

KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN FITOPLANKTON DI PERAIRAN EKOWISATA MANGROVE KELURAHAN OESAPA BARAT

ABUNDANCE AND DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON IN MANGROVE ECOTOURISM WATERS OF OESAPA BARAT VILLAGE

Kiik G. Sine, Alexander L. Kangkan, Januarina O. Bria*

Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana

*e-mail: januarinaorselab@gmail.com

ABSTRAK

Ekowisata mangrove adalah kawasan yang dirancang khusus untuk melestarikan manfaat pariwisata. Salah satu ekowisata mangrove yang cukup populer di Kota Kupang diantaranya Ekowisata Mangrove Oesapa Barat. Tingginya aktivitas manusia dapat menimbulkan banyaknya penumpukan limbah sampah baik dari aktivitas rumah tangga maupun rekreasi ekowisata. Banyaknya limbah yang dihasilkan tentunya dapat menimbulkan penurunan kualitas air dan pencemaran di wilayah sekitar mangrove. Kelimpahan dan Keanekaragaman fitoplankton dapat menunjukkan kualitas dari perairan. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis, kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2023. Penentuan lokasi menggunakan metode *Purposive sampling* dengan pertimbangan lokasi penelitian ini didasarkan pada adanya aktifitas pemanfaatan wilayah pesisir sebagai kawasan permukiman dan wisata terdapat 4 stasiun : stasiun 1 dan stasiun 3 di pesisir Ekowisata Mangrove Oesapa Barat, sedangkan stasiun 2 dan stasiun di pesisir Paradiso. Pengukuran kualitas air diantaranya : suhu, pH, salinitas, arus dan DO (*Dissolve Oxygen*) dan sumber buku identifikasi fitoplankton. Kelimpahan spesies fitoplankton tertinggi yaitu *Navicula membranacea* yakni sebesar 1028,5 Sel/Liter. Kelimpahan spesies fitoplankton terendah yaitu *Diplonies pelagica*, *Diplonies splendica*, *Navicula elegans*, *Amphora lineolate*, *Coscinodiscus sp*, *Dinophysis sp*, *Proto-peridinium sp* yakni sebesar 93,5 Sel/Liter. kelimpahan spesies fitoplankton tertinggi pada stasiun 3 yaitu 1.028,5 Sel/Liter. Kelimpahan terendah berada pada stasiun 2 yakni sebesar 654,5 Sel/Liter. Keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun I yakni sebesar 2,061 dengan kriteria sedang. Keanekaragaman terendah berada pada stasiun II dengan nilai sebesar 1.355 Sel/Liter dengan kriteria sedang.

Kata Kunci: ekowisata; jenis; keanekaragaman; kelimpahan; mangrove

ABSTRACT

Mangrove ecotourism is an area specifically designed to preserve the benefits of tourism. One of the most popular mangrove ecotourism in Kupang City is West Oesapa Mangrove Ecotourism. High levels of human activity can cause a large waste buildup from household activities and ecotourism recreation. The large amount of waste produced can cause a decrease in water quality and pollution in the area around the mangrove. The abundance and diversity of phytoplankton can indicate the quality of the water. This research aims to determine the types, abundance and diversity of phytoplankton. This research was carried out in July-August 2023. Determining the location using the purposive sampling method by considering the location of this research was based on the existence of coastal area utilization activities as residential and tourist areas; there were four stations: station 1 and station 3 on the West Oesapa Mangrove Ecotourism coast, while station 2 and station on the coast of Paradiso. Water quality measurements include temperature, pH, salinity, current, DO (Dissolve Oxygen), and sources for phytoplankton identification books. The highest phytoplankton species abundance is Navicula membranacea,

which is 1028.5 cells/litre. The lowest abundance of phytoplankton species is *Diplonieis pelagica*, *Diplonieis splendica*, *Navicula elegans*, *Amphora lineolate*, *Coscinodiscus sp.*, *Dinophysis sp.*, and *Protoperidium sp.*, namely 93.5 cells/litre. The highest phytoplankton species abundance was at station 3, 1,028.5 cells/litre. The lowest abundance was at station 2, namely 654.5 cells/litre. The highest phytoplankton diversity was found at station I, 2,061, with medium criteria. The lowest diversity was at station II, with a value of 1,355 cells/litre with medium criteria.

Keywords: ecotourism; type; diversity; abundance; mangroves

PENDAHULUAN

Fitoplankton adalah plankton yang menyerupai tumbuhan dan merupakan produktivitas utama perairan. Fitoplankton memiliki kemampuan untuk berfotosintesis yang menghasilkan zat organik dan oksigen yang dibutuhkan setiap organisme hidup (Fatur Rahman *et al.*, 2016). Fitoplankton juga merupakan organisme akuatik yang menempati posisi sebagai produsen pertama dalam rantai makanan dan landasan jaring makanan. Fitoplankton dapat melakukan fotosintesis karena mempunyai klorofil sehingga dapat menyerap sinar matahari. Hasil fotosintesis fitoplankton dalam bentuk organik dimanfaatkan oleh zooplankton, larva ikan dan organisme lain sebagai sumber makanan alami (Andriani *et al.*, 2017).

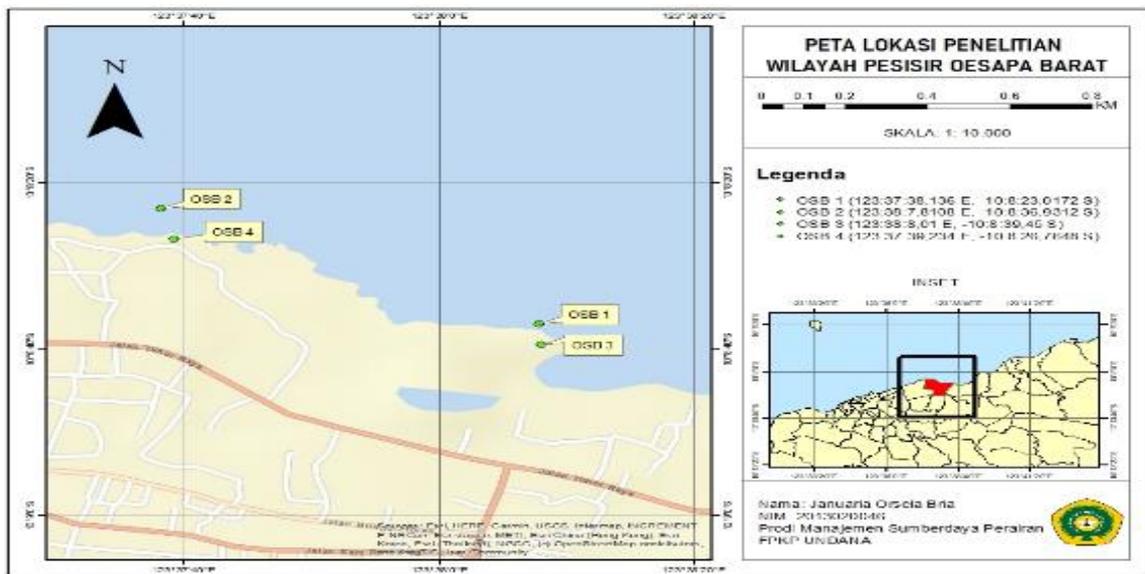
Kelimpahan tertentu dari fitoplankton di dalam air berperan sangat penting sebagai makanan bagi lingkungan pada trofik level di atasnya dan berperan sebagai penyuplai oksigen ke dalam air (Aidil *et al.*, 2016). Keberadaan fitoplankton sangat diperlukan untuk menjaga kelangsungan hidup ekosistem perairan dan berperan penting dalam rantai makanan perairan. Selain sebagai dasar rantai makanan (produsen utama), fitoplankton juga menjadi salah satu parameter tingkat kesuburan perairan (Yolanda, 2020). Kawasan mangrove di Kelurahan Oesapa Barat merupakan bagian kawasan pengelolaan oleh *Costal Community Development Project - International Fund For Agricultural Development* (CCPD – IFAD) (Van Roy *et al.*, 2021) Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Kupang. Dalam perkembangannya hutan mangrove yang cukup luas pada Kelurahan Oesapa Barat telah menjadi salah satu tujuan wisata bagi masyarakat umum Kota Kupang dan dikelilingi oleh permukiman penduduk. Kemajuan pembangunan dan tingginya tingkat aktivitas manusia di darat dan laut menghasilkan produk sampingan yang tidak dapat dihindari seperti sampah, puing dan lanau dapat berupa endapan, yang juga berkontribusi terhadap lingkungan pesisir dan degradasi mangrove baik secara langsung maupun tidak langsung di kawasan tersebut. Aktivitas pengunjung yang berkeliling di kawasan wisata mangrove cenderung berdampak negatif terhadap kualitas perairan (Aminah *et al.*, 2020). Keanekaragaman dan

kelimpahan fitoplankton dapat menunjukkan kualitas suatu perairan, dimana keanekaragaman fitoplankton merupakan salah satu tolok ukur pencemaran yang terdapat suatu perairan, selain itu kelimpahan fitoplankton dapat menjadi indikator dari kepadatan fitoplankton pada suatu daerah. Penelitian plankton pada ekosistem mangrove pernah dilakukan di Pulo Sarok Kabupaten Aceh Singkil (Aidil *et al.*, 2016). Sebuah penelitian serupa mengenai kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton belum pernah dilakukan di perairan Ekowisata Mangrove Kelurahan Oesapa Barat, Oleh karena itu, penelitian ini penting sebagai informasi dasar bagi pengelolaan ekosistem mangrove di tempat ini.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai September 2023. Dalam penelitian ini penentuan lokasi menggunakan metode *purposive sampling* melalui observasi. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang melibatkan pertimbangan tertentu (Kurniawan *et al.*, 2022). Pertimbangan untuk menentukan lokasi pada penelitian ini didasarkan pada adanya aktifitas pemanfaatan wilayah pesisir sebagai kawasan permukiman dan wisata pada kelurahan Oesapa Barat.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Figure 1. Map of The Research Location
(Sumber : Data Penelitian 2023)/(Source: 2023 Research Data)

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang bersifat deskriptif dengan menggunakan teknik pengumpulan data primer dan sekunder yang berkaitan dengan studi lapangan (observasi) dan laboratorium.

Prosedur Penelitian

1. Alat dan Bahan

Pengukuran kualitas air diantaranya: suhu air laut diukur dengan menggunakan thermometer untuk akurasi yang lebih baik. Arus air laut diukur dengan gabus dan stopwatch dari ponsel untuk mengamati kecepatan dan arah aliran air. Salinitas air laut ditentukan menggunakan refractometer untuk mengukur konsentrasi garam. Kandungan oksigen terlarut diukur dengan DO-meter untuk menilai tingkat oksigen yang tersedia bagi kehidupan laut. Selain itu, pH air laut diukur menggunakan pH-meter (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2016). Sedangkan bahan yang digunakan adalah: Air laut, fitoplankton dan buku identifikasi fitoplankton.

2. Observasi lokasi penelitian

Kegiatan observasi dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi pemanfaatan kawasan dan penumpukan limbah dari aktivitas wisata serta pemukiman.

3. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Penelitian ini dibagi menjadi 4 stasiun yaitu: stasiun 1 (OSB 1) dan stasiun 3 (OSB 3) berlokasi di pesisir Ekowisata Mangrove Oesapa Barat, sedangkan stasiun 2 (OSB 2) dan stasiun (OSB 4) berlokasi di pesisir Paradiso. Jarak antar stasiun 1 dan 2 adalah 1,7 Kilometer dan jarak penyaringan sampel 200 meter dari garis pantai dengan kedalaman ± 5 m. Pengambilan sampel dilaksanakan pada pukul 9:00-15:30 karena diperkirakan fitoplankton terdapat di permukaan air untuk melakukan fotosintesis (Nurrachmi *et al.*, 2021) bahwa kepadatan fitoplankton dipengaruhi oleh suhu dan waktu maka peneliti dilaksanakan dengan waktu yang ditentukan demi mengoptimalkan sampel yang didapatkan. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan bulan Juni-September.

4. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel air fitoplankton dikumpulkan dengan teknik pasif vertikal menggunakan jaring plankton (Nasution *et al* 2019). Pengambilan sampel dilakukan di permukaan laut dengan menggunakan ember. Air laut diambil sejumlah 60 L dengan menggunakan ember volume 20 liter dan saring menggunakan jaring plankton dengan ukuran mata

jaring 25 µm hingga menghasilkan 330 mL air sebagai sampel. Sampel air hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi label dan diawetkan menggunakan alkohol sebanyak 3 tetes dan lugol 3 tetes.

5. Pengamatan dan identifikasi sampel di laboratorium

Identifikasi fitoplankton dilakukan di laboratorium Fakultas Pendidikan Guru, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Nusa Cendana (FKIP MIPA Undana) dengan menggunakan mikroskop pembesaran 10 x 10 lensa okuler perbesaran penuh. Sampel air sebanyak 330 mL terlebih dahulu dihomogenisasi dengan cara dikocok (sama atau serupa) dan kemudian dikeluarkan dengan pipet ditetes 3 kali setara dengan 0,6 mL, selanjutnya diteteskan ke dalam kaca preparate dan ditutup menggunakan tutupi kaca dengan baik untuk menghindari udara yang masuk. Selanjutnya ditetesi minyak emersia sejumlah 1 tetes agar objek yang diamati dapat terlihat jelas. Kaca objek diletakkan pada papan preparasi mikroskop dan dilihat secara horizontal dari sudut kiri atas ke kanan begitu seterusnya hingga seluruh bagian dapat terlihat dengan baik. Persepsi tiap sampel diulang sebanyak 3 kali. Fitoplankton yang diamati diidentifikasi berdasarkan Yamaji (1976).

6. Pengukuran parameter lingkungan

Pengambilan sampel air untuk mengukur parameter lingkungan dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel fitoplankton diperairan Ekowisata Mangrove dan Paradio. Adapun parameter yang diamati yaitu suhu diukur menggunakan thermometer, salinitas diukur menggunakan refraktometer, kecepatan arus diukur menggunakan gabus yang dimodifikasi dengan tali, DO diukur menggunakan DO-meter dan pH diukur menggunakan pH-meter.

Analisis Data

1. Kelimpahan Fitoplankton

Penelitian ini menggunakan Teknik analisis kelimpahan fitoplankton menggunakan *Microsoft Excel* dan rumus APHA, (2005) yaitu :

$$N = n \times \frac{(Vt)}{(Vo)} \times \frac{1}{Vd} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- N = Kelimpahan fitoplankton (Sel-L);
- n = Jumlah sel fitoplankton yang diamati (sel);
- Vt = Volume sampel fitoplankton (mL);
- Vo = Volume air yang diamati (mL);
- Vd = Volume sampel air yang disaring (L)

2. Indeks Keanekaragaman (H')

Penelitian ini menggunakan teknik analisis keanekaragaman dengan menggunakan persamaan Shannon-Wiener (Odum, 1993) yaitu :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- H' = Indeks Keanekaragaman;
- S = Banyaknya Spesies;
- P_i = Jumlah individu jenis ke-i dibagi dengan jumlah individu total
- N = Jumlah individu keseluruhan (sel/L)

Kriteria

- H' < 1 = keanekaragaman rendah, komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat
- 1 < H' < 3 = Keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas biota sedang atau kualitas air tercemar sedang
- H' > 3 = Keanekaragaman tinggi dan kestabilan komunitas biota tinggi atau kualitas air bersih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki kekayaan alam. Potensi tersebut antara lain wisata bahari, wisata alam, wisata budaya, dan kerajinan yang tersebar di banyak pulau. Salah satunya adalah Kawasan Ekowisata Mangrove yang terletak di kawasan Pantai Barat Oesapa Kota Kupang. Destinasi wisata hutan mangrove di pantai Oesapa Barat, hingga saat ini masih merupakan satu-satunya ekowisata hutan mangrove yang ada di Kota Kupang, yang di kelola oleh Pemerintah Kota Kupang (Pelokila, 2019). Namun seiring berjalannya waktu, pengelolaan mangrove ini dianggap kurang optimal, seperti kurangnya penambahan penanaman mangrove, berkurang/hilangnya sarana dan prasarana.

Taman Ekowisata Mangrove Kota Kupang merupakan kawasan wilayah yang cukup luas 2,3 KM dibatasi oleh Teluk Kupang di utara, pantai di selatan, muara sungai Oesapa di timur, dan Pantai Paradiso di barat (Pengo *et al.*, 2021). Tipe substrat pada Taman Ekowisata Mangrove ini adalah berpasir dan berlumpur, di mana jenis substrat pasir berwarna putih ini menjadi tempat vegetasi tumbuhan mangrove dengan jenis *Avicenia marina* dan *Rhizophora sp* yang tumbuh dengan lebat dan destinasi tambak garam (Seran, 2019).



Ekowisata mangrove/ Mangrove Ecotourism

Pantai Paradiso/ Paradiso Island

**Gambar 2. Ekowisata Mangrove
Figure 2. Mangrove Ecotourism**

(Sumber : Data Penelitian 2023)/ (Source: 2023 Research Data)

Hutan mangrove pantai Paradiso merupakan salah satu wilayah Nusa Tenggara Timur dengan luas 17,58 Ha (Seran, 2019). Terletak di Kelurahan Oesapa Barat, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang. Hutan mangrove di pantai Paradiso berada dekat dengan pemukiman penduduk dan menjadi bagian dari kebudayaan hidup masyarakat setempat. Sejumlah aktivitas manusia dengan merusak hutan mangrove, termasuk penebangan hutan yang menjadikannya lahan tambak dan sumber daya kayu sehingga berdampak pada berkurangnya luas kawasan mangrove dan pada akhirnya berdampak pada rusaknya ekosistem ekologi hutan mangrove.

Identifikasi jenis fitoplankton diperairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat

Berdasarkan hasil penelitian, 54 jenis fitoplankton yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Identifikasi fitoplankton di Perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat
Table 1. Identification of phytoplankton in West Oesapa Mangrove Ecotourism Waters**

Divisio	Classis	Ordo	Familia	Genus	Species
		Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia</i> <i>Closterium</i> <i>Nitzschia sigma</i> <i>Nitzschia vitrea</i>
		Diploneidinae	Diploneