



**Analisis keterkaitan nutrisi dan dinamika fitoplankton di tambak secure  
Kampung Pegat Batumbuk Kalimantan Timur**

***Analysis of nutrient linkages and phytoplankton dynamics in the secure pond of  
Kampung Pegat Batumbuk, Berau, East Kalimantan***

Agustinus Wohe, Nurfadilah, Dewi Embong Bulan\*

<sup>1</sup> Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Mulawarman  
e-mail: dewi.embong@fpik.unmul.ac.id

**ABSTRAK**

*Shrimp-Carbon Aquaculture (SECURE)* merupakan bentuk budidaya tambak yang berjalan beriringan dengan upaya restorasi mangrove. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara ketersediaan nutrisi dengan kelimpahan fitoplankton di tambak *SECURE*. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 hingga Maret 2024 di Kampung Pegat Batumbuk Berau Kalimantan Timur. Metode penelitian yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan mengukur konsentrasi nutrisi pada 4 stasiun penelitian dengan 3 titik sampling pada masing-masing stasiun yaitu mangrove alami (BM), tambak tradisional (BNSP), *SECURE* mangrove (BSM) dan tambak *SECURE* (BSP). Data fitoplankton juga diambil pada masing-masing stasiun di dasar dan permukaan tambak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah fitoplankton yang teridentifikasi sebanyak 22 spesies dari 2 kelas yaitu *Bacillariophyceae* dan *Cyanophyceae*. Kelimpahan fitoplankton pada permukaan dan dasar rata-rata berkisar antara 98–296 ind/L dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun mangrove alami (BM1) dan kelimpahan terendah pada stasiun tambak tradisional (BNSP 2). Konsentrasi nitrat tertinggi ditemukan pada stasiun BM2 sebesar 0,210 mg/L dan terendah pada stasiun BNSP2 sebesar 0,043 mg/L. Sementara itu, konsentrasi fosfat tertinggi pada stasiun BM1 sebesar 0,041 mg/L dan terendah pada stasiun BSP3 sebesar 0,003 Mg/L. Konsentrasi nutrisi pada seluruh stasiun masih berada sesuai dengan baku mutu air sungai untuk budidaya (PP RI No. 22 Tahun, 2021). Uji regresi linear berganda menunjukkan bahwa konsentrasi nitrit dan fosfat berpengaruh signifikan terhadap kelimpahan fitoplankton.

**Kata Kunci:** Tambak *SECURE*, nutrisi, kelimpahan, dan fitoplankton

**ABSTRACT**

*Shrimp-carbon aquaculture (SECURE)* is a form of aquaculture that goes hand in hand with mangrove restoration efforts. This study aimed to determine the relationship between nutrient availability and phytoplankton abundance in *SECURE* ponds. The research was conducted from October 2023 to March 2024 in Kampung Pegat Batumbuk Berau, East Kalimantan. The research method used was *purposive sampling* by measuring nutrient concentrations at 4 research stations with 3 sampling points at each station, namely natural mangrove (BM), traditional pond (BNSP), *SECURE* mangrove (BSM), and *SECURE* pond (BSP). Phytoplankton data were also taken at each station at the bottom and surface of the pond. The results showed that the number of phytoplankton identified was as many as 22 species from 2 classes, namely *Bacillariophyceae* and *Cyanophyceae*.



*Phytoplankton abundance on the surface and bottom of the average ranged from 98-296 ind/L, with the highest abundance at the natural mangrove station (BM) and the lowest abundance at the traditional pond (BNSP 2). The highest nitrate concentration was found at the BM2 station at 0.210 mg/L, and the lowest at the BNSP2 station at 0.043 mg/L. Meanwhile, the highest phosphate concentration at station BM1 was 0.041 mg/L, and the lowest at station BSP3 was 0.003 Mg/L. Nutrient concentrations at all stations are still following seawater quality standards. The multiple linear regression test indicated that the concentrations of nitrite and phosphate significantly affected phytoplankton abundance.*

**Keywords:** SECURE Pond, Nutrients, Abundance, Phytoplankton

## I. Pendahuluan

Tambak adalah habitat bagi organisme perairan, yang dipergunakan untuk tempat kegiatan budidaya air payau di wilayah pesisir (Suparjo, 2008). Namun pembukaan tambak yang kurang terencana dengan baik, menjadi pendorong utama penyusutan hutan mangrove di kawasan ini. Kabupaten Berau mempunyai ekosistem mangrove terluas kedua di Kalimantan Timur yang terus mengalami penurunan luasan. Olehnya itu, diperlukan strategi pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan seperti program tambak *Shrimp-Carbon Aquaculture (SECURE)* (YKAN, 2022)

*Shrimp-Carbon Aquaculture (SECURE)* merupakan program upaya restorasi mangrove melalui kegiatan budidaya tambak udang tradisional berkelanjutan yang ramah lingkungan dengan alokasi lahan 80% untuk restorasi mangrove, dan 20% sisanya untuk budidaya (YKAN, 2022). Mengingat bahwa kegiatan budidaya tambak dapat menghasilkan limbah, limbah dari budidaya yang terbuang ke perairan dapat berpengaruh buruk terhadap kondisi kualitas air di lingkungan perairan pesisir (Aini & Parmi, 2022). Kurangnya penanganan dalam mengatasi limbah buangan air tambak dapat mencemari perairan sungai dan laut yang menimbulkan bau tidak sedap, bahkan dapat merubah warna air laut menjadi kuning kecoklatan (Isman *et al.*, 2022). Limbah air tambak dapat berdampak pada perikanan yang mempengaruhi kelangsungan hidup organisme di sekitar tambak dan dapat merusak habitat lingkungan perairan yang menjadi tempat hidupnya (Clark, 1996). Tambak *SECURE* dengan mengembalikan 50-80% lahan tambak menjadi kawasan mangrove alami yang dapat berperan penting dalam menyerap dan mengolah limbah dari budidaya tambak melalui berbagai mekanisme alami. Sehingga, dengan integrasi kegiatan budidaya dengan pengelolaan yang ramah lingkungan dapat meningkatkan produktivitas tambak (YKAN, 2022).

