dapat menunjukkan tingkat pencemaran pada perairan. Sungai Teluk Nibung merupakan sungai yang berada di Kecamatan Batu Ampar dan merupakan sungai yang digunakan untuk jalur transportasi penduduk setempat dan berada di antara hutan mangrove. Keberadaan sungai ini juga dapat berpengaruh terhadap kondisi mangrove yang hidup di pesisir sungai. Struktur komunitas terdiri dari kelimpahan fitoplankton, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi perlu diketahui untuk menentukan kualitas kesuburan sungai teluk Nibung.

Hasil

Karakteristik fisika-kimia Sungai Teluk Nibung dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengukuran masing-masing faktor fisika-kimia di Sungai Teluk Nibung menunjukkan fluktuasi antara musim penghujan dan musim kemarau. Pada musim kemarau, temperatur dan kecerahan lebih tinggi daripada musim penghujan. Sementara pada musim penghujan, pH, salinitas, CO_2 terlarut, fosfat, dan nitrat lebih tinggi daripada musim kemarau. Oksigen terlarut (DO) bervariasi antar stasiun pada musim kemarau dan musim penghujan. Stasiun 3 memiliki kadar DO lebih tinggi daripada kedua stasiun lainnya, baik pada musim kemarau maupun penghujan.



Tabel 1. Pengukuran Fisika Kimia di Sungai Teluk Nibung.

Parameter	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Kategori Menurut PP No. 22 Tahun 2021
	MK	MP	MK	MP	MK	MP	
Temperatur (°C)	34.5	26.9	33.7	28.3	33.2	29.1	-
Kecerahan (cm)	22	18.5	20	10.5	22.5	15	Kelas 1
Kecepatan Arus (m.s ⁻¹)	0.12	0.11	0.08	0.22	0.03	0.45	-
pH	5.61	7.06	6.15	6.91	6.62	6.91	Kelas 1
Salinitas (ppm)	7467	8835	7167	9175	8615	9447	-
DO (mg.l ⁻¹)	3.8	3.2	3.9	3.7	4.7	5.2	Kelas 3
CO ₂ Terlarut (mg.l ⁻¹)	30.8	35.2	26.4	35.2	26.4	35.2	-
Fosfat (PO ₄) (mg.l ⁻¹)	0.33	0.44	0.27	0.35	0.15	0.28	Kelas 3
Nitrat (NO ₃) (mg.l ⁻¹)	3.41	4.11	3.41	4.03	3.0	5.56	Kelas 1

Jumlah jenis fitoplankton yang ditemukan di Sungai Teluk Nibung sebanyak 56 jenis dari 6 kelas, yaitu Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Xantophyceae, dan Euglenophyceae (Tabel 2). Jumlah jenis fitoplankton berbeda antar stasiun dan musim (Gambar 2). Stasiun 3 menunjukkan jumlah jenis fitoplankton terbanyak, sedangkan stasiun 2 memiliki jumlah jenis terkecil. Di Stasiun 3, terdapat 36 jenis pada musim kemarau, dan 31 jenis pada musim penghujan. Di Stasiun 2, ditemukan 17 jenis pada musim kemarau, dan 26 jenis pada musim penghujan. Di Stasiun 1, terdapat 35 jenis pada musim kemarau, dan 29 jenis pada musim penghujan. Jumlah jenis fitoplankton pada musim penghujan, kecuali di stasiun 2.

Tabel 2. Jenis Fitoplankton pada Tiap Kelas di Sungai Teluk Nibung.

