Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Water Fertility Based on Phytoplankton and Nutrients in the Banyuasin Estuary, South Sumatra

Dwilova Anandhita[1], Riris Aryawati[1*], T. Zia Ulqodry[1], Heron Surbakti[1], Ellis Nurjuliasti Ningsih[1], Andi Agussalim[1], Yulianto Suteja[2]

[1]Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan, Indonesia;
[2]Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia;

Article History
Received : October 29th, 2026
Revised : November 15th, 2026
Accepted : November 26th, 2026

*Corresponding Author: **Riris Aryawati**, Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
Email: Riris.aryawati@unsri.ac.id

Abstract: Banyuasin Estuary is an estuarine area that supports primary productivity through phytoplankton and nutrient availability. This study aimed to assess water fertility based on phytoplankton abundance, nitrate and phosphate concentrations, and explore their associations with physicochemical parameters. Sampling was conducted in August 2026 at 10 purposively selected stations representing the central and marginal areas of the estuary. Analyses included phytoplankton abundance, community structure, nutrient concentrations, and Principal Component Analysis (PCA) using XLSTAT. Phytoplankton abundance ranged from 2,356 to 25,550 cells/L, indicating mesotrophic to eutrophic conditions across stations. Nitrate concentrations ranged from 0.6525 to 3.1211 mg/L, predominantly classified as mesotrophic, while phosphate concentrations ranged from 0.0112 to 0.7721 mg/L, mostly classified as hypereutrophic. The phytoplankton community was dominated by *Skeletonema*, contributing 74.10% of total abundance. Diversity, evenness, and dominance indices ranged from 0.60–1.30, 0.20–0.40, and 0.46–0.73, respectively. Exploratory PCA revealed patterns of association between phytoplankton abundance and physicochemical parameters across sampling stations, with the first two principal components explaining 62.894% of the total data variation. These findings provide information on spatial variations in water fertility and phytoplankton distribution in Banyuasin Estuary during the study period.

Keywords: Nitrate; Phosphate; Phytoplankton abundance; Water fertility.

Pendahuluan

Perairan Muara Banyuasin merupakan kawasan perairan pesisir di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan, yang memiliki peran penting dalam mendukung keberadaan dan pemanfaatan sumber daya perairan (Yudistira *et al.,* 2023). Kawasan ini memiliki potensi ekologis yang tinggi karena pertemuan antara massa air tawar dan air laut. Proses percampuran kedua massa air tersebut menyebabkan terjadinya pengayaan unsur hara yang mendukung produktivitas perairan (Chilton *et al*., 2021). Masukan nutrien di kawasan muara berasal dari berbagai sumber, seperti aliran sungai, limpasan daratan, dan proses dekomposisi bahan organik yang berlangsung di lingkungan perairan (Kalbuesa *et al*., 2026). Nitrat dan fosfat menjadi nutrien utama yang berperan dalam menunjang produktivitas primer melalui dukungannya terhadap pertumbuhan organisme autotrof (Putrisia *et al*., 2022).

Kesuburan perairan menunjukkan tingkat produktivitas primer suatu ekosistem yang berkaitan dengan ketersediaan unsur hara di lingkungan perairan (Sulasteri *et al*., 2022). Raymont (1963) menyatakan kesuburan perairan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu oligotrofik, mesotrofik, dan eutrofik. Perairan oligotrofik memiliki kandungan unsur hara rendah dengan

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

produktivitas primer yang rendah, sedangkan kondisi mesotrofik menunjukkan tingkat produktivitas sedang sebagai kondisi peralihan. Perairan eutrofik memiliki kandungan nutrien tinggi yang mampu mendukung produktivitas primer lebih besar.

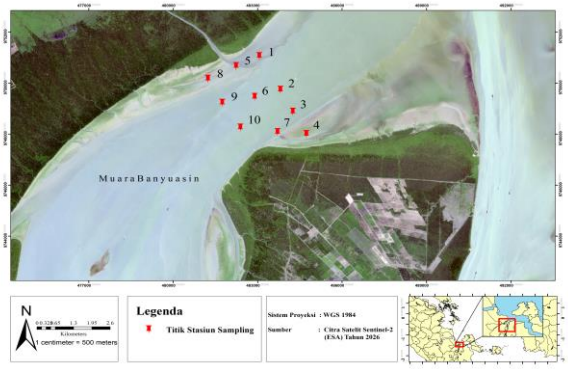
Fitoplankton merupakan organisme autotrof yang berperan sebagai produsen primer melalui proses fotosintesis dan menjadi komponen dasar dalam rantai makanan perairan. Diniariwisan dan Rahmadani (2023) menyatakan bahwa kelimpahan fitoplankton dapat menggambarkan kondisi lingkungan serta status trofik suatu perairan sehingga banyak digunakan sebagai indikator kesuburan perairan. Pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien, terutama nitrogen dan fosfor yang berperan dalam proses metabolisme serta pembentukan biomassa organisme tersebut (Dzakwan *et al*., 2023). Faktor lingkungan seperti suhu, kecerahan, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan arus juga memengaruhi pertumbuhan serta distribusi fitoplankton melalui pengaruhnya terhadap aktivitas fotosintesis, metabolisme, dan penyebaran organisme di perairan (Utami & Fitrinawati, 2025).

Kajian mengenai struktur komunitas fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan Banyuasin telah dilakukan oleh Arazi *et al.* (2019), sedangkan kajian kandungan nutrien di Muara Sungai Banyuasin dilakukan oleh Putri *et al.* (2019). Namun, penelitian yang mengintegrasikan kelimpahan fitoplankton dan kandungan nitrat serta fosfat sebagai indikator kesuburan Perairan Muara Banyuasin masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesuburan Perairan Muara Banyuasin berdasarkan kelimpahan fitoplankton dan kandungan nitrat serta fosfat.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2026 di Perairan Muara Banyuasin, Sumatera Selatan. Titik pengambilan sampel ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Arliana (2025), metode *purposive sampling* digunakan dalam penentuan stasiun penelitian berdasarkan kriteria tertentu yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Pengambilan sampel dilakukan pada 10 titik yang tersebar di bagian tengah dan tepi muara untuk mewakili kondisi perairan pada lokasi penelitian. Peta sebaran stasiun penelitian disajikan pada **Gambar 1**, sedangkan koordinat setiap stasiun disajikan pada **Tabel 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Titik koordinat stasiun penelitian

ST	Longitude	Latitude
1	104.847640	-2.252325
2	104.854366	-2.264256
3	104.858357	-2.272056
4	104.862689	-2.279972
5	104.840227	-2.255880
6	104.846156	-2.266778
7	104.853453	-2.279282
8	104.831218	-2.260353
9	104.835779	-2.268842
10	104.841593	-2.277675

Pengukuran kualitas perairan

Pengukuran kualitas air dilakukan pada setiap titik pengamatan, meliputi suhu, salinitas, dan oksigen terlarut (DO) menggunakan CTD (*Conductivity, Temperature, Depth*), pH menggunakan pH meter, kecepatan arus menggunakan *floating drag*, serta kecerahan menggunakan *secchi disk*. Pengukuran suhu, salinitas, DO, kecerahan dan kecepatan arus dilakukan satu kali pada setiap stasiun, sedangkan pH diukur sebanyak 3 kali pengulangan dan disajikan dalam bentuk nilai rata-rata. Seluruh alat ukur dikalibrasi sebelum digunakan. Pengukuran dilakukan pada lapisan permukaan perairan saat kondisi menuju surut dalam periode pengamatan yang sama.

Pengambilan sampel nutrien

Sampel air diambil langsung dari permukaan perairan menggunakan botol gelap

berukuran 250 mL, kemudian diberi label dan disimpan dalam *cool box* sebelum dikirim ke Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Palembang untuk dianalisis. Analisis nitrat mengacu pada SNI 6989.79:2011, sedangkan fosfat mengacu pada SNI 6989.31:2021. Kedua parameter dianalisis menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis (Arief *et al*., 2023).

Pengambilan sampel fitoplankton

Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan menggunakan *plankton net* dengan ukuran mata jaring 25 µm (Arazi *et al*., 2019). Air permukaan diambil langsung menggunakan ember berkapasitas 10 liter, kemudian disaring menggunakan *plankton net* sebanyak 10 kali hingga mencapai volume total 100 liter pada setiap titik pengamatan. Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol sampel berukuran 100 mL dan diawetkan menggunakan formalin dengan konsentrasi akhir 4% (Aryawati *et al*., 2021). Setiap botol diberi label dan disimpan dalam *cool box* sebelum dianalisis di laboratorium.

Pengamatan fitoplankton dilakukan menggunakan mikroskop trinokuler dengan bantuan *Sedgwick-Rafter Counting Cell* (SRCC). Sampel dihomogenkan terlebih dahulu, kemudian diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam SRCC untuk diamati dan dihitung pada seluruh kotak ruang hitung. Identifikasi fitoplankton dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi hingga tingkat kelas dan genus dengan mengacu pada Yamaji (1966). Nama genus hasil identifikasi selanjutnya diverifikasi menggunakan basis data taksonomi *World Register of Marine Species* (WoRMS). Data hasil identifikasi dan pencacahan selanjutnya digunakan untuk menghitung kelimpahan serta menganalisis struktur komunitas fitoplankton.

Analisis data

Komposisi fitoplankton

Perhitungan komposisi fitoplankton mengacu pada Odum (1993) dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_i = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:
P_i= Komposisi genus (%)
n_i= Kelimpahan genus ke-i
N= Jumlah total kelimpahan fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton

Perhitungan kelimpahan mengacu pada Wickstead (1965) dengan rumus sebagai berikut:

$$D = \frac{q}{f \times v}$$

Keterangan:
D= Kelimpahan fitoplankton (sel/L)
q= Jumlah fitoplankton yang tercacah (sel)
f= Volume air yang diamati (mL) / volume total sampel konsentrat (mL)
v= Volume air yang disaring (L)

Indeks keanekaragaman

Perhitungan indeks keanekaragaman menggunakan indeks Shannon-Wiener mengacu pada Odum (1993) dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:
H′= Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
p_i= Proporsi individu genus ke-i
n_i= Jumlah individu genus ke-i
N= Jumlah total individu fitoplankton

Kriteria indeks keanekaragaman menurut Odum (1993) yaitu:

- $H' < 1$= Keanekaragaman rendah
- $1 \leq H' \leq 3$= Keanekaragaman sedang
- $H' > 3$= Keanekaragaman tinggi

Indeks keseragaman

Perhitungan indeks keseragaman mengacu pada Odum (1993) sebagai berikut:

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

dimana

$$H_{maks} = \ln S$$

Keterangan:
E= Indeks keseragaman
H′= Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
H_{maks}= Nilai keanekaragaman maksimum
S= Jumlah genus

Kriteria indeks keseragaman menurut Odum (1993) yaitu:

- $E > 0{,}6$= Keseragaman tinggi
- $0{,}4 \leq E \leq 0{,}6$= Keseragaman sedang
- $E < 0{,}4$= Keseragaman rendah

Indeks dominansi

Perhitungan indeks dominansi menggunakan indeks Simpson (Odum, 1993) dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:
C= Indeks dominansi Simpson
n_i= Jumlah individu genus ke-i
N= Jumlah total individu fitoplankton

Kriteria indeks dominansi menurut Odum (1993) yaitu:

- $0 < C \leq 0{,}5$ = Tidak terdapat genus yang mendominasi.
- $0{,}5 < C < 1$ = Terdapat genus yang mendominasi.

Klasifikasi Kesuburan Perairan

Tingkat kesuburan perairan ditentukan berdasarkan kelimpahan fitoplankton serta konsentrasi nitrat dan fosfat. Klasifikasi tingkat kesuburan perairan disajikan pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton, konsentrasi nitrat dan fosfat

Kelimpahan fitoplankton (sel/L)	Konsentrasi nitrat (mg/L)	Konsentrasi fosfat (mg/L)	Tingkat kesuburan
0 – 2.000	0 – 1	0,003 – 0,010	Oligotrofik
2.000 – 15.000	1 – 5	0,011 – 0,03	Mesotrofik
> 15.000	5 – 50	0,031 – 0,1	Eutrofik
		> 0,100	Hipereutrofik

Sumber: Klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton (Raymont, 1963) dan berdasarkan konsentrasi nitrat dan fosfat (Vollenweider, 1969 *dalam* Effendi, 2003).

Analisis Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia Perairan

Analisis *Principal Component Analysis* (PCA) dilakukan menggunakan XLSTAT terhadap data hasil pengamatan pada 10 stasiun penelitian. Variabel yang dianalisis meliputi kelimpahan fitoplankton serta parameter fisika-kimia perairan yang terdiri atas suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), kecerahan, kecepatan arus, nitrat, dan fosfat. Analisis PCA menggunakan matriks korelasi sehingga variabel dengan satuan dan rentang pengukuran berbeda dapat dianalisis pada skala yang sebanding melalui standardisasi Z-score. Analisis ini digunakan untuk menggambarkan pola asosiasi antara kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan (Umbekna *et al*., 2026).

Hasil dan Pembahasan

Kualitas perairan

Analisis Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia Perairan

Parameter fisika-kimia yang diamati dalam penelitian ini meliputi salinitas, suhu, oksigen terlarut (DO), pH, kecepatan arus, dan kecerahan yang digunakan untuk menggambarkan kondisi lingkungan Perairan Muara Banyuasin. Hasil pengukuran kualitas perairan pada setiap stasiun pengamatan disajikan pada **Tabel 3**.

Salinitas di Perairan Muara Banyuasin berkisar antara 27,43–28,59 psu. Nilai tersebut memiliki kemiripan dengan beberapa penelitian yang dilakukan di perairan Banyuasin. Kondisi salinitas perairan pesisir dapat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai yang menyebabkan percampuran antara air tawar dan air laut (Effendi, 2003). Perubahan salinitas turut

memengaruhi kemampuan fitoplankton dalam melakukan osmoregulasi, sehingga setiap jenis dapat menunjukkan respons dan kemampuan adaptasi yang berbeda. Hal tersebut menjadikan salinitas sebagai salah satu faktor yang memengaruhi distribusi fitoplankton di perairan (Liswahyuni *et al*., 2026).

Tabel 3. Hasil kualitas perairan di Muara Banyuasin

St	Salinitas (psu)	Suhu (°C)	DO (mg/L)	pH	Arus (m/s)	Kecerahan (cm)
1	27,55	30,01	6,77	7,57	0,19	15
2	28,03	29,54	7,84	7,73	0,24	40
3	28,27	29,68	6,27	7,67	0,19	30
4	28,59	29,59	6,58	7,66	0,15	35
5	27,43	29,08	8,01	7,67	0,19	15
6	27,55	29,82	6,42	7,71	0,24	30
7	28,33	29,10	7,39	7,64	0,17	20
8	27,47	29,60	6,81	7,63	0,22	7,5
9	28,35	28,48	8,16	7,73	0,24	20
10	28,02	29,56	6,68	7,66	0,26	60

Suhu berperan dalam memengaruhi metabolisme, pertumbuhan, dan reproduksi fitoplankton. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton dilaporkan sebesar 20–30 °C (Pertiwi *et al*., 2025). Hasil pengukuran di Perairan Muara Banyuasin menunjukkan suhu sebesar 28,48–30,01 °C, sehingga nilainya masih berada dalam kisaran tersebut. Suhu yang sesuai dapat mendukung aktivitas fisiologis fitoplankton, sedangkan perubahan yang ekstrem berpotensi menghambat pertumbuhannya (Wulandari *et al*., 2025). Perubahan suhu juga berkaitan dengan kandungan oksigen terlarut karena peningkatan suhu dapat menurunkan kelarutan oksigen dalam air (Shekina *et al*., 2024).

Kandungan oksigen terlarut (DO) di Perairan Muara Banyuasin berada pada kisaran 6,27–8,16 mg/L. Konsentrasi tersebut lebih tinggi daripada kisaran 4–5 mg/L yang secara umum dapat mendukung kehidupan organisme akuatik (Sofarini, 2012). Oksigen terlarut mempengaruhi metabolisme organisme perairan, termasuk plankton (Scabra *et al*., 2022). Ketersediaan DO juga berkaitan dengan distribusi, kelimpahan, struktur komunitas, dan kondisi fisiologis plankton (Ainalyaqin dan Abida, 2024). Berdasarkan hasil pengukuran, konsentrasi DO di lokasi penelitian masih mendukung kehidupan organisme akuatik.

Kisaran pH yang sesuai diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas fotosintesis fitoplankton. Menurut Wajihah *et al*. (2025), pertumbuhan plankton didukung oleh pH sebesar 7,0–8,5. Hasil pengukuran di Perairan Muara Banyuasin menunjukkan nilai pH antara 7,57–7,73, yang masih termasuk dalam rentang tersebut. Madjid *et al*. (2025) menjelaskan bahwa pH berperan dalam mendukung fotosintesis fitoplankton dan produktivitas primer perairan. Rentang nilai pH yang relatif sempit pada titik pengamatan menunjukkan bahwa kondisi keasaman perairan selama pengukuran cenderung stabil, yaitu netral hingga sedikit basa.

Pergerakan arus dapat memengaruhi distribusi fitoplankton melalui perpindahan massa air sekaligus membantu penyebaran nutrien dan oksigen terlarut (Siahaya, 2023). Di Perairan Muara Banyuasin, kecepatan arus yang terukur berkisar antara 0,15–0,26 m/s. Berdasarkan klasifikasi Gunawan *et al*. (2022), nilai tersebut termasuk kategori lambat hingga sedang. Variasi kecepatan arus antartitik pengamatan berpotensi menyebabkan perbedaan pola penyebaran fitoplankton.

Kecerahan perairan Muara Banyuasin berkisar antara 7,5–60 cm. Rentang ini menunjukkan adanya variasi kemampuan cahaya menembus kolom air di antara titik pengamatan. Prianto *et al*. (2010) melaporkan kecerahan sebesar 9,5–32 cm di Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan, dan mengategorikannya sebagai rendah. Rendahnya kecerahan di perairan estuari dapat berkaitan dengan turbulensi arus pasang surut dan peningkatan material tersuspensi. Bagi fitoplankton,

kecerahan menentukan ketersediaan cahaya untuk fotosintesis. Penetrasi cahaya yang terbatas dapat menghambat proses fotosintesis dan membatasi zona aktivitas organisme fotosintetik di perairan (Rahmah *et al*., 2022).

Komposisi dan kelimpahan fitoplankton

Komposisi dan kelimpahan fitoplankton menggambarkan jenis serta jumlah fitoplankton yang ditemukan pada setiap stasiun pengamatan. Hasil identifikasi jenis dan perhitungan kelimpahan fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Komposisi dan kelimpahan jenis fitoplankton pada setiap stasiun

Genus	Stasiun										Kelimpahan	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(sel/L)	
Bacillariophyceae												
Actinoptychus	10	12	2	8	50	30	6	60	40	12	230	0,22
Asterionellopsis	0	28	28	24	60	80	24	110	20	26	400	0,38
Cocconeis	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0,01
Coscinodiscus	0	0	0	0	0	0	2	0	20	6	28	0,03
Cyclostephanos	10	1	0	1	10	0	1	0	10	0	33	0,03
Cyclotella	20	2	18	27	10	0	2	0	40	15	134	0,13
Detonula	20	0	0	0	0	0	0	0	0	8	28	0,03
Ditylum	2460	785	542	873	1930	1900	948	8200	3480	534	21652	20,53
Guinardia	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,01
Gyrosigma	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,01
Hemiaulus	10	6	6	2	0	10	4	20	0	0	58	0,05
Hyalodiscus	50	9	7	12	10	10	2	0	20	0	120	0,11
Lauderia	20	12	13	4	0	120	12	80	120	16	397	0,38
Licmophora	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0,01
Nitzschia	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0,01
Odontella	10	14	5	3	10	60	4	40	20	8	174	0,16
Planktoniella	40	4	4	2	20	0	0	0	10	2	82	0,08
Pleurosigma	20	4	8	12	30	0	2	40	20	6	142	0,13
Proboscia	0	0	0	0	0	0	0	0	180	38	218	0,21
Rhizosolenia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00
Skeletonema	12940	2238	1953	1986	14220	10200	2010	16020	15090	1498	78155	74,10
Stephanodiscus	30	18	14	19	40	80	11	10	20	8	250	0,24
Stephanopyxis	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	50	0,05
Synedra	50	6	32	36	40	40	17	110	20	22	373	0,35
Thalassionema	0	0	0	0	0	0	0	0	20	8	28	0,03
Thalassiosira	0	13	0	5	0	0	0	0	0	0	18	0,02
Thalassiothrix	0	5	0	0	0	0	16	60	0	0	81	0,08
Triceratium	20	2	11	9	20	10	4	110	20	6	212	0,20
Chlorophyceae												
Halosphaera	30	24	9	18	30	80	11	20	20	4	246	0,23
Kirchneriella	0	32	26	32	120	220	32	220	80	38	800	0,76
Pandorina	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20	0,02
Pediastrum	0	5	9	5	0	20	12	40	40	18	149	0,14
Ulothrix	0	16	19	19	0	180	12	80	20	13	359	0,34
Cyanophyceae												

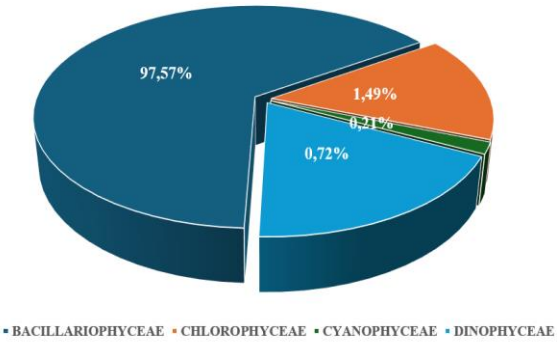
Genus	Stasiun										Kelimpahan	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(sel/L)	
Spirulina	0	0	0	0	0	0	38	140	20	25	223	0,21
Dinophyceae												
Ceratium	0	4	6	4	20	20	4	40	40	9	147	0,14
Cochlodinium	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	80	0,08
Dinophysis	10	20	15	6	30	10	4	30	20	16	161	0,15
Diplopsalis	20	28	18	8	60	10	8	20	20	10	202	0,19
Noctiluca	0	0	2	0	10	0	0	0	20	2	34	0,03
Peridinium	20	2	11	6	20	30	2	20	20	8	139	0,13
TOTAL	15810	3290	2759	3121	16750	13190	3188	25550	19460	2356	105474	100

Hasil identifikasi fitoplankton pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin berkisar antara 2.356–25.550 sel/L antarstasiun pengamatan, dengan variasi kelimpahan antargenus pada setiap stasiun. Genus yang ditemukan memiliki kemampuan adaptasi yang berbeda terhadap kondisi lingkungan perairan, terutama dalam memanfaatkan sumber nutrien dan mempertahankan keberadaannya pada ekosistem estuari yang mengalami perubahan kondisi secara dinamis. Genus *Skeletonema* merupakan jenis dengan kelimpahan tertinggi sebesar 78.155 sel/L (74,10%) dan ditemukan pada seluruh stasiun pengamatan. Tingginya kelimpahan *Skeletonema* menunjukkan bahwa genus tersebut mampu berkembang dengan baik pada kondisi Perairan Muara Banyuasin. Aryawati *et al.* (2018) melaporkan bahwa *Skeletonema* menjadi salah satu genus dominan di Estuaria Banyuasin dengan kontribusi mencapai 98,71% dari total kelimpahan fitoplankton. Dominasi genus ini juga ditemukan pada beberapa penelitian sebelumnya di wilayah Banyuasin yang menunjukkan bahwa *Skeletonema* sering menjadi kelompok fitoplankton dengan kelimpahan tinggi (Rozirwan *et al.,* 2022; Aryawati *et al*., 2017).

Kemampuan *Skeletonema* dalam mendominasi suatu perairan berkaitan dengan karakteristik ekologisnya yang mampu hidup secara berkoloni dan membentuk rantai sel panjang. Struktur tersebut memberikan keuntungan dalam mempertahankan populasi serta meningkatkan kemampuan kompetisi terhadap organisme fitoplankton lainnya (Samudera *et al*., 2021). *Skeletonema* merupakan salah satu diatom yang sering mengalami peningkatan kelimpahan (*blooming*) pada beberapa perairan karena memiliki kemampuan menyerap nutrien secara efektif dan mampu berkembang pada kondisi lingkungan yang mendukung (Gurning *et al*., 2020).

Genus *Ditylum* memiliki kelimpahan tertinggi kedua, yaitu 21.652 sel/L (20,53%). Kelimpahan tersebut menunjukkan bahwa Perairan Muara Banyuasin juga mendukung keberadaan genus diatom lain selain *Skeletonema*. Genus *Asterionellopsis*, *Lauderia*, *Kirchneriella*, dan *Ulothrix* ditemukan dengan kelimpahan yang lebih rendah. Perbedaan kelimpahan antarjenis tersebut mengindikasikan adanya variasi komposisi fitoplankton yang berkaitan dengan kemampuan adaptasi masing-masing genus terhadap kondisi lingkungan perairan. Persentase komposisi jenis fitoplankton pada setiap kelas di Perairan Muara Banyuasin disajikan pada **Gambar 2**.

Komposisi kelimpahan fitoplankton berdasarkan kelas di Perairan Muara Banyuasin menunjukkan bahwa komunitas fitoplankton didominasi oleh Bacillariophyceae dengan kontribusi sebesar 97,57%, sedangkan kelas Chlorophyceae, Dinophyceae, dan Cyanophyceae memiliki proporsi yang lebih rendah, yaitu masing-masing sebesar 1,49%, 0,72%, dan 0,21% (Gambar 2). Dominasi tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan Perairan Muara Banyuasin lebih mendukung perkembangan kelompok Bacillariophyceae dibandingkan kelompok fitoplankton lainnya.



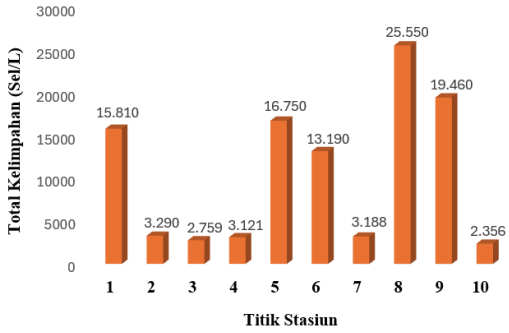
Gambar 2. Diagram komposisi jenis fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin

Tingginya proporsi Bacillariophyceae pada perairan pesisir dan estuari merupakan fenomena yang umum ditemukan. Fitrianti (2022) menyatakan bahwa Bacillariophyceae memiliki distribusi yang luas serta mampu berkembang pada berbagai habitat, termasuk perairan laut, pesisir, dan estuari. Kelompok ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan serta mampu memanfaatkan unsur hara secara optimal, sehingga sering menjadi kelompok dominan pada perairan dengan produktivitas primer tinggi (Lubis *et al*., 2023). Kondisi Perairan Muara Banyuasin yang memperoleh pengaruh dari aliran sungai dan aktivitas daratan memungkinkan terjadinya masukan nutrien yang mendukung pertumbuhan fitoplankton.