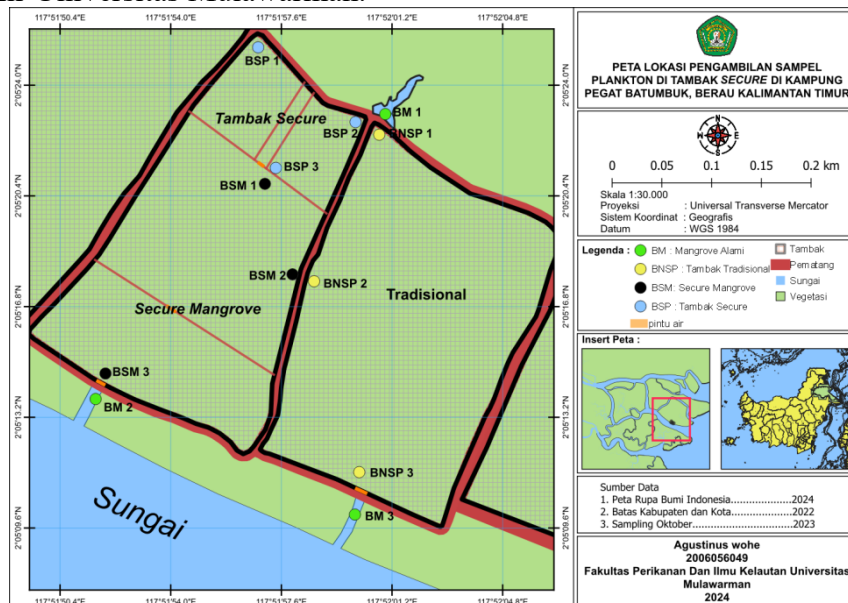
Kondisi organisme di perairan tambak dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya keberadaan fitoplankton. Fitoplankton adalah organisme autotrof yang berfungsi sebagai produsen primer perairan, sementara zooplankton memangsa fitoplankton yang merupakan konsumen pertama (Junaidi *et al.*, 2018). Menurut Mahmud *et al.* (2012), fitoplankton sangat penting keberadaannya dalam kegiatan budidaya tambak. Fitoplankton memiliki klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis, serupa dengan tumbuhan darat. Pada budidaya tambak, fitoplankton dapat berperan sebagai pentransfer energi yang dapat mempengaruhi kestabilan rantai makanan hingga tingkat tertinggi dan dapat digunakan sebagai pakan alami dalam budidaya tambak (Pambudi *et al.*, 2017; Utojo & Mustafa, 2016).

Faktor-faktor fisika-kimia lingkungan selalu dibutuhkan bagi organisme di perairan agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik termasuk ketersediaan nutrisi (Adhikari, 2003). Nutrien adalah zat terlarut yang dibutuhkan oleh organisme di perairan. Tinggi rendahnya nutrisi di perairan dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton (Ayuningsih *et al.*, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi nutrisi dengan kelimpahan fitoplankton yang ada di Tambak *SECURE* di Kampung Pegat Batumbuk, Berau Kalimantan Timur. Penelitian ini dapat memberikan gambaran tentang tingkat kesuburan tambak serta efektivitas sistem *SECURE* dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan.

## II. Metode Penelitian

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di tambak *SECURE* di Kampung Pegat Batumbuk, Berau Kalimantan Timur pada bulan Oktober 2023-Maret 2024. Pengambilan sampel pada 4 stasiun yaitu mangrove alami (BM), tambak tradisional (BNSP), *SECURE* mangrove (BSM) dan tambak *SECURE* (BSP) dengan 3 titik sampling pada masing-masing stasiun (Gambar 1). Analisis sampel selanjutnya dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Universitas Mulawarman.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

### 2.2 Prosedur Penelitian

Sampel penelitian terdiri dari sampel fitoplankton, nutrisi dan parameter kualitas air seperti suhu, kecerahan, salinitas, pH, dan DO. Parameter kualitas air diukur secara langsung di lapangan. Seluruh pengambilan sampel dilakukan satu kali per stasiun. Sampel fitoplankton dan nutrisi selanjutnya dibawa ke Laboratorium untuk dilakukan uji dan identifikasi di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman.

#### 2.2.1 Pengambilan dan Analisis Nutrien

Sampel air diambil menggunakan botol sampel berkapasitas 1 liter yang ditenggelamkan hingga terisi penuh tanpa adanya gelembung udara. Setelah itu sampel



disimpan pada *coolbox* yang berisi es batu. Sampel selanjutnya disaring menggunakan kertas membran filter 0,22  $\mu\text{m}$  (Merck Millipore, Jerman) dan diproses lebih lanjut. Analisis sampel nutrisi meliputi nitrat dan nitrit menggunakan standar (SNI 6989.79-2011), ammonia (SNI 06-6989.30-2005), dan fosfat (SNI 06-6989.31-2021).

### 2.2.2 Pengambilan dan Identifikasi Fitoplankton

Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan menurut Rahmah *et al.*, (2022) yang dengan beberapa modifikasi. Pengambilan sampel fitoplankton diambil pada bagian permukaan secara horizontal kedalaman (0-50 cm) menggunakan ember dan dasar secara vertikal (50 cm -1 m) menggunakan water sampler. Sampel diambil 100 liter air menggunakan ember 5 liter dengan 20 kali pengulangan pengambilan. Sampel disaring dengan plankton net ukuran 20  $\mu\text{m}$ , setelah itu ditambahkan larutan lugol (4%) sebanyak 3-5 tetes sebagai pengawet. Identifikasi sampel fitoplankton dengan meneteskan sampel pada objek glass kemudian ditutup menggunakan cover glass. Selanjutnya sampel diamati di mikroskop pembesaran 10x10. Pengamatan dibagi menjadi 10 bidang pandang. Penentuan jenis fitoplankton menggunakan buku panduan *Oceanographic Characters and Plankton Resources Of Indonesia* dari Hartoko (2013).

## 2.3 Analisis Data

### 2.3.1 Kelimpahan

Kelimpahan merupakan jumlah individu per liter yang dapat mendeskripsikan kondisi fitoplankton dalam suatu perairan. Untuk menentukan kelimpahan fitoplankton menggunakan rumus sebagai berikut (Fachrul, 2007):

$$N = n \times \frac{V_r}{V_o} \times \frac{1}{V_s}$$

Keterangan :

N : Kelimpahan fitoplankton (ind/L)

n : Jumlah sel yang diamati

V<sub>r</sub> : Jumlah air yang tersaring (ml)

V<sub>o</sub> : Volume air yang diamati (ml)

V<sub>s</sub> : Volume air yang disaring (L)

Kriteria kelimpahan fitoplankton dapat dikategorikan sebagai berikut (Landner, 1978) dalam (Suryanto & Umi, 2015):

Oligotrofik : 0-2,000 ind/L (Kesuburan rendah)

Mesotrofik : 2,000-15,000 ind/L (Kesuburan sedang)

Eutrofik : >15,000 ind/L (Kesuburan tinggi)

### 2.3.2 Indeks Keanekaragaman (H')

Perhitungan indeks keanekaragaman digunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon Wiener (Fachrul, 2007) sebagai berikut :

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan;

H' : Indeks keanekaragaman

P<sub>i</sub> : n<sub>i</sub>/N

n<sub>i</sub> : Jumlah individu dari satuan spesies fitoplankton

N : Jumlah total individu



Kriteria nilai indeks keanekaragaman dapat dikategorikan menurut Odum, (1994) sebagai berikut:

- $H' \leq 1$  : Keanekaragaman rendah  
 $1 < H' < 3$  : Keanekaragaman sedang  
 $H' \geq 3$  : Keanekaragaman tinggi

### 2.3.3 Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman dihitung dengan cara memperbandingkan nilai indeks keanekaragaman dan nilai maksimum menggunakan persamaan rumus sebagai berikut (Fachrul, 2007):

$$E = \frac{H'}{\ln'S}$$

Keterangan:

- E : Indeks keseragaman  
 H' : Indeks keanekaragaman  
 "ln'S" : logaritma natural dari jumlah spesies

Kriteria nilai indeks keseragaman dapat dikategorikan menurut Odum, (1994) sebagai berikut :

- $E < 0,4$  : Keseragaman rendah  
 $0,4 < E < 0,6$  : Keseragaman sedang  
 $E > 0,6$  : Keseragaman tinggi

### 2.3.4 Indeks Dominasi (D)

Indeks dominasi digunakan rumus Simpons Odum, (1994) sebagai berikut :

$$C = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

- C : Indeks dominasi  
 Ni : Jumlah individu dari satu jenis  
 N : Jumlah total individu

Kriteria indeks dominasi dapat dikategorikan menurut Odum, (1994) sebagai berikut :

- $0,0 < D \leq 0,5$  : Dominasi rendah  
 $0,5 < D \leq 0,75$  : Dominasi sedang  
 $0,75 < D \leq 1$  : Dominasi tinggi

### 2.3.5 Uji Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda adalah metode statistik yang digunakan untuk menguji antar dua variabel atau lebih. Hubungan fungsional antara kedua variabel dapat dinyatakan dalam bentuk model matematis, dimana X sebagai variabel independen (bebas) dan Y sebagai variabel dependen (terpengaruhi) (Pangesti, 2019).

Kriteria korelasi untuk melihat hubungan sempurna atau tidak ada hubungan dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Hinkle et al., 2003; Sugiyono, 2017):

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| r : 0 Tidak berkorelasi         | 0,7-0,9 : Korelasi kuat      |
| 0,0-0,2 : Korelasi sangat lemah | 0,9-1 : Korelasi sangat kuat |
| 0,2-0,4 : Korelasi lemah        | 1 : Korelasi Sempurna        |
| 0,4-0,7 : Korelasi sedang       |                              |





### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air digunakan sebagai parameter pendukung dalam penelitian ini, dengan tujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air serta melihat pengaruhnya terhadap kelimpahan fitoplankton. Hasil analisis parameter kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

##### 3.1.1 Suhu

Suhu adalah parameter yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan fitoplankton di perairan. Nilai suhu yang terukur berkisar antara 28-33,4°C (Tabel 1). Menurut Aisyah *et al.* (2023), kisaran suhu antara 27-32°C adalah suhu yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton. Hal yang sama dengan Utojo (2015), pengukuran suhu pada tambak sebesar 26–33°C masih dikatakan layak untuk pertumbuhan fitoplankton dan biota budidaya. Hasil pengukuran parameter suhu di semua lokasi penelitian masih mendukung untuk pertumbuhan fitoplankton di tambak.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air di Lokasi Penelitian

Stasiun Penelitian														
No	Parameter	SECURE Mangrove			Tambak SECURE			Tambak Tradisional			Mangrove Alami			Baku Mutu*
		BSM	BSM	BSM	BSP	BSP	BSP	BNSP	BNSP	BNSP	BM	BM	BM	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1.	Kecerahan(cm)	25	35	10	18	20	20	30	20	35	15	10	15	15-45
2.	Suhu (°C)	32	32,6	31,5	29,8	33,4	33	31,7	32,4	32,8	28	32	31,9	27-32
3.	Salinitas (ppt)	28	28	29	27	25	21	20	18	21	3	21	18	15-32
4.	pH	7,18	7,78	7,91	7,60	7,66	8,27	7,35	8,10	7,80	7,20	7,67	7,40	6-9
5.	DO (mg/L)	4,23	7,73	7,36	7,73	6,62	7,73	4,42	8,10	6,70	5,45	5,89	3,68	>3
6.	Amonia (mg/L)	0,007	0,065	0,122	0,002	0,017	0,017	0,034	0,033	0,070	0,046	0,045	0,077	0,2
7.	Nitrat (mg/L)	0,079	0,084	0,070	0,080	0,093	0,113	0,068	0,043	0,062	0,077	0,210	0,060	10
8.	Nitrit (mg/L)	0,009	0,006	0,008	0,004	0,008	0,008	0,002	0,005	0,003	0,001	0,043	0,050	0,06
9.	Fosfat (mg/L)	0,017	0,013	0,021	0,010	0,016	0,003	0,024	0,016	<0,002	0,041	<0,002	0,013	0,2

Keterangan:

<0,002 dibawah dekteksi alat

\* (PP RI No. 22 Tahun, 2021)

##### 3.1.1 Kecerahan

Kecerahan adalah dimana cahaya matahari dapat menembus lapisan perairan hingga kedalaman tertentu. Kecerahan dapat mempengaruhi jumlah dan pertumbuhan fitoplankton, karena fitoplankton membutuhkan cahaya untuk proses fotosintesis (Samudera & Suryono, 2021). Kecerahan yang terukur berkisar antara 10-35 cm (Tabel 1). Kecerahan yang baik bagi keberlangsungan hidup fitoplankton di tambak berkisar 15–45 cm dan bergantung pada kedalaman tambak tersebut (Wiharyanto & Santosa, 2013). Yulman *et al.*, (2013) menambahkan bahwa tinggi rendahnya kecerahan dapat dipengaruhi oleh partikel tersuspensi, semakin banyak partikel yang tersuspensi maka kecerahan rendah dan pengaruh substrat dapat menyebabkan tinggi rendahnya kecerahan. Hasil pengukuran kecerahan di semua stasiun masih dikatakan baik bagi pertumbuhan fitoplankton.



### 3.1.2 Salinitas

Salinitas adalah jumlah kandungan garam terlarut di perairan, salinitas dapat berpengaruh bagi kehidupan organisme. Nilai salinitas yang terukur (Tabel 1), berkisar antara 3-29 ppt. Menurut Haidar *et al.* (2021), perairan payau mempunyai klasifikasi nilai salinitas antara 0,5-30 ppt. Salinitas antara 15-32 ppt, merupakan yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton (Miler dan Sohn, 1992) dalam (Efrizal, 2009). Salinitas terukur di semua lokasi penelitian masih memenuhi bagi pertumbuhan fitoplankton kecuali pada stasiun BM1 dengan nilai 3 ppt, yang menandakan kurang dari baku mutu untuk pertumbuhan fitoplankton. Rendahnya nilai salinitas, diduga karena pada BM1 merupakan area tertutup yang terletak di belakang tambak yang tidak mendapatkan aliran pasang surut dengan baik. Menurut Rhedyanto *et al.* (2023), salinitas pada perairan dapat dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut.

### 3.1.3 pH

Derajat keasaman (pH) memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan organisme seperti fitoplankton. Hasil pengukuran pH (Tabel 1), berkisar antara 7,18-8,27 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran nilai pH masih memenuhi standar baku mutu 6–9 mg/L (PP RI No. 22 Tahun, 2021). Menurut hasil penelitian Utojo (2015), perairan tambak dengan nilai pH 7–8,5 mg/L merupakan kisaran pH yang masih optimal dan tidak memiliki pengaruh negatif terhadap pertumbuhan fitoplankton. Kisaran parameter pH yang diperoleh pada semua stasiun penelitian masih memenuhi baku mutu untuk pertumbuhan fitoplankton di tambak.

### 3.1.4 DO

Oksigen terlarut di dalam air mempunyai peranan penting dalam mengatur metabolisme organisme agar dapat tumbuh dan berkembang (Hermawan, 2019). Hasil pengukuran DO berkisar 3,68-8,10 mg/L (Tabel 1). Nilai DO memenuhi persyaratan baku mutu yaitu >3 mg/L (PP RI No. 22 Tahun, 2021). Selaras dengan pernyataan Purnomo (1988) dalam Utojo, (2015) bahwa oksigen terlarut di tambak memiliki persyaratan mutu air berkisar antara 3-10 mg/L dan optimalnya berkisar antara 4-7 mg/L. Nilai DO diperoleh pada semua stasiun penelitian masih memenuhi baku mutu pertumbuhan fitoplankton di tambak.

## 3.2 Nutrien

Nutrien adalah unsur hara yang dipergunakan untuk proses metabolisme atau fisiologi organisme di perairan seperti fitoplankton. Menurut Ayuningsih *et al.* (2014), tinggi rendahnya konsentrasi nutrien di suatu perairan dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton.

### 3.2.1 Amonia

Hasil analisis konsentrasi amonia yang terukur menunjukkan nilai sebesar 0,007-0,112 mg/L (Tabel 1). Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun, (2021) bahwa konsentrasi amonia mempunyai batas baku mutu sebesar 0,2 mg/L. Konsentrasi amonia yang diperbolehkan di perairan tambak umumnya maksimal sebesar 1,0 mg/L dengan nilai optimal di bawah 0,1 mg/L untuk mendukung kesehatan organisme budidaya (Poernomo, 1992 dalam Utojo & Mustafa, 2016). Secara keseluruhan kandungan amonia di seluruh stasiun penelitian masih berada dalam batas toleransi untuk pertumbuhan fitoplankton.



### 3.2.2 Nitrit

Hasil analisis konsentrasi nitrit yang terukur memiliki nilai yang berkisar antara 0,001 mg/L hingga 0,050 mg/L (Tabel 1). Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun, (2021) bahwa baku mutu konsentrasi nitrit sebesar 0,06 mg/L. Menurut Poernomo (1992), batas maksimum kandungan nitrit 0,25 mg/L. Konsentrasi nitrit di lokasi penelitian masih dalam batas toleransi bagi pertumbuhan fitoplankton. Nilai tertinggi pada stasiun mangrove alami, yang kemungkinan disebabkan oleh masuknya air hujan, mengingat pengambilan sampel dilakukan sesaat setelah hujan terjadi. Menurut penelitian Jumraeni *et al.*, (2020), faktor yang menyebabkan konsentrasi nitrit tinggi adalah adanya pengaruh air hujan, nitrit terdapat di atmosfer selanjutnya turun ke bumi bersama dengan air hujan sehingga akan mempengaruhi tingginya konsentrasi nitrit. Rendahnya konsentrasi nitrit pada tambak tradisional, kemungkinan dapat dipengaruhi oleh adanya aktivitas nitrifikasi. Menurut Fiore *et al.* (2013), dalam Akbar *et al.*, (2023), konsentrasi nitrit yang rendah di perairan disebabkan oleh proses nitrifikasi yang mengubah nutrisi menjadi amonium.

### 3.2.3 Nitrat

Hasil analisis konsentrasi nitrat menunjukkan nilai sebesar 0,043-0,210 mg/L (Tabel 1). Secara keseluruhan konsentrasi nitrat yang terukur masih memenuhi baku mutu sebesar 0,2 mg/L yang ditetapkan (PP RI No. 22 Tahun, 2021). Selaras dengan penelitian Athirah *et al.* (2010) di tambak Kabupaten Kepulauan Selayar, konsentrasi nitrat sebesar 0,003 – 0,227 mg/L, konsentrasi nitrat tersebut masih memenuhi bagi pertumbuhan fitoplankton di tambak. Tingginya konsentrasi nitrat pada mangrove alami (BM) dibandingkan dengan lokasi lain, disebabkan oleh area ini berada di belakang area tambak. Hal ini diduga menyebabkan konsentrasi nitrat tinggi, karena dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut aliran sungai yang membawa unsur hara berasal dari aktivitas tambak di sekitarnya serta pengaruh dari serasah tumbuhan mangrove sebagai penyumbang nutrisi. Sedangkan rendahnya nitrat pada tambak tradisional, diduga pada tambak tradisional banyak didapatkan tumbuhan lumut yang mempengaruhi rendahnya konsentrasi nutrisi. Searah pendapat Anderson *et al.*, (2002) bahwa konsentrasi nutrisi dapat mengalami penurunan, akibat adanya konsumsi oleh organisme air seperti alga, tanaman air atau fitoplankton yang membutuhkan nutrisi sebagai sumber nutrisinya.

### 3.2.4 Fosfat

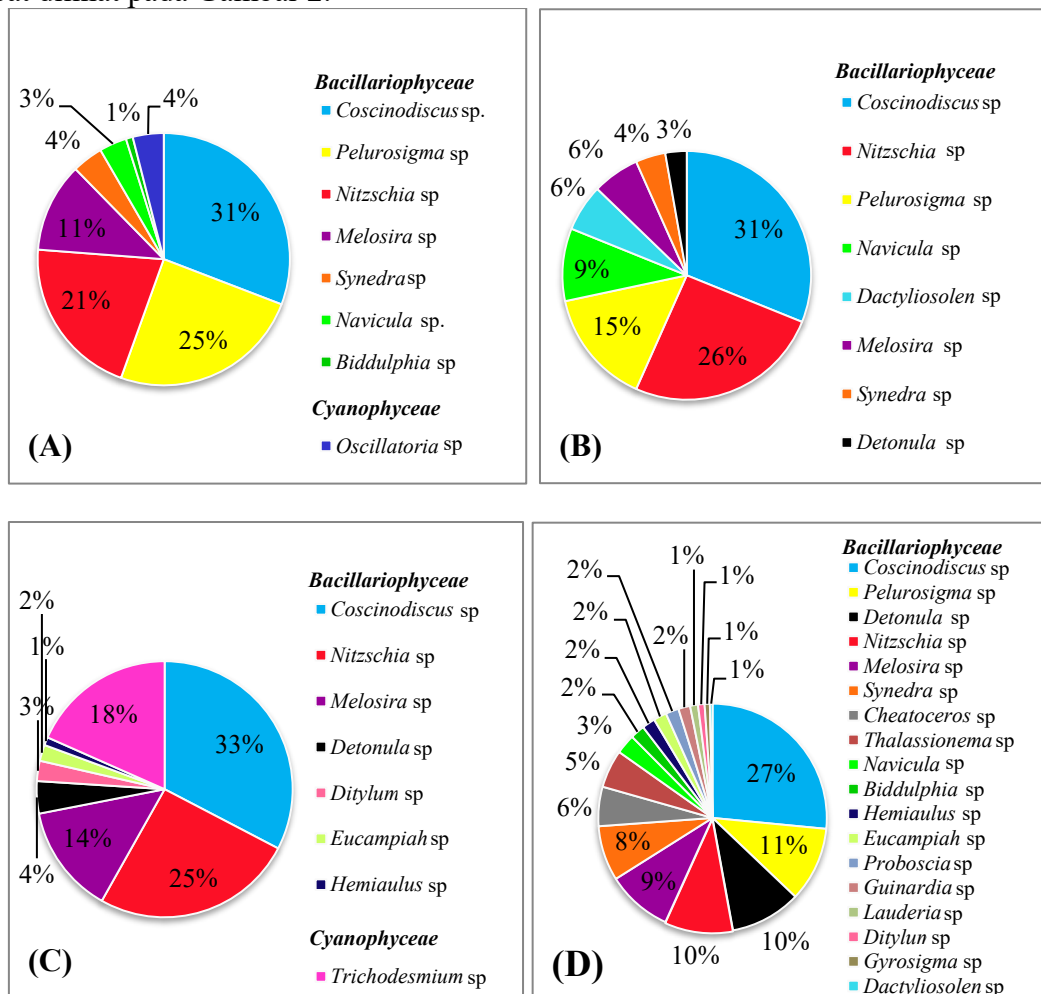
Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat yang terukur berkisar antara 0,003 hingga 0,41 mg/L (Tabel 1). Berdasarkan baku mutu menurut PP RI No. 22 Tahun 2021, ambang batas fosfat di perairan adalah 0,2 mg/L. Konsentrasi fosfat sebesar 0,2 mg/L menurut baku mutu PP RI No. 22 Tahun, (2021). Fitoplankton dapat tumbuh optimal pada konsentrasi fosfat antara 0,27 hingga 5,51 mg/L sebaliknya konsentrasi fosfat di bawah 0,002 mg/L dapat menjadi faktor pembatas (Hendrajat *et al.*, 2023). Oleh karena itu, konsentrasi fosfat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton. Konsentrasi fosfat tertinggi ditemukan pada mangrove alami (BM) yang diduga pengaruh dari serasah tumbuhan mangrove. Menurut Saparinto (2007) dalam Ridwan *et al.* (2018), serasah yang dihasilkan tumbuhan mangrove seperti daun, buah, dan ranting merupakan sumber bahan organik pada vegetasi mangrove, kemudian jamur dan bakteri mengurai bahan organik lalu melepaskan fosfat anorganik. Sedangkan rendahnya konsentrasi fosfat



pada tambak *SECURE* (BSP) kemungkinan dipengaruhi oleh suhu. Suhu pada tambak *SECURE* sebesar 29,8-33,4°C (Tabel 1) merupakan suhu yang tertinggi apabila dibandingkan dengan lokasi lainnya. Menurut Rahmadani *et al.* (2021), peningkatan suhu di perairan, dapat mengakibatkan penurunan konsentrasi fosfat di perairan.

### 3.3 Komposisi Jenis Fitoplankton

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa komposisi jenis fitoplankton bervariasi di setiap lokasi penelitian. Jenis fitoplankton ditemukan meliputi 22 spesies dari 2 kelas yaitu *Bacillariophyceae* (20 spesies) dan *Cyanophyceae* (2 spesies). Komposisi jenis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi Jenis Fitoplankton (A) *SECURE* Mangrove (BSM), (B) Tambak *SECURE* (BSP), (C) Tambak Tradisional (BNSP), dan (D) Mangrove Alami (BM)

Fitoplankton kelas *Bacillariophyceae* merupakan yang mendominasi diseluruh lokasi penelitian (Gambar 2). Kelas *Bacillariophyceae* memiliki karakteristik berwarna kuning hingga coklat yang umumnya dikenal sebagai diatom. Kelompok *Bacillariophyceae* memiliki toleransi tinggi dan mudah beradaptasi dengan baik di lingkungan perairan, mampu bertahan pada kondisi perairan tercemar dan mempunyai kemampuan reproduksi yang tinggi (Heramza *et al.*, 2021). Selain itu, menurut

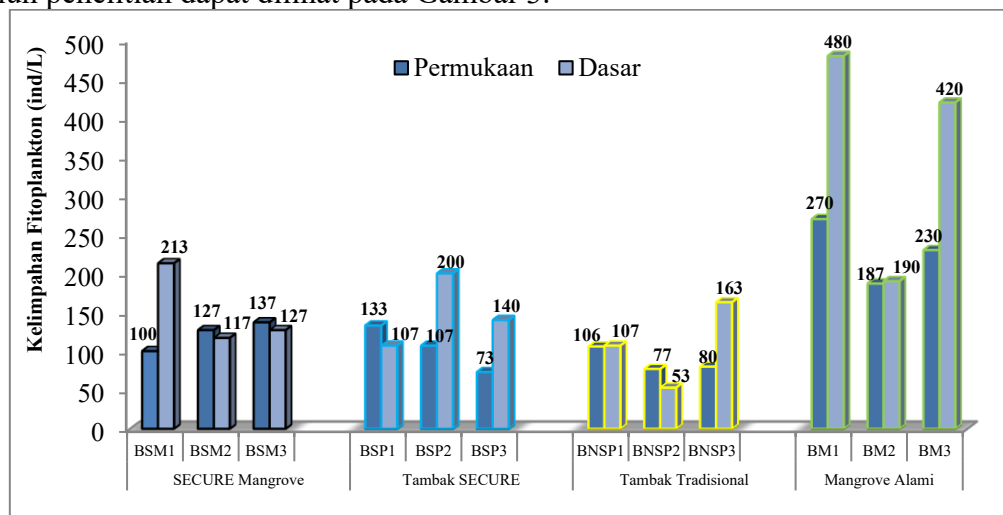
Akbarurrasyid *et al.* (2023), jenis spesies dari kelas *Bacillariophyceae* dapat digunakan sebagai pakan alami oleh biota budidaya di tambak seperti udang.

Selain kelas *Bacillariophyceae*, juga ditemukan pula kelas *Cyanophyceae*. Kelas *Cyanophyceae* mempunyai ciri ada yang berfilamen dan ada yang berkelompok. Kelompok fitoplankton ini dapat menjadi kurang menguntungkan jika terjadi *blooming*, karena akan menyebabkan air berwarna hijau biru bahkan hitam karena mengeluarkan *toksin* yang berbahaya bagi udang dan ikan sehingga dapat menyebabkan kematian sebelum masa panen (Junda *et al.*, 2012). Menurut Edhy *et al.* (2003) dalam Widigdo & Wardiatno (2013), spesies dari kelompok *Cyanophyceae* memiliki sel khusus yang disebut heterokista, yang mampu mengikat nitrogen bebas dari udara atau melakukan fiksasi nitrogen sehingga jenis ini memiliki kemampuan untuk bertahan hidup di perairan dengan konsentrasi nitrogen rendah.

*Coscinodiscus* sp. merupakan spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi di seluruh lokasi penelitian (Gambar 2). Tingginya jenis *Coscinodiscus* sp. diduga dipengaruhi oleh kualitas air yang mendukung untuk pertumbuhannya (Tabel 1). Menurut Wijaya (2009), *Coscinodiscus* sp. dapat tumbuh optimal pada kisaran suhu 20–35°C. Hal ini, diduga pengaruh kualitas air yang masih mendukung untuk pertumbuhannya sehingga menyebabkan *Coscinodiscus* sp. melimpah di seluruh lokasi penelitian. Selain itu, spesies ini termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae* yang dikenal mampu beradaptasi dengan baik dan mampu bertahan dalam kondisi lingkungan perairan yang ekstrim. Menurut Aryawati *et al.* (2016), melimpahnya *Coscinodiscus* sp. dapat mengancam keberadaan biota budidaya, walaupun tidak beracun tetapi jika kelimpahannya sangat tinggi dapat menyebabkan efek serius pada ekosistem perairan seperti pengurangan oksigen terlarut dalam air.

### 3.4 Kelimpahan Fitoplankton

Hasil analisis kelimpahan fitoplankton pada permukaan dan dasar tambak di seluruh stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton tertinggi ditemukan di mangrove alami (BM) pada permukaan dan dasar sebesar 187–480 ind/L dengan rata-rata 296 ind/L (Gambar 3).



Tingginya kelimpahan fitoplankton di stasiun BM dapat dihubungkan dengan parameter kualitas air (Tabel 1) yang nilainya masih mendukung untuk pertumbuhan fitoplankton. Selain parameter kualitas air, juga konsentrasi nutrisi seperti nitrat, nitrit, dan fosfat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan lokasi lainnya dan masih memenuhi baku mutu (PP RI No. 22 Tahun, 2021). Diduga konsentrasi nutrisi yang tinggi berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton, hal ini yang mendukung karena mangrove alami merupakan area yang dipengaruhi oleh pasang surut air yang membawa pasokan unsur hara yang berasal dari daratan. Searah dengan Maslukah *et al.* (2014) bahwa pengaruh pasang surut dapat membawa pasokan zat hara yang melimpah dan mempengaruhi tingginya konsentrasi nutrisi yang berguna sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan fitoplankton.

Kelimpahan fitoplankton tertinggi kedua di *SECURE* mangrove (BSM), merupakan area yang ditumbuhi mangrove secara alami. Kelimpahan fitoplankton pada permukaan dan dasar sebesar 100–213 ind/L dengan rata-rata 137 ind/L (Gambar 3). Kelimpahan fitoplankton pada *SECURE* mangrove dapat dihubungkan dengan nilai kualitas air yang terukur (Tabel 1). Suhu, salinitas, pH, dan DO masih menunjukkan nilai yang optimal berdasarkan baku mutu PP RI No. 22 Tahun, (2021), diduga kualitas air yang masih optimal mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Selain itu, konsentrasi nutrisi seperti nitrat dan nitrit yang terukur masih optimal yang menjadi alasan terhadap kelimpahan fitoplankton di *SECURE* mangrove. Rahajo (2003) dalam Rizal & Jailani (2022) menambahkan bahwa tambak yang memiliki tumbuhan mangrove memiliki kelimpahan fitoplankton yang lebih tinggi dibandingkan dengan tambak yang tidak memiliki tumbuhan mangrove.

Pada tambak *SECURE* (BSP) diperoleh kelimpahan fitoplankton pada permukaan dan dasar sebesar 73–200 ind/L dengan rata-rata 127 ind/L (Gambar 3). Kelimpahan fitoplankton di tambak *SECURE* diduga dipengaruhi oleh kualitas air yang bagus, hasil filter tumbuhan mangrove yang bersal dari *SECURE* mangrove. Tambak *SECURE* memiliki konsentrasi nitrat yang tinggi sehingga dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton. Menurut Tunga *et al.* (2016), fitoplankton memanfaatkan nitrat untuk bahan dasar pembentukan protein, kemudian digunakan sebagai sumber makanan utama di perairan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat yang tinggi dengan batas optimalnya dapat berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton.

Sedangkan tambak tradisional (BNSP) memiliki kelimpahan fitoplankton terendah pada permukaan dan dasar sebesar 53–163 ind/L dengan rata-rata 98 ind/L (Gambar 3). Apabila dihubungkan dengan parameter kualitas air (Tabel 1), parameter kualitas air masih sesuai dengan baku mutu. Rendahnya kelimpahan fitoplankton dapat dihubungkan dengan konsentrasi nitrat yang rendah yaitu berkisar antara 0,043-0,068 mg/L.

### 3.5 Struktur Komunitas

Struktur komunitas fitoplankton di perairan dapat dievaluasi melalui analisis indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dengan nilai berkisar 1 hingga 2,10, indeks keseragaman ( $E$ ) dengan nilai berkisar 0,72 hingga 1,05, dan indeks dominasi ( $D$ ) sebesar 0,16 hingga 0,40.

#### 3.5.1 Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) bertujuan untuk menggambarkan struktur komunitas serta kestabilan ekosistem fitoplankton di suatu perairan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai  $H'$  di seluruh stasiun baik permukaan maupun dasar, berada pada kisaran 1,00 hingga 2,10. Nilai ini termasuk dalam kategori sedang, yang mengindikasikan bahwa



kondisi komunitas fitoplankton masih relative stabil dan mendukung. Nilai indeks keanekaragaman antara 1 hingga 3 termasuk kategori sedang, sedangkan nilai keanekaragaman di atas 3 mencerminkan komunitas dengan tekanan ekologi rendah dan keanekaragaman species yang tinggi, menandakan kondisi lingkungan yang stabil dan mendukung (Magurran, 2021; Odum, 1994).

### 3.5.2 Indeks keseragaman (E')

Indeks keseragaman menggambarkan tingkat keseimbangan komposisi jenis (Hendrajat & Sahrijanna, 2019). Hasil analisis indeks keseragaman (E') yang diperoleh di setiap stasiun pada permukaan dan dasar sebesar 0,72–1,05. Nilai keseragaman fitoplankton tinggi > 0,6, yang menandakan kondisi fitoplankton dalam kondisi baik. Menurut hasil penelitian Umami *et al.*, (2018), di tambak udang vaname Kabupaten Rembang Jawa Tengah diperoleh kesamaan indeks keseragaman yang tinggi, dimana indeks keseragaman tinggi menandakan komunitas fitoplankton dalam kondisi merata. Berdasarkan pernyataan tersebut, keberadaan fitoplankton masih menunjukan keadaan yang baik.

### 3.5.3 Indeks dominasi (D)

Indeks dominasi (D) berfungsi untuk melihat apakah terdapat spesies yang mendominasi komunitas di suatu perairan (Yuliana *et al.*, 2012). Hasil analisis indeks dominasi (D) yang diperoleh pada setiap stasiun permukaan dan dasar sebesar 0,16–0,40. Nilai tersebut berada di bawah ambang 0,75, yang mencerminkan struktur komunitas fitoplankton yang relatif merata dan stabil secara ekologis. . Nilai indeks dominasi (D) mendekati angka 0, maka tidak ada spesies yang mendominasi, menandakan komunitas fitoplankton di suatu perairan masih dalam keadaan stabil. Sebaliknya jika indeks dominasi (D) mendekati angka 1, maka ada satu jenis yang mendominasi. Indeks dominansi di lokasi penelitian menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi dan komunitas fitoplankton dalam keadaan yang stabil (Magurran, 2021).

## 3.6 Hubungan antara Nutrien dengan Kelimpahan Fitoplankton

Menentukan arah hubungan nutrien dengan kelimpahan fitoplankton digunakan analisis regresi linear berganda, bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana parameter nutrient dapat digunakan untuk memprediksi kelimpahan plankton. Hasil analisis regresi linear berganda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Regresi Linear Berganda

Variabel	Koefisien ( $\beta$ )	Std. Error	t-value	p-value	Signifikansi
const	19.84	72.43	0.274	0.792	Tidak
Amonia	-83.52	627.66	-0.133	0.898	Tidak
Nitrit	3935.55	1526.73	2.578	0.037	Ya
Nitrat	61.02	577.64	0.106	0.919	Tidak
Fosfat	6385.71	2046.32	3.121	0.017	Ya

Analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa dari empat variable yang diuji (Amonia, Nitrit, Nitrat, dan Fosfat), nitrit ( $\beta = 3.935$ ,  $p = 0.037$ ) dan fosfat ( $\beta = 6.386$ ,  $p = 0.017$ ) merupakan prediktor signifikan terhadap rata rata kelimpahan fitoplankton. Nilai  $R^2 = 0.675$  dan Adjusted  $R^2 = 0.489$  mengindikasikan bahwa sekitar 67,5% variasi kelimpahan fitoplankton dapat dijelaskan oleh kombinasi keempat nutrien tersebut, meski setelah koreksi jumlah prediktor, model menjelaskan 48,9% variasi (Field, 2013).

Secara ekologis, nitrit merupakan salah satu bentuk nitrogen yang mudah diakses oleh fitoplankton dan sering kali berperan sebagai indikator awal proses nitrifikasi serta



ketersediaan nitrogen anorganik (Cloern, 2016). Kadar nitrit yang meningkat dapat merangsang proliferasi beberapa taksa fitoplankton tertentu. Sedangkan fosfat adalah unsur hara kunci dalam fotosintesis dan sintesis asam nukleat, sehingga kelimpahan fosfat sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan primer fitoplankton (Glibert, 2020). Variabel amonia dan nitrat tidak menunjukkan signifikansi statistik dalam model ini, kemungkinan karena variasi konsentrasinya masih berada di bawah atau di atas ambang batas optimum bagi beberapa spesies (Zar, 2010).

Hasil ini menegaskan pentingnya pengelolaan kualitas air tambak dan kawasan mangrove untuk mempertahankan keseimbangan nutrisi. Peningkatan input organik atau pupuk yang mengandung nitrit dan fosfat harus dikontrol agar tidak terjadi eutrofikasi yang berlebihan dan perubahan komposisi komunitas fitoplankton secara drastis. Perlu adanya pengambilan data berkelanjutan berdasarkan perbedaan musim untuk melihat pengaruh konsentrasi nutrisi dengan kelimpahan fitoplankton di Tambak *SECURE*.

#### IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di tambak *SECURE* di Kampung Pegat Batumbuk, Berau Kalimantan Timur bahwa nutrisi berpengaruh signifikan terhadap kelimpahan fitoplankton khususnya nitrit dan fosfat, di mana nitrit dan fosfat terbukti sebagai prediktor utama ( $p < 0.05$ ). Model menjelaskan 67,5% variasi kelimpahan (Adjusted  $R^2 = 0,489$ ), menegaskan peran penting nitrit dan fosfat dalam mendukung produktivitas primer. Oleh karena itu, pengelolaan input nutrisi khususnya nitrit dan fosfat perlu dioptimalkan untuk mencegah eutrofikasi berlebihan di sistem tambak dan mangrove.

#### Daftar Pustaka

- Adhikari, S. (2003). Fertilization, soil and water quality management in small-scale ponds. *The Gher Revolution, VIII*(1), 2–4.
- Aini, M., & Parmi, H. J. (2022). Analisis Tingkat Pencemaran Tambak Udang di Sekitar Perairan Laut Desa Padak Guar Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur. *Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2), 67–75. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.9025>
- Aisyah, D., Ramadhani, A. W., Fattah, M., Sofiati, D., & Anandya, A. (2023). Pengaruh Kelimpahan Plankton Dan Kualitas Air Terhadap Performa Pertumbuhan Udang Vanname Pada Sistem Budidaya Intensif. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 5(2), 173–182.
- Akbar, R. N. F., Kartika, A. G. D., Pratiwi, W. S. W., & Effendy, M. (2023). Distribusi Nitrogen Anorganik Terlarut di Perairan Padelegan, Kecamatan Pademawu, Kabupaten Pamekasan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(2), 261–269. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i2.50156>
- Akbarurrasyid, M., Prajayanti, V. T. F., Nurkamalia, I., & Gunawan, B. I. (2023). Struktur Komunitas Plankton Sebagai Indikator Produksi Budidaya Udang Vaname (*Penaeus vannamei*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 17(4), 249–263.
- Aryawati, R., Bengen, D. G., Prartono, T., & Zulkifli, H. (2016). Harmful Algal in Banyuasin Coastal Waters, South Sumatera. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(2), 232. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i2.6356>
- Athirah, A., Ratnawati, E., & Asaad, Indrajaya, A. (2010). Hubungan Antara Kualitas Air





- Dan Plankton di Tambak Prosiding Forum Inovasi Teknologi Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2011. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2011*, 9, 969–978.
- Ayuningsih, M. S., Boedi Hendarto, I., & Purnomo, P. W. (2014). Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-a di Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara: Hubungan Dengan Kandungan Nitrat dan Fosfat di perairan Distribution and Abundance of Phytoplankton and Chorophyll-a in the Sekumbu Bay Jepara Regency: Relationship with Nitrate and. In *Diponogoro Journal Of Maquares* (Vol. 3, Issue 2).
- Cloern, J. E. (2016). Climate variability and estuarine phytoplankton dynamics. *Estuaries and Coasts*, 39, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s12237-015-9976-4>
- Efrizal, T. (2009). *Hubungan Beberapa Parameter Kualitas Air Dengan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Pulau Penyengat Kota Tanjung Piang Provinsi Kepulauan Riau*.
- Fachrul, M. F. (2007). *Buku Metode Sampling Bioekologi 2007-melati.pdf* (Junwinanto). PT Bumi Aksara.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th (ed.)). SAGE Publications.
- Glibert, P. M. (2020). Harmful algae at the complex nexus of eutrophication and climate change. *Harmful Algae*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.101583>
- Haidar, A. Z., Handoyo, G., & Indrayanti, E. (2021). Sebaran Salinitas secara Horisontal di Muara Sungai Bondet, Cirebon, Jawa Barat. *Journal of Marine Research*, 10(2), 275–280. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i2.30461>
- Hendrajat, E. A., & Sahrijanna, A. (2019). Kondisi Plankton Pada Tambak Udang Windu (*Penaeus Monodon Fabricius*) Dengan Substrat Berbeda. *Berita Biologi*, 18(1). <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v18i1.3496>
- Hendrajat, E. A., Umar, N. A., & Mulyani, S. (2023). *Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Plankton di Kawasan Instalasi Tambak Percobaan Marana Kabupaten Maros Community Structure And Plankton Ecological Index In Instalation Area Of The Marana Experimental Pond*. 6(1), 43–48. <https://doi.org/10.35965/jae.v6i1.3092>
- Heramza, K., Barour, C., Djabourabi, A., Khati, W., & Bouallag, C. (2021). Environmental parameters and diversity of diatoms in the Aïn Dalia dam, Northeast of Algeria. *Biodiversitas*, 22(9), 3633–3644. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220901>
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied Statistics for the Behavioral Sciences* (5th (ed.)). Houghton Mifflin.
- Isman, H., Rupiwardani, I., & Sari, D. (2022). Gambaran Pencemaran Limbah Cair Industri Tambak Udang Terhadap Kualitas Air Laut di Pesisir Pantai Lombeng. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(3), 1349–1358.
- Jumraeni, Khaeriyah, A., Burhanuddin, & Anwar, A. (2020). Pengaruh model pembuangan terhadap akumulasi bahan organik tambak intensif udang vaname (*litopenaeus vannamei*). *Octopus : Jurnal Ilmu Perikanan*, 9(1), 11–18.
- Junaidi, M., Nurliah, N., & Azhar, F. (2018). Struktur Komunitas Zooplankton di Perairan Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 159–169. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.800>
- Junda, M., Hasrah, & Hala, Y. (2012). Identifikasi Genus Fitoplankton Pada Salah Satu



- Tambak Udang Di Desa Bontomate'ne Kecamatan Segeri Kabupaten Pangkep. *Jurnal Bionature*, 13(2), 108–115.
- Magurran, A. E. (2021). Measuring biological diversity. *Current Biology*, 31(19), R1174–R1177.
- Mahmud, S., Aunurohim, & Tjahyanigrum, Dwi, T. (2012). Struktur Komunitas Fitoplankton pada Tambak dengan Pupuk dan Tambak Tanpa Pupuk di Kelurahan Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni*, 1(E-10), 2301–2928.
- Maslukah, L., Indrayanti, E., & Budiono, S. (2014). Proses Pasang Surut dalam Pola Fluktuasi Nutrien Fosfat di Muara Sungai Demaan, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 3(1), 25. <https://doi.org/10.14710/buloma.v3i1.11215>
- Odum, E. P. (1994). *Dasar - Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press.
- Pambudi, A., Priambodo, T. W., Noriko, N., & Basma, B. (2017). Keanekaragaman Fitoplankton Sungai Ciliwung Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 3(4), 204. <https://doi.org/10.36722/sst.v3i4.235>
- Pangesti, S. (2019). Modul 1: Regresi Linear Sederhana. *Sats4312*, 1, 52.
- PP RI No. 22 Tahun. (2021). Lampiran VI tentang Baku Mutu Air Nasional - PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), 483.
- Rahmadani, P. A., Wicaksono, A., Jayanthi, O. W., Effendy, M., Nuzula, N. I., Kartika, A. G. D., Syaifullah, M., Putri, D. S., & Hariyanti, A. (2021). Analisa Kadar Fosfat Sebagai Parameter Cemaran Bahan Baku Garam Pada Badan Sungai, Muara, Dan Pantai Di Desa Padelagan Kabupaten Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(4), 318–323. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i4.12835>
- Rhedyanto, T., Nurrahman, Y. A., & Risiko, R. (2023). Distribusi Salinitas, Suhu, dan, pH Akibat Pengaruh Arus Pasang Surut di Muara Sungai Mempawah. *Oseanologia*, 2(2), 35. <https://doi.org/10.26418/jose.v2i2.60538>
- Ridwan, M., Suryono, & Azizah, R. (2018). Nutritional content study of the mangrove ecosystem of the Semarang Coastal Watershed of Semarang City. *Journal of Marine Research*, 7(4), 283–292.
- Rizal, S., & Jailani. (2022). Analisis Kelimpahan Plankton dan Pertumbuhan Kerang Kepah Polymesoda erosa (Solander, 1786) yang Dipelihara Pada Tambak Di Delta Mahakam (Analysis of Plankton Abundance and Growth of Cultured Mud Clam in Mahakam Delta Pond). *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 1(2), 160–167.
- Samudera, L. N. G., & Suryono, W. (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>
- SNI 06-6989.30-2005. (2005). Cara uji ammonia dengan spektrofotometer secara fenat. SNI. 06-6989.30-2005. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 06-6989.31-2021. (2021). Air dan Air Limbah – Bagian 31 : Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat. *Sni*, 1–27.
- SNI 6989.79:2011, . (2011). SNI 6989.79:2011. Air dan air limbah – Bagian 79: Cara uji nitrat (NO<sub>3</sub>-N) dengan spektrofotometer UV-visibel secara reduksi kadmium. *Badan Standardisasi Nasional*, 3, 1–12.
- Sugiyono. (2017). *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Suparjo, M. N. (2008). Daya Dukung Lingkungan Perairan Tambak Desa Mororejo



- Kabupaten Kendal Environmental Carrying Capacity of Water Fishpond's Mororejo Village Kendal Regency. In *Jurnal Saintek Perikanan* (Vol. 4, Issue 1).
- Suryanto, A. M., & Umi, H. (2015). Pendugaan Status Trofik Dengan Pendekatan Kelimpahan Fitoplankton Dan Zooplankton Di Waduk Sengguruh, Karangates, Lahor, Wlingi Raya dan Wonorejo Jawa Timur. *Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan Di RSUD Kota Semarang*, 3(1), 103–111.
- Tungka, A. W., Haeruddin, & Ain, C. (2016). Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Kaitannya Dengan Kelimpahan Fitoplankton Harmful Alga Blooms(HABs). *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST)* , 12(1), 40–46.
- Umami, I. R., Hariyati, R., & Utami, S. (2018). Keanekaragaman Fitoplankton Pada Tambak Udang Vanem (*Litopenaeus vannamei*) di Tireman Kabupaten Rembang Jawa Tengah. *Advanced Geography and Geographical Learning*, 7(3), 27–32.
- Utojo, & Mustafa, A. (2016). Struktur Komunitas Plankton Pada Tambak Insentif dan Tradisional Kabupaten Probolinggo, Privinsi Jawa Timur Plankton Community STRUCTURE Of Traditional And Intensive Brackishwater Ponds In Probolinggo Regency, East Java Province. In *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* (Vol. 8, Issue 1).
- Utojo, U. (2015). Keragaman Plankton dan Kondisi Perairan Tambak Intensif dan Tradisional di Probolinggo Jawa Timur. *Biosfera*, 32(2), 83. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2015.32.2.299>
- Widigdo, B., & Wardiatno, Y. (2013). *Dinamika Komunitas Fitoplankton Dan Kualitas Perairan Di Lingkungan Perairan Tambak Udang Insentif: Sebuah Analisis Korelasi*. 13(2), 160–184.
- Wiharyanto, D., & Santosa, M. B. (2013). Kondisi nutrien dan kelimpahan plankton di lingkungan perairan tambak pilot project WWF Indonesia, Kelurahan Karang Anyar, Pantai Kota Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara. *Harpodon Borneo*, 6(2), 163–170.
- Wijaya, H. K. (2009). Komunitas Perifiton Dan Fitoplankton Serta Parameter Fisika-Kimia Perairan Sebagai Penentu Kualitas Air Di Bagian Hulu Sungai Cisadane , Jawa Barat. *Skripsi*, 14–20.
- YKAN. (2022). *SECURE (Shrimp-Carbon Aquaculture)*.
- Yuliana, Adiwilaga, E. M., Harris, E., & Pratiwi, N. T. . (2012). Primary Producer. *Encyclopedia of Astrobiology*, III(2), 2457–2457. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-65093-6\\_301077](https://doi.org/10.1007/978-3-662-65093-6_301077)
- YULMA, Y., ADIWILAGA, E. M., & WARDIATNO, Y. (2013). Contribution of organic material from white mangrove (*Avicennia marina*) to evaluate mangrove ecosystem management: Case Study of Labuhan Maringgai, East Lampung. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 3(1), 12–29. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w030102>
- Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis* (5th (ed.)). Pearson Prentice Hall.