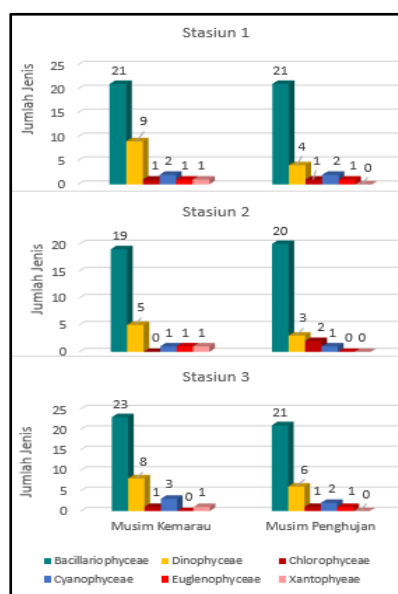
Kelas	Jenis	MK	MP
Bacillariophyceae	<i>Thalassiosira eccentrica</i>	✓	✓
	<i>Thalassiosira angulata</i>	✓	✓
	<i>Thalassiosira fluviatilis</i>	✓	-
	<i>Thalassiosira hyalina</i>	✓	✓
	<i>Thalassiosira baltica</i>	✓	✓
	<i>Thalassiosira weissflogii</i>	✓	✓
	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>	-	✓
	<i>Coscinodiscus</i> sp.	✓	-
	<i>Coscinodiscus stellaris</i>	-	✓
	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	-	✓
	<i>Coscinodiscus alborani</i>	✓	✓
	<i>Coscinodiscus centralis</i>	-	✓
	<i>Diploneis eliptica</i>	✓	✓
	<i>Diploneis ovalis</i>	✓	✓
	<i>Amphiprora veneta</i>	✓	✓
	<i>Amphiprora ovalis</i>	✓	✓
	<i>Pleurosigma</i> sp.	✓	✓
	<i>Nitzschia</i> sp.	✓	✓
	<i>Synedra</i> sp.	✓	✓
	<i>Cylindrotheca</i> sp.	✓	✓
	<i>Skeletonema costatum</i>	✓	✓
	<i>Eunotia</i> sp.	✓	✓
	<i>Cerataulina</i> sp.	-	✓
	<i>Fragillaria capucina</i>	-	✓
	<i>Leptocylindricus danicus</i>	✓	✓
	<i>Bacteriastum</i> sp.	✓	✓

Kelas	Jenis	MK	MP
Dinophyceae	<i>Chaetoceros</i> sp.	✓	✓
	<i>Chaetoceros danicus</i>	✓	✓
	<i>Bacillaria paxillifer</i>	✓	✓
	<i>Guinardia delicatula</i>	✓	-
	<i>Meloseira</i> sp.	✓	✓
	<i>Frustulia vulgaris</i>	✓	-
	<i>Gyrosigma</i> sp.	✓	-
	<i>Triceratium</i> sp.	-	✓
	<i>Protoperidinium</i> sp.	✓	✓
	<i>Protoperidinium cintum</i>	✓	✓
	<i>Protoperidinium conicoides</i>	✓	✓
	<i>Protoperidinium tuberosum</i>	✓	-
	<i>Protoperidinium obtusum</i>	✓	-
	<i>Protoperidinium pallidum</i>	✓	-
	<i>Protoperidinium depressum</i>	✓	-
	<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	✓	✓
	<i>Noctiluca scintillans</i>	✓	✓
	<i>Ceratium</i> sp.	✓	✓
Chlorophyceae	<i>Dinophysis caudata</i>	✓	-
	<i>Dinophysis rotundata</i>	✓	-
	<i>Pandorina morum</i>	-	✓
	<i>Spirogyra polifica</i>	✓	-
	<i>Ulvella</i> sp.	-	✓
Cyanophyceae	<i>Volvox</i> sp.	✓	-
	<i>Ananbaena</i> sp.	✓	-
	<i>Tholyphotrix distorta</i>	✓	✓
Euglenophyceae	<i>Oscillatoria rubescens</i>	✓	✓
	<i>Euglena gracilis</i>	✓	-
	<i>Trachelomonas horrida</i>	-	✓
Xantophyceae	<i>Centritractus belenophorus</i>	✓	-

Keterangan:

MK = Musim Kemarau; dan

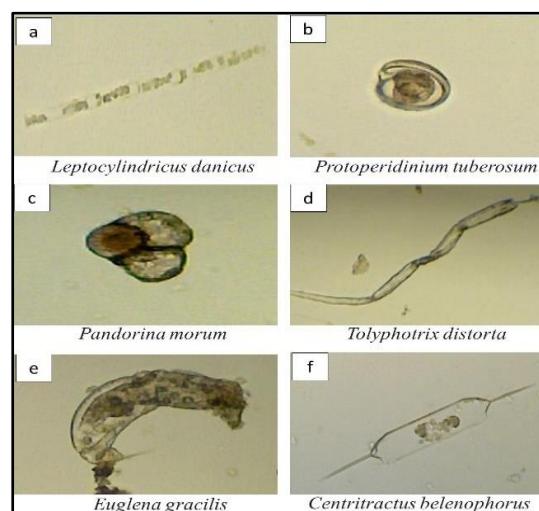
MP = Musim Penghujan.



Gambar 2. Jumlah Jenis Fitoplankton di Sungai Teluk Nibung.

Pada musim kemarau, Bacillariophyceae memiliki jumlah terbanyak pada setiap stasiun yang berkisar antara 19-23 jenis. Bacillariophyceae, Dinophyceae, Cyanophyceae, dan Xantophyceae ditemukan di setiap stasiun pada musim kemarau. Pada musim penghujan, kelas Bacillariophyceae juga memiliki jumlah jenis yang paling tinggi di setiap stasiun dengan kisaran 20-21 jenis. Bacillariophyceae, Dinophyceae, dan Cyanophyceae ditemukan pada setiap stasiun di musim penghujan. Bacillariophyceae dan Dinophyceae ditemukan di kedua musim, sedangkan Xantophyceae hanya ditemukan di musim kemarau.

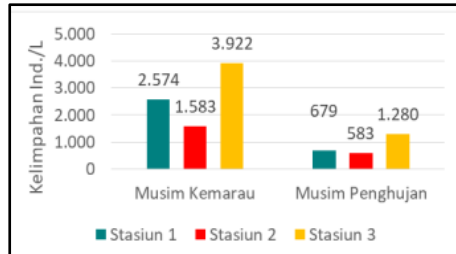
Jenis-jenis fitoplankton yang ditemukan untuk masing-masing kelas meliputi Bacillariophyceae sebanyak 34 jenis, Dinophyceae 12 jenis, Chlorophyceae 4 jenis, Cyanophyceae 3 jenis, Xantophyceae 1 jenis, dan Euglenophyceae 2 jenis. Jenis-jenis yang paling melimpah dari setiap kelas dapat dilihat pada Gambar 3. Pada kelas Bacillariophyceae, *Leptocylindricus danicus* ditemukan sebanyak 750 Ind./L di musim kemarau dan 4 Ind./L di musim penghujan. Pada kelas Dinophyceae, jenis yang paling melimpah adalah *Protoperidinium tuberosum* dengan jumlah 86 Ind./L di musim kemarau dan tidak ada di musim penghujan. Pada kelas Chlorophyceae, jenis yang paling banyak adalah *Pandorina morum* dengan jumlah 7 Ind./L di musim penghujan dan tidak ada di musim kemarau. Pada kelas Cyanophyceae, jenis *Tolyphotrix distorta* ditemukan terbanyak dengan jumlah 24 Ind./L di musim kemarau dan 33 Ind./L di musim penghujan. Pada kelas Euglenophyceae, jenis terbanyak adalah *Euglena gracilis* sejumlah 7 Ind./L di musim kemarau dan tidak ada di musim penghujan. Berikutnya pada kelas Xantophyceae, *Centritractus belenophorus* ditemukan terbanyak, yaitu 87 Ind./L di musim kemarau dan tidak ada di musim penghujan.



Gambar 3. Jenis-jenis Fitoplankton pada Setiap Kelas yang Ditemukan Paling Banyak di Sungai Teluk Nibung. Gambar a-f Berturut-turut Contoh Jenis pada Kelas Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, dan Xantophyceae.

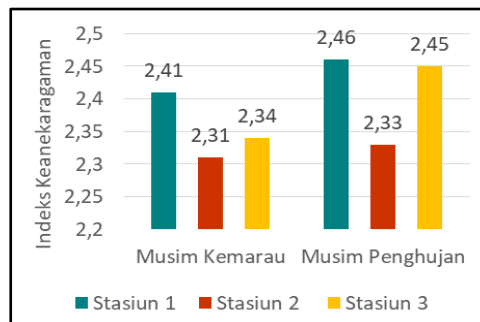
Kelimpahan fitoplankton di Sungai Teluk Nibung berbeda antar stasiun (Gambar 4). Kelimpahan fitoplankton di musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim penghujan. Kelimpahan tertinggi di musim kemarau

ditemukan di Stasiun 3 yang berada di muara sungai dengan nilai 2.574 Ind./L, sedangkan yang terendah berada di Stasiun 2 sebanyak 1.583 Ind./L. Pada musim penghujan, kelimpahan tertinggi didapatkan di Stasiun 3 sebesar 1.280 Ind./L, sedangkan kelimpahan terendah di Stasiun 2 sebesar 853 Ind./L.



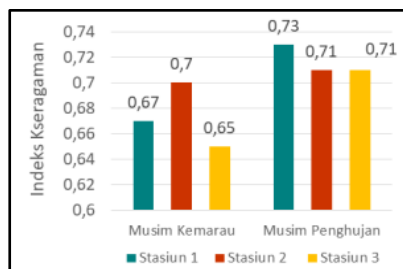
Gambar 4. Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Teluk Nibung.

Indeks keanekaragaman di Sungai Teluk Nibung di musim kemarau dan musim penghujan dapat dilihat pada Gambar 5. Indeks keanekaragaman fitoplankton yang paling tinggi di musim kemarau adalah di Stasiun 1 yaitu 2,41, sedangkan paling rendah di Stasiun 2 sebesar 2,31. Pada musim penghujan, indeks keanekaragaman paling tinggi didapatkan di stasiun 3 yaitu 2,46, sedangkan paling rendah di Stasiun 2 yaitu 2,33.



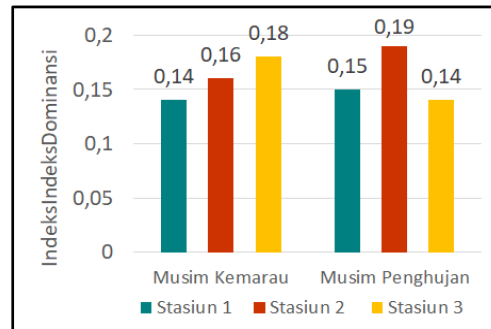
Gambar 5. Indeks Keanekaragaman Fitoplankton di Sungai Teluk Nibung.

Indeks keseragaman fitoplankton di Sungai Teluk Nibung pada musim kemarau dan musim penghujan dapat dilihat pada Gambar 6. Indeks keseragaman fitoplankton pada musim kemarau lebih rendah dibandingkan musim penghujan, meskipun masih berada pada kategori yang sama. Indeks keseragaman di setiap stasiun, baik pada musim kemarau maupun musim penghujan berada pada kategori keseragaman tinggi (>0,6).



Gambar 6. Indeks Keseragaman Fitoplankton di Sungai Teluk Nibung.

Indeks dominansi di Sungai Teluk Nibung pada setiap stasiun di musim kemarau dan musim penghujan dapat dilihat pada Gambar 7. Indeks dominansi fitoplankton di musim kemarau menunjukkan peningkatan dari stasiun 1 di bagian hulu (0,14) ke stasiun 3 di bagian hilir (0,18), namun masih berada pada kategori rendah. Pada musim penghujan, indeks dominansi paling tinggi ditemukan di stasiun 2 yaitu 0,19, sedangkan paling rendah di stasiun 3 yaitu 0,14. Namun, indeks dominansi di ketiga stasiun juga tetap berada pada kategori rendah.



Gambar 7. Indeks Dominansi Fitoplankton di Sungai Teluk Nibung.

Pembahasan

Kualitas fisika-kimia dari Sungai Teluk Nibung mengindikasikan bahwa perairan tersebut berada pada kategori kelas 3. Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, perairan kelas 3 dapat diperuntukkan bagi pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Jika dilihat dari nilai derajat keasaman air, baik pada musim kemarau maupun musim penghujan, nilai pH air di Sungai Teluk Nibung berada pada kategori relatif netral yang berkisar antar 5,61-7,06. Rahman *et al.* (2016), menyatakan bahwa pH ideal untuk keberlangsungan hidup fitoplankton berkisar antara 6,5-8. Perubahan pH dapat menyebabkan kehidupan biota di suatu perairan menjadi terganggu karena ketidakseimbangan CO₂ (Rukminasari *et al.*, 2014).

Jika mengacu pada klasifikasi sungai berdasarkan kecepatan arus, Sungai Teluk Nibung memiliki ciri perairan arus rendah (0,1-0,25 m/s), terutama pada bagian stasiun 1 dan 2 di kedua musim, sementara arus sedang (0,25-0,5 m/s) hanya terjadi pada musim penghujan di stasiun 3 yang merupakan muara sungai. Sebaran fitoplankton maupun nutrisi dipengaruhi oleh pola arus yang terdapat di perairan. Dengan kata lain, kecepatan arus juga dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan (Anwar, 2014). Sejalan dengan Widiyanti *et al.* (2020), bahwa arus yang tenang merupakan habitat yang sesuai untuk pertumbuhan mikroalga, termasuk di dalamnya adalah fitoplankton. Selain itu, pada kondisi arus yang lambat, biasanya banyak ditemukan jenis mikroalga, sementara pada kondisi arus yang cepat dapat menyebabkan mikroalga ikut terbawa arus tersebut.

Jumlah jenis fitoplankton yang ditemukan di Sungai Teluk Nibung lebih banyak daripada yang ditemukan di ekosistem yang serupa di sungai lain. Misalnya Rafitri *et al.* (2015), hanya menemukan 11 spesies di Sungai



Ambawang, Kabupaten Kubu Raya, dan Adrizal *et al.* (2022), menemukan 12 spesies di perairan Pantai Carocok Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatra Barat. Kelas Bacillariophyceae merupakan kelas dengan jumlah spesies terbanyak di kedua penelitian tersebut, termasuk dalam penelitian ini. Menurut Rikardo (2016) dan Aiso (2019), jenis-jenis pada kelas Bacillariophyceae bersifat kosmopolit, tahan terhadap kondisi ekstrim, sehingga memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi dan dapat berkembang biak dengan baik walaupun terjadi perubahan lingkungan.

Kelas Bacillariophyceae memiliki ciri, susunan tubuhnya terdiri atas dinding sel yang khas dan keras berbentuk pektin yang mengandung silika (Kale & Karthick, 2015), sehingga mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai kondisi perairan, baik dalam kondisi ekstrem sekalipun (Sahoo & Seckbach, 2015). Lantang & Pakidi (2015), juga menyatakan bahwa Bacillariophyceae dapat hidup dengan kondisi temperatur mencapai 45°C dan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dengan cara melakukan pembelahan sel secara cepat. Suryanti (2016), juga berpendapat bahwa jenis-jenis fitoplankton kelas Bacillariophyceae memiliki kemampuan beradaptasi dengan faktor lingkungan, di antaranya kondisi nutrient rendah, salinitas tinggi, dan intensitas cahaya yang rendah. Keberadaan Bacillariophyceae yang melimpah di perairan memiliki fungsi yang penting dalam proses mineralisasi dan daur ulang bahan-bahan organik (Kamilah *et al.*, 2014).

Di ketiga stasiun dan kedua musim, selain kelas Bacillariophyceae juga ditemukan kelas Dinophyceae. Durkin *et al.* (2016), menjelaskan bahwa Dinophyceae merupakan kelompok fitoplankton yang dominan di perairan laut. Lokasi penelitian yang merupakan sungai yang berada dekat dengan laut atau merupakan perairan campuran antara air tawar dan air laut menyebabkan pertumbuhan fitoplankton pada kelas Dinophyceae tidak sebanyak Bacillariophyceae. Kondisi Sungai Teluk Nibung yang masih tergenang sekalipun pada musim kemarau masih memungkinkan untuk kehidupan fitoplankton kelas Dinophyceae. Menurut Tasak *et al.* (2015), kemampuan hidup Dinophyceae dipengaruhi oleh cahaya yang masuk ke perairan serta ketersediaan nitrat dan fosfat. Kadar nitrat dan fosfat di Sungai Teluk Nibung pada musim kemarau masih berkisar antara 3,0-3,41 mg/L untuk nitrat, dan 0,15-0,33 mg/L untuk fosfat. Kandungan fosfat di perairan sangat dibutuhkan fitoplankton sebagai nutrisi di perairan, sehingga semakin tinggi kandungan nutrisi fosfat di suatu perairan, semakin melimpah pertumbuhan fitoplankton. Susatyo *et al.* (2014), menyatakan bahwa fosfat berfungsi pada sistem genetik dan sebagai penyimpan dan transfer energi dalam sel fitoplankton. Sementara, nitrat diperlukan untuk keberlangsungan sintesis protein organisme perairan (Syafrizal *et al.*, 2021). Lebih lanjut Azzam *et al.* (2018), menyatakan bahwa kadar nitrat di perairan lebih sedikit karena adanya penyerapan nitrat yang tinggi oleh organisme perairan, termasuk fitoplankton.

Kehadiran fitoplankton juga dipengaruhi oleh kecerahan air. Sebagai organisme penambat cahaya, komposisi fitoplankton di perairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang bisa masuk ke perairan. Dengan kata lain, semakin tinggi kecerahan, maka semakin dalam cahaya bisa masuk ke dalam perairan, sehingga



membantu fitoplankton dalam fotosintesis sebagai sumber energinya (Anwar, 2014). Kecerahan air di Sungai Teluk Nibung dapat dikategorikan tinggi, sehingga lebih banyak jenis fitoplankton yang bisa hidup. Menurut Sulardiono *et al.* (2015), perbedaan nilai kecerahan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya cuaca atau musim yang berbeda saat pengambilan sampel. Di Sungai Teluk Nibung, kecerahan air pada musim kemarau lebih tinggi daripada musim penghujan.

Tingkat keanekaragaman fitoplankton secara keseluruhan di ketiga stasiun dan kedua musim berada pada kategori sedang (1-3). Menurut Evita *et al.* (2021), keanekaragaman yang sedang menunjukkan bahwa kesetabilan komunitas fitoplankton dalam kondisi cukup baik. Hal ini juga menandakan bahwa struktur populasi fitoplankton di Sungai Teluk Nibung berada dalam kondisi baik yang juga didukung oleh nilai indeks dominansi yang rendah ($<0,4$). Sesuai pendapat Perdana *et al.* (2020), bahwa nilai indeks dominansi semakin mendekati 0, maka tidak terdapat jenis fitoplankton yang mendominasi di perairan tersebut. Hal ini berarti rendahnya dominansi suatu jenis di Sungai Teluk Nibung. Pada stasiun 2, nilai indeks keanekaragaman memang lebih rendah dibanding kedua stasiun lainnya. Namun tingkat keanekaragamannya dalam kategori sedang. Meskipun terdapat anak sungai di lokasi stasiun 2, namun posisi Sungai Teluk Nibung yang lebih tinggi tidak menyebabkan aktivitas di anak sungai berpengaruh besar terhadap keanekaragaman fitoplankton di stasiun 2.

Kategori keanekaragaman yang sama di ketiga stasiun juga terlihat dari nilai indeks keseragamannya. Ketiga stasiun memiliki nilai indeks keseragaman pada rentang 0,65-0,73 atau berada kategori tinggi ($>0,6$). Nilai keseragaman yang tinggi menandakan bahwa penyebaran fitoplankton di ketiga stasiun tidak berbeda atau merata (Azzam *et al.*, 2018). Nilai keseragaman berbanding terbalik dengan nilai indeks dominansi yang berarti jika terdapat suatu jenis yang melimpah, maka indeks keseragaman makin rendah dan indeks dominansi semakin tinggi. Sungai Teluk Nibung memiliki nilai indeks keseragaman yang tinggi, sedangkan indeks dominansi rendah.

Meskipun memiliki nilai indeks keseragaman tinggi dan dominansi rendah, namun kelimpahan total fitoplankton di Sungai Teluk Nibung hanya berada pada kategori sedang atau mesotropik (2.000-15.000 Ind./L). Di antara ketiga stasiun, kelimpahan tertinggi ditemukan di stasiun 3. Hal ini bisa disebabkan posisi stasiun 3 yang berada di muara sungai dengan kondisi wilayah terbuka dan tingkat kecerahan lebih tinggi dibanding dua stasiun lainnya. Intensitas cahaya tinggi mendukung keberlangsungan hidup fitoplankton. Kondisi wilayah terbuka berarti tingginya cahaya matahari yang masuk dan dapat membantu proses fotosintesis, sehingga jumlah kelimpahan fitoplankton lebih melimpah (Rafitri *et al.*, 2015). Selain itu, faktor musim juga mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Musim kemarau memiliki penyinaran yang berlangsung secara intensif, sedangkan musim penghujan dengan curah hujan relatif tinggi dan kurangnya penyinaran matahari (Dida *et al.*, 2016; Rahayu *et al.*, 2018). Kelimpahan fitoplankton di Sungai Teluk Nibung pun menunjukkan penurunan di musim penghujan.



Berdasarkan keseluruhan hasil pengukuran faktor fisika-kimia dan perhitungan keempat nilai indeks, dapat dinyatakan bahwa perairan Sungai Teluk Nibung berada dalam kondisi relatif baik. Secara umum, hal ini menandakan bahwa kondisi perairan masih cocok untuk kehidupan biota air. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk melihat dinamika fitoplankton secara temporal untuk memastikan status mutu air dan kondisi lingkungan Sungai Teluk Nibung.

SIMPULAN

Struktur komunitas fitoplankton di Sungai Teluk Nibung berdasarkan hasil pengukuran faktor fisika-kimia, menunjukkan bahwa perairan berada pada kategori kelas 3 atau diperuntukkan bagi aktivitas pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Secara biologi, struktur komunitas fitoplankton di Sungai Teluk Nibung berada pada tingkat keanekaragaman dan kelimpahan sedang, tetapi keseragaman yang tinggi dan dominansi yang rendah. Secara keseluruhan, perairan Sungai Teluk Nibung masih berada dalam kondisi relatif baik atau cocok untuk kehidupan biota air tawar.

SARAN

Perlu dilakukannya penelitian lanjutan mengenai kelimpahan fitoplankton di perairan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini menggunakan sebagian dari dana Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura Tahun Anggaran 2022 dan sebagian lagi dari dana pribadi penulis.

DAFTAR RUJUKAN

- Adrizal, T., Siregar, S. H., & Nurrachmi, I. (2022). Phytoplankton Community Structure in Carocok Tarusan Beach Pesisir Selatan Regency West Sumatra Province. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 3(2), 111-118. <http://dx.doi.org/10.31258/jocos.3.2.111-118>
- Aisoi, L. E. (2019). Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Pesisir Holtekamp Kota Jayapura. *Jurnal Biosilampari*, 2(1), 6-15. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v2i1.620>
- Anwar, A. (2014). Studi Kelimpahan dan Sebaran Phytoplankton secara Horizontal (Kasus Sungai Kuri Lompo Kabupaten Maros). *Jurnal Ilmu Perikanan*, 3(2), 280-286. <https://doi.org/10.26618/octopus.v3i2.548>
- APHA. (2005). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC: American Public Health.
- Astrini, A. D. R., Yusuf, M., & Santoso, A. (2014). Kondisi Perairan terhadap Struktur Komunitas Mikrozoobenthos di Muara Sungai Karanganyar dan Tapak, Kecamatan Tugu, Semarang. *Journal of Marine Research*, 3(1), 27-36. <https://doi.org/10.14710/jmr.v3i1.4594>
- Azzam, F. A. T., Widyorini, N., & Sulardiono, B. (2018). Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Sungai



- Lanangan, Klaten. *Journal of Maquares*, 7(3), 253-262. <https://doi.org/10.14710/marj.v7i3.22549>
- Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Kapuas. (2022). *Peta Adiministrasi Kecamatan Batu Ampar*. Pontianak: Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Balqis, N., Rahimi, S. A., & Damora, A. (2021). Keanekaragaman dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Ekosistem Mangrove Desa Rantau Panjang, Kecamatan Rantau Selamat, Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 1(1), 35-43.
- Biggs, B. J. F., & Kilroy, C. (2000). *Stream Periphyton Monitoring Manual*. New Zealand: NIWA.
- Botes, L. (2003). *Phytoplankton Identification Catalogue*. Saldanha: Globallast Monograph.
- Candramila, W., Lorensa, S. M., Pristalika, Y., & Junardi, J. (2022). Macrozoobenthos Diversity and Functional Feeding Group (FFG) in Berembang River of West Kalimantan. *Biolink : Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan*, 8(2), 218-228. <https://doi.org/10.31289/biolink.v8i2.6131>
- Dida, H. P., Suparman, S., & Widhiyanuriyawan, D. (2016). Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit *Quickscat* dan *Windcat*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 95-101. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jrm.2016.007.02.7>
- Durkin, C. A., Mooy, B. A. S. V., Dyhrman, S. T., & Buesseler, K. O. (2016). Sinking Phytoplankton Associated with Carbon Flux in the Atlantic Ocean. *Limnology and Oceanography*, 61(4), 1172-1187. <https://doi.org/10.1002/lno.10253>
- Evita, I. N. M., Hariyati, R., & Hidayat, J. W. (2021). Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Air di Perairan Pantai Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Jurnal Bioma*, 23(1), 25-32. <https://doi.org/10.14710/bioma.23.1.25-32>
- Harris, G. P. (1986). *Phytoplankton Ecology*. London: Chapman and Hall.
- Hasle, G. R., Dinoflagellates, E. S., Steidinger, K. A., & Tangen, K. (1996). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. San Diego: Academic Press.
- Hasle, G. R., & Syvertsen, E. E. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton*. San Diego: Academic Press.
- Kale, A., & Karthick, B. (2015). The Diatoms: Big Significance of Tiny Glass Houses. *Resonance*, 20(10), 919-930.
- Kamilah, F., Fida, R., & Novita, K. (2014). Keanekaragaman Plankton yang Toleran terhadap Kondisi Perairan Tercemar di Sumber Air Belerang, Sumber Beceng Sumenep, Madura. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 3(3), 226-331.
- Lantang, B., & Pakidi, C. S. (2015). Identifikasi Jenis dan Pengaruh Faktor Oseanografi terhadap Fitoplankton di Perairan Pantai Payum Pantai Lampu Satu Kabupaten. *Agrikan : Jurnal Agribisnis Perikanan*, 8(2), 13-19. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.8.2.13-19>



- Mulyadi, M., & Hasanuddin, H. (2014). *Botani Tumbuhan Rendah*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Nasution, A., Niniek, W., & Frida, P. (2019). Analisis Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dengan Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan Morosari. *Journal of Maquares*, 8(2), 78-86. <https://doi.org/10.14710/marj.v8i2.24230>
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi Edisi ke III*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Pengelolaan Lingkungan Hidup. 2021. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Perdana, A. S., Ario, R., & Endrawati, H. (2020). Jumlah dan Jenis Fitoplankton di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Journal of Marine Research*, 9(3), 261-270. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27493>
- Pereira, L., & Neto, J. M. (2015). *Marine algae; Biodiversity, Taxonomy, Enviromental Assessment, and Biotechnology*. Boca Raton: CRC Press.
- Rafitri, R., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2015). Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Gambut Sungai Ambawang Desa Pancaroba Kecamatan Sungai Ambawang Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Protobiont*, 4(1), 253-259. <https://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v4i1.9793>
- Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. (2018). Analisis Pengaruh Fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap Curah Hujan di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 57-67. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.19299>
- Rahman, E. C., Masjamsir, M., & Rizal, A. (2016). Kajian Variabel Kualitas Air dan Hubungannya dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Waduk Darma Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 7(1), 93-102.
- Raymont, J. E. G. (1980). *Plankton and Productivity in the Ocean*. Mc Millan: A Pergamon Press Book.
- Rikardo, I. (2016). Keragaman Fitoplankton sebagai Indikator Kualitas Perairan Muara Sungai Jang Kota Tanjungpinang. *Skripsi*. Universitas Maritim Raja Ali Haji
- Rudiyanti, S. (2016). Pengaruh Unsur Hara terhadap Kelimpahan Fitoplankton sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Gambir Tembalang Kota Semarang. *Journal of Marqueres*, 5(1), 32-37. <https://doi.org/10.14710/marj.v5i1.10665>
- Rukminasari, N., Nadiarti, N., & Awaluddin, K. (2014). Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut terhadap Konsentrasi Kalsium dan Laju Pertumbuhan *Halimeda* sp., Torani. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 24(1), 28-34. <https://dx.doi.org/10.35911/torani.v24i1.119>
- Safnowandi, S. (2021). Identifikasi Jenis Fitoplankton di Sungai Jangkak Kota Mataram sebagai Bahan Penyusunan Petunjuk Praktikum Ekologi. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 3(2), 31-38. <https://doi.org/10.31605/bioma.v3i2.1257>
- Sahoo, D., & Seckbach, J. (2015). *The Algae Word*. New York: Springer.
- Saputri, G., & Arsi, A. A. (2019). Pemanfaatan Sungai Langkap sebagai Tempat Pembuangan Limbah Rumah Tangga di Kabupaten Purbalingga.



-
- Indonesian Journal of Sociology, Education and Development*, 1(1), 32-41. <https://doi.org/10.52483/ijsed.v1i1.4>
- Sulardiono, B., Sahala, H., & Ali, D. (2015). *Buku Ajar Planktonologi*. Semarang: LPPMP Universitas Diponegoro.
- Suryanti, E. (2016). Keragaman Fitoplankton sebagai Indikator Kualitas Perairan : Kampung Gisi Kecamatan Teluk Bintan Kabupaten Bintan. *Skripsi*. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Kepulauan Riau.
- Susaty, A., Tanjung, S. D., & Hendarto, B. (2014). Distribusi serta Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan Danau Rawa Pening. *Jurnal Bioma*, 3(1), 27-41. <https://doi.org/10.26877/bioma.v3i1,%20April.648>
- Syafriani, R., & Apriadi, T. (2017). Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Estuari Sei Terusan, Kota Tanjungpinang. *Jurnal LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 24(2), 74-82. <http://dx.doi.org/10.14203/limnotek.v24i2.150>
- Tasak, A., Kawaroe, M., & Pratono, T. (2015). Keterkaitan Kekuatan Cahaya dan Kelimpahan Dinoflagellate di Pulau Samalona, Makassar. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 20(2), 113-120.
- Vuuren, S. J. v., Taylor, J., Ginkel, C. v., & Gerber, A. (2006). *Easy Identification of the Most Common Freshwater Algae*. Pretoria: RQS.
- Widiyanti, W. E., Iskandar, Z., & Herawati, H. (2020). Distribusi Spasial Plankton di Sungai Cilalawi, Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 27(2), 117-130. <http://dx.doi.org/10.14203/limnotek.v27i2.299>