Ketersediaan unsur hara seperti nitrat dan fosfat berperan penting dalam menunjang proses fotosintesis dan pembentukan biomassa fitoplankton. Kemampuan Bacillariophyceae dalam merespons peningkatan nutrien secara cepat menyebabkan kelompok ini lebih kompetitif dibandingkan kelompok lainnya (Hadi *et al*., 2023). Kelompok Chlorophyceae, Dinophyceae, dan Cyanophyceae ditemukan dengan persentase lebih rendah dibandingkan Bacillariophyceae. Keberadaan kelompok tersebut menunjukkan bahwa komunitas fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin tetap memiliki variasi taksa meskipun didominasi.

Kelimpahan Total Fitoplankton

Kelimpahan total fitoplankton digunakan untuk menggambarkan jumlah individu fitoplankton yang terdapat pada masing-masing stasiun pengamatan. Hasil perhitungan kelimpahan total fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kelimpahan fitoplankton pada setiap stasiun

Kelimpahan fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin menunjukkan perbedaan antarstasiun pengamatan dengan nilai berkisar antara 2.356–25.550 sel/L (Gambar 3). Nilai kelimpahan tertinggi ditemukan pada Stasiun 8 sebesar 25.550 sel/L, diikuti oleh Stasiun 9 sebesar 19.460 sel/L, Stasiun 5 sebesar 16.750 sel/L, dan Stasiun 1 sebesar 15.810 sel/L. Nilai terendah ditemukan pada Stasiun 10 sebesar 2.356 sel/L, sedangkan stasiun lainnya berada pada kisaran 2.759–13.190 sel/L. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat produktivitas primer di Perairan Muara Banyuasin tidak memiliki kondisi yang sama pada seluruh lokasi pengamatan.

Tingkat kesuburan perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton menunjukkan bahwa Stasiun 8, 9, 5, dan 1 berada pada kategori eutrofik, sedangkan Stasiun 2, 3, 4, 6, 7, dan 10 termasuk kategori mesotrofik. Nilai kelimpahan yang lebih tinggi pada beberapa stasiun menunjukkan kemampuan perairan dalam mendukung produktivitas primer yang lebih besar. Tidak ditemukannya kondisi oligotrofik menunjukkan bahwa seluruh lokasi pengamatan masih memiliki tingkat kesuburan yang mampu mendukung keberadaan komunitas fitoplankton. Kelimpahan tertinggi yang ditemukan pada Stasiun 8 dan Stasiun 9 diduga berkaitan dengan posisi kedua stasiun yang relatif lebih dekat dengan aliran sungai. Kondisi ini sejalan dengan penelitian di Muara Sungai Banyuasin yang menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton bervariasi antarstasiun dan sebarannya tidak merata, dengan pola penyebaran yang cenderung mengelompok (Isnaini, 2012).

Konsentrasi Nutrien

Konsentrasi nitrat dan fosfat merupakan parameter nutrien yang digunakan untuk menggambarkan ketersediaan unsur hara serta tingkat kesuburan perairan. Kedua nutrien tersebut berperan dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton dan produktivitas perairan. Hasil pengukuran konsentrasi nitrat dan fosfat beserta klasifikasi tingkat kesuburan perairan pada setiap stasiun pengamatan disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Konsentrasi nitrat dan fosfat pada setiap stasiun

St	Konsentrasi Nitrat (mg/L)	Kategori Kesuburan	Konsentrasi Fosfat (mg/L)	Kategori Kesuburan
1	2,0752	Mesotrofik	0,2142	Hipereutrofik
2	1,9221	Mesotrofik	0,7721	Hipereutrofik
3	0,9622	Oligotrofik	0,0662	Eutrofik
4	1,0025	Mesotrofik	0,2761	Hipereutrofik
5	1,5241	Mesotrofik	0,0112	Mesotrofik
6	2,0052	Mesotrofik	0,4531	Hipereutrofik
7	3,1211	Mesotrofik	0,2411	Hipereutrofik
8	2,5241	Mesotrofik	0,0552	Eutrofik
9	1,0022	Mesotrofik	0,0115	Mesotrofik
10	0,6525	Oligotrofik	0,2133	Hipereutrofik

Konsentrasi nitrat di Perairan Muara Banyuasin menunjukkan variasi antarstasiun pengamatan dengan kisaran nilai 0,6525–3,1211 mg/L (Tabel 5). Nilai nitrat tertinggi ditemukan pada Stasiun 7 sebesar 3,1211 mg/L, sedangkan nilai terendah terdapat pada Stasiun 10 sebesar 0,6525 mg/L. Berdasarkan kategori tingkat kesuburan, sebagian besar stasiun berada pada kondisi mesotrofik, sedangkan Stasiun 3 (0,9622 mg/L) dan Stasiun 10 (0,6525 mg/L) termasuk kategori oligotrofik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan nitrogen di Perairan Muara Banyuasin secara umum berada pada tingkat sedang dan masih dapat mendukung produktivitas primer perairan. Permatasari *et al.* (2016) menyatakan bahwa konsentrasi nitrat optimum untuk pertumbuhan fitoplankton berada pada kisaran 0,9–3,5 mg/L. Perairan Muara Banyuasin memperoleh masukan nutrien dari aliran sungai dan aktivitas daratan di sekitarnya.

Masukan nutrien tersebut dapat memengaruhi tingkat produktivitas perairan melalui peningkatan ketersediaan unsur hara (Isnaini *et al*., 2024). Peningkatan kandungan nitrat dalam suatu perairan dapat menyebabkan pengayaan nutrien (*eutrofikasi*) apabila berlangsung secara terus-menerus dalam jumlah tinggi (Rumanti *et al*., 2014). Namun, tingginya konsentrasi nitrat tidak selalu menyebabkan peningkatan kelimpahan fitoplankton karena nitrat merupakan salah satu faktor pembatas dalam pertumbuhan fitoplankton (Gurning *et al*., 2020).

Konsentrasi fosfat di Perairan Muara Banyuasin memiliki kisaran nilai 0,0112–0,7721 mg/L (Tabel 5). Nilai fosfat tertinggi ditemukan pada Stasiun 2 sebesar 0,7721 mg/L, sedangkan nilai terendah terdapat pada Stasiun 5 sebesar 0,0112 mg/L. Berdasarkan klasifikasi kesuburan perairan yang digunakan, Stasiun 1, 2, 4, 6, 7, dan 10 termasuk kategori hipereutrofik. Stasiun 3 dan 8 termasuk kategori eutrofik, sedangkan Stasiun 5 dan 9 termasuk kategori mesotrofik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kategori hipereutrofik mendominasi lokasi pengamatan berdasarkan konsentrasi fosfat. Permatasari *et al.* (2016) menyatakan bahwa kandungan fosfat optimum untuk pertumbuhan fitoplankton di perairan berkisar antara 0,09–1,8 mg/L.

Perbandingan konsentrasi fosfat hasil pengamatan dengan kisaran optimum tersebut menunjukkan bahwa Stasiun 1, 2, 4, 6, 7, dan 10 berada dalam kisaran yang dilaporkan, sedangkan Stasiun 3, 5, 8, dan 9 memiliki konsentrasi di bawah kisaran tersebut. Konsentrasi fosfat yang relatif tinggi menunjukkan ketersediaan unsur fosfor yang lebih besar sehingga berpotensi mendukung produktivitas primer perairan. Senyawa fosfat di perairan dapat berasal dari sumber alami, seperti erosi tanah dan pelapukan tumbuhan, sedangkan peningkatannya dapat dipengaruhi oleh masukan

limbah domestik, industri, serta dekomposisi bahan organik (Hamuna *et al*., 2018).

Struktur Komunitas Fitoplankton

Struktur komunitas fitoplankton dianalisis berdasarkan indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C) untuk menggambarkan kondisi komunitas fitoplankton pada setiap stasiun pengamatan. Hasil analisis struktur komunitas fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Struktur komunitas fitoplankton pada setiap stasiun

St	Keanekaragaman (H')	Keseragaman (E)	Dominansi (C)
1	0,62	0,20	0,69
2	1,04	0,32	0,52
3	1,06	0,33	0,54
4	1,08	0,34	0,48
5	0,60	0,20	0,73
6	0,89	0,30	0,62
7	0,97	0,30	0,49
8	0,96	0,30	0,50
9	0,78	0,23	0,63
10	1,30	0,40	0,46

Hasil analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin menunjukkan nilai berkisar antara 0,60–1,30 (Tabel 6). Berdasarkan kriteria Odum (1993), nilai tersebut termasuk dalam kategori keanekaragaman rendah hingga sedang, dimana nilai H' <1 menunjukkan keanekaragaman rendah dan 1≤H'≤3 menunjukkan keanekaragaman sedang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar nilai indeks keanekaragaman berada pada kategori rendah hingga mendekati sedang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa komunitas fitoplankton memiliki tingkat keanekaragaman yang relatif rendah dan belum sepenuhnya stabil karena adanya perbedaan jumlah individu antar genus dalam komunitas (Astriana *et al*., 2022).

Indeks keseragaman (E) fitoplankton memiliki nilai berkisar antara 0,20–0,40 (Tabel 6). Berdasarkan kriteria Odum (1993), nilai tersebut termasuk dalam kategori keseragaman rendah pada Stasiun 1–9 karena berada pada E < 0,4, sedangkan Stasiun 10 termasuk dalam kategori keseragaman sedang dengan nilai E sebesar 0,40. Rendahnya nilai keseragaman pada sebagian besar stasiun menunjukkan bahwa distribusi individu antargenus fitoplankton belum merata, sehingga terdapat genus tertentu yang memiliki jumlah individu lebih tinggi dibandingkan genus lain (Ginanjar *et al*., 2025).

Indeks dominansi (C) menunjukkan nilai berkisar antara 0,46–0,73 (Tabel 6). Berdasarkan kriteria Odum (1971), nilai dominansi 0<C≤0,5 menunjukkan tidak terdapat genus yang mendominasi, sedangkan nilai 0,5<C<1 menunjukkan adanya genus yang mendominasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai dominansi pada Perairan Muara Banyuasin berada pada kondisi yang cukup tinggi, dengan beberapa stasiun menunjukkan adanya kecenderungan dominansi genus tertentu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa distribusi individu antar genus belum sepenuhnya merata, karena terdapat genus tertentu yang memiliki kemampuan adaptasi lebih baik terhadap kondisi lingkungan (Sari *et al*., 2013).

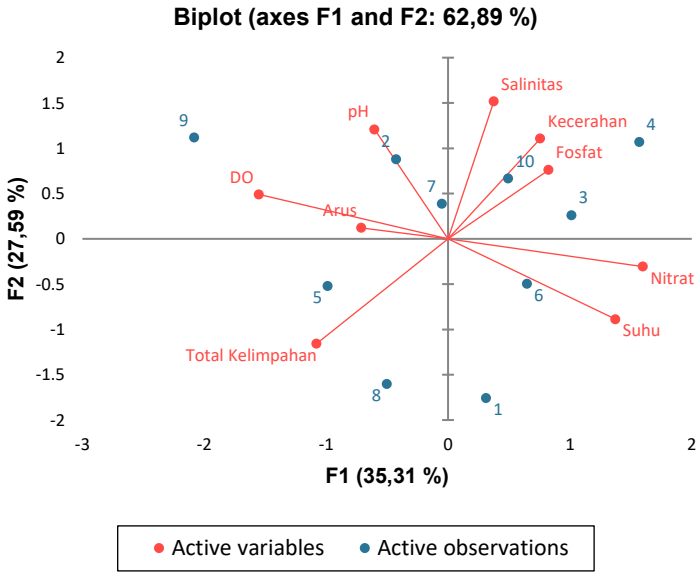
Hasil analisis struktur komunitas fitoplankton di Perairan Muara Banyuasin menunjukkan kondisi komunitas yang cenderung belum stabil dengan adanya pengaruh dominansi genus tertentu. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian Aryawati *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa komunitas fitoplankton di Estuaria Banyuasin memiliki kondisi perairan yang kurang stabil akibat dominansi tinggi oleh genus *Skeletonema*.

Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia Perairan

Analisis *Principal Component Analysis* (PCA) dilakukan untuk menggambarkan pola kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan serta karakteristik masing-masing stasiun pengamatan di Perairan Muara Banyuasin. Hasil analisis PCA disajikan pada **Gambar 4**.

Analisis kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan pada setiap stasiun menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) disajikan dalam bentuk biplot pada Gambar 4. Parameter yang digunakan mencakup kelimpahan fitoplankton, suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), pH, kecerahan, kecepatan arus, nitrat, dan fosfat. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen utama F1 dan F2 menjelaskan 62,894% keragaman data, masing-masing sebesar 35,305% dan 27,589%, sedangkan 37,106%

sisanya belum terwakili oleh kedua komponen tersebut. Arah vektor pada biplot memperlihatkan bahwa kelimpahan fitoplankton memiliki kecenderungan asosiasi positif dengan DO dan kecepatan arus karena arah vektornya relatif sejalan. Arah vektor kelimpahan yang berlawanan dengan salinitas, kecerahan dan fosfat mengindikasikan kecenderungan asosiasi negatif dengan parameter tersebut.



Gambar 4. Analisis komponen utama kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia pada setiap stasiun

Posisi stasiun pada biplot menunjukkan pola keterkaitan yang berbeda terhadap variabel-variabel yang dianalisis. ST5 dan ST8 terletak pada arah yang relatif sejalan dengan vektor kelimpahan fitoplankton, sedangkan ST9 berada pada arah yang berkaitan dengan DO dan kecepatan arus. Posisi ST4 dan ST10 cenderung searah dengan vektor kecerahan, sementara ST3 berada relatif dekat dengan arah vektor fosfat. ST2 menunjukkan kedekatan dengan arah pH, sedangkan ST6 dan ST1 berada pada sisi yang sama dengan arah suhu dan nitrat. ST7 terletak di sekitar pusat biplot dan tidak memperlihatkan keterkaitan yang menonjol dengan variabel tertentu.

Kesimpulan

Perairan Muara Banyuasin menunjukkan kondisi kesuburan yang bervariasi berdasarkan kelimpahan fitoplankton dan ketersediaan nutrien selama pengamatan pada Agustus 2026. Kelimpahan fitoplankton antarstasiun berkisar 2.356–25.550 sel/L yang menunjukkan kategori kesuburan mesotrofik hingga eutrofik. Kandungan nutrien menunjukkan konsentrasi nitrat berkisar 0,6525–3,1211 mg/L dengan dominasi kategori mesotrofik, sedangkan fosfat berkisar 0,0112–0,7721 mg/L yang didominasi kategori hipereutrofik. Komposisi fitoplankton didominasi oleh genus *Skeletonema* dengan kelimpahan 78.155 sel/L (74,10%). Hasil analisis PCA secara eksploratif memperlihatkan pola asosiasi antara kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan, dengan dua komponen utama menjelaskan 62,894% keragaman data.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah kompetitif tahun 2026 dengan SK Rektor Nomor: 0015/UN9.R/SK.R3.LPPM/2026 dan Kontrak Penelitian Nomor 0212.201/UN9.LPPM/SB3. ADM/2026.

Referensi

Ainalyaqin, M. I., & Abida, I. W. (2024). Korelasi kandungan oksigen terlarut dan

pH terhadap keanekaragaman plankton di Sungai Kalidami Kota Surabaya. *Environmental Pollution Journal, 4*(1), 895–905. https://doi.org/10.58954/epj.v4i1.171

Arazi, R., Isnaini, & Fauziyah. (2019). Struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton serta keterkaitannya dengan parameter fisika-kimia di Perairan Pesisir Banyuasin Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Penelitian Sains, 21*(1), 1–9. https://doi.org/10.56064/jps.v21i1.524

Arief, A. F. R., Suryono, C. A., & Setyati, W. A. (2023). Tingkat kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a di Kabupaten Jepara. *Journal of Marine Research, 12*(4), 754–761. https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.41718

Aryawati, R., Bengen, D. G., Prartono, T., & Zulkifli, H. (2017). Abundance of phytoplankton in the coastal waters of South Sumatera. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences, 22*(1), 31–39. https://doi.org/10.14710/ik.ijms.22.1.31-39

Aryawati, R., Ulqodry, T. Z., Surbakti, H., & Ningsih, E. N. (2018). Populasi fitoplankton *Skeletonema* di estuaria Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 10*(2), 269–275. https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i2.18730

Astriana, B. H., Putra, A. P., & Junaidi, M. (2022). Kelimpahan fitoplankton sebagai indikator kualitas perairan di perairan laut Labangka, Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Perikanan, 12*(4), 710–721. https://doi.org/10.29303/jp.v12i4.400

Cahyani, L. E., Irma, K., & Haumahu, S. (2023). Pengaruh perubahan gradien suhu dan salinitas terhadap struktur komunitas fitoplankton di perairan Teluk Ambon. *Jurnal Kelautan Tropis, 26*(3), 543–553. https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.19817

Chilton, D., Hamilton, D. P., Nagelkerken, I., Cook, P., Hipsey, M. R., Reid, R., Sheaves, M., Waltham, N. J., & Brookes, J. (2021). Environmental flow requirements of estuaries: Providing resilience to current and future climate and direct anthropogenic changes. *Frontiers in Environmental Science, 9*, 764218. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.764218

Diniariwisan, D., & Rahmadani, T. B. C. (2023). Kondisi kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton di perairan Pantai Senggigi Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Perikanan Unram, 13*(2), 387–395. https://jperairan.unram.ac.id/index.php/JP/article/download/504/313

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

Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius.

Febrian, I., Nursaadah, E., & Karyadi, B. (2022). Analisis indeks keanekaragaman, keragaman, dan dominansi ikan di Sungai Aur Lemau Kabupaten Bengkulu Tengah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi, 10*(2), 600–612. https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5056

Fitrianti, F. B., Ario, R., & Widianingsih. (2022). Struktur komunitas fitoplankton di Perairan Pantai Megaproyek PLTU Batang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research, 11*(3), 437–445. https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.31697

Ginanjar, A. R., Purnomo, P. W., & Jati, O. M. L. (2025). Analisis status trofik menggunakan Zooplankton Biotic Index (ZBI) pada zona perairan di kawasan konservasi pesisir Ujungnegoro Batang. *Jurnal Pasir Laut, 9*(2), 125–137. https://doi.org/10.14710/jpl.2025.74011

Gunawan, N., Apriadi, T., & Muzammil, W. (2022). Pola sebaran nutrien dan kelimpahan fitoplankton di Perairan Pulau Pangkil Kecamatan Teluk Bintan Kabupaten Bintan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology, 15*(2), 106–121. https://doi.org/10.21107/jk.v15i2.11391

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. https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27483

Hadi, Y. S., Japa, L., & Zulkifli, L. (2023). Bacillariophyceae diversity as bioindicator of pollution in the coastal waters of Klui Beach, North Lombok. *Jurnal Biologi Tropis, 23*(1), 73–79. https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4387

Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, Maury, H. K., & Alianto. (2018). Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 16*(1), 35–43. https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43

Isnaini. (2012). Struktur komunitas fitoplankton di perairan Muara Sungai Banyuasin Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspari Journal, 4*(1), 58–68. https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/maspari/article/view/1342

Isnaini, Diansyah, G., Ulqodry, T. Z., Surbakti, H., Arsyei, L. F., & Aryawati, R. (2024). Distribusi klorofil-a menggunakan citra satelit Landsat 8 di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina, 13*(3), 391–400. https://doi.org/10.14710/buloma.v13i3.61216

Kalbuesa, H. Z., Maslukah, L., Ismanto, A., & Zainuri, M. (2026). Studi sebaran nitrat di perairan Betahwalang, Kabupaten Demak. *Indonesian Journal of Oceanography, 8*(3), 264–278. https://doi.org/10.14710/ijoce.v8i3.31725

Liswahyuni, A., Fauzi, I., Zulkifli, A. T. A. R., Alamsyah, R., Uspar, U., & Permatasari, A. (2026). Plankton biodiversity as an indicator of the health of the estuary ecosystem in Sinjai Regency, South Sulawesi. *Buletin Poltanesa, 27*(1), 461–468. https://doi.org/10.51967/tanesa.v27i1.3617

Lubis, F., Lisdayanti, E., & Najmi, N. (2023). Kelimpahan dan indeks ekologi jenis plankton di Perairan Pulau Seurudong, Aceh Selatan. *Habitus Aquatica, 4*(1), 23–33. https://doi.org/10.29244/HAJ.4.1.23

Madjid, I., Priosambodo, D., Ambeng, A., & Rasyid, S. A. (2025). Kelimpahan dan keanekaragaman plankton pada ekosistem berbeda di perairan Pulau Barrang Lompo Kota Makassar. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar, 10*(1), 65–78. https://doi.org/10.20956/bioma.v10i1.36485

Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology* (3rd ed.). W. B. Saunders Company.

Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar ekologi* (Edisi ke-3). Gadjah Mada University Press.

Permatasari, R. D., Djuwito, & Irwani. (2016). Pengaruh kandungan nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan diatom di Muara Sungai Wulan, Demak. *Diponegoro Journal of Maquares, 5*(4), 224–232. https://doi.org/10.14710/marj.v5i4.14411

Pertiwi, T., Tugiyono, T., Susanto, G. N., & Hadayani, K. (2025). Analisis keanekaragaman dan kelimpahan plankton di Sungai Way Awi dan hubungannya dengan kualitas air. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES), 12*(2), 64–76. https://doi.org/10.14710/marj.v12i2.48569

Prianto, E., Husnah, H., & Aprianti, S. (2010). Karakteristik fisika kimia perairan dan struktur komunitas zooplankton di estuari Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *BAWAL: Widya Riset Perikanan Tangkap, 3*(3), 149–157. https://doi.org/10.15578/bawal.3.3.2010.149-157

Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Fauziyah, Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 11*(1), 65–74. https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.18861

Putrisia, A. V., Ain, C., & Rahman, A. (2022). Analisa produktivitas primer sebagai upaya pengelolaan kualitas air di Waduk Jatibarang, Semarang. *Jurnal Triton, 18*(1), 1–9. https://doi.org/10.30598/TRITONvol18issue1page1-9

Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan fitoplankton dan kaitannya dengan beberapa parameter lingkungan perairan di estuari Sei Carang Kota Tanjungpinang. *Journal of Marine Research, 11*(2), 189–200.

https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945

Raymont, J. E. Q. (1963). *Plankton and productivity in the oceans*. Pergamon Press.

Rozirwan, Nugroho, R. Y., Wulandari, P. I., Aryawati, R., Fauziyah, Putri, W. A. E., Agussalim, A., & Isnaini. (2022). Bacillariophyceae distribution and water quality in estuarine-mangrove environments: The commonest phytoplankton in Musi Estuary, Indonesia. *Journal of Hunan University Natural Sciences, 49*(12), 78–88. https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.49.12.8

Rumanti, M., Rudiyanti, S., & Nitisupardjo, M. (2014). Hubungan antara kandungan nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di Sungai Bremi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES), 3*(1), 168–176. https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4434

Samudera, L. G., Widianingsih, & Suryono. (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

Sari, R. M., Ngabekti, S., & Martin, F. P. H. B. (2013). Keanekaragaman fitoplankton di aliran sumber air panas Condrodimuko Gedongsongo Kabupaten Semarang. *Unnes Journal of Life Science, 2*(1), 9–15. https://doi.org/10.15294/unnesjlifesci.v2i1.2725

Scabra, A. R., Afriadin, A., & Marzuki, M. (2022). Efektivitas peningkatan oksigen terlarut menggunakan perangkat microbubble terhadap produktivitas ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan, 12*(1), 13–21. https://doi.org/10.29303/jp.v12i1.269

Shekina, P. N., Ramadhani, N. I., Putri, N. D., Kurniati, S. A., & Agustin, C. E. (2024). Pengaruh kualitas air terhadap keanekaragaman plankton di Bozem: Analisis parameter fisik, kimia, dan biologi ekosistem perairan. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa, 2*(6), 1–9. https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i6.256

Siahaya, R. A. (2023). Identifikasi jenis-jenis plankton di perairan Pantai Gunung Api, Kecamatan Banda, Kabupaten Maluku Tengah. *JUSTE: Journal of Science and Technology, 3*(2), 111–120. https://doi.org/10.51135/justevol3issue2page111-120

Sofarini, D. (2012). Keberadaan dan kelimpahan fitoplankton sebagai salah satu indikator kesuburan lingkungan perairan di Waduk Riam Kanan. *EnviroScienteae, 8*(1), 23–29. https://doi.org/10.20527/es.v8i1.2064

Sulasteri, S., Apriadi, T., & Melani, W. R. (2022). Tingkat kesuburan perairan Desa Mantang Baru, Kecamatan Mantang, Kabupaten Bintan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology, 15*(2), 100–105. https://doi.org/10.21107/jk.v15i2.11389

Umbekna, S., Wijayanti, L. A. S., Tuhumena, L., Hisyam, M., Manalu, K. A. A., Gea, L., Rumbiak, K., & Sinaga, A. R. E. (2026). Keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton di perairan Teluk Youtefa, Kota Jayapura. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan, 22*(1), 32–42. https://doi.org/10.30598/TRITONvol22issue1page32-42

Utami, E. S., & Fitrinawati, H. (2025). Status kesuburan berdasarkan fitoplankton di perairan Danau Waren, Tual. *Jurnal Pertanian Terpadu, 13*(1), 13–28. https://doi.org/10.36084/jpt.v13i1.602

Wajihah, M., Sudarso, V. S., Nadiah, A., Hidayati, N. V., Samudra, S. R., & Irawan, H. (2025). Parameter pH terhadap kelimpahan plankton di kolam pembenihan ikan (*Osteochilus hasseltii*) nilem Balai Benih Ikan Tambaksogra, Banyumas. *Jurnal Perikanan Pantura, 8*(2), 824–827. https://doi.org/10.30587/jpp.v8i2.9478

Wickstead, J. H. (1965). *An introduction to the study of tropical plankton*. Hutchinson & Co.

Wulandari, D. J., Larasati, C. E., & Paryono, P. (2025). Abundance of plankton types and diversity in the water of Teluk Nare, North Lombok. *Jurnal Biologi Tropis, 25*(3), 2822–2830. https://doi.org/10.29303/jbt.v25i3.9576

Yudistira, A., Agustriani, F., & Fauziyah, F. (2023). Pemantauan perubahan garis pantai pesisir Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspari: Marine Science Research, 15*(1), 23–31. https://doi.org/10.56064/maspari.v15i1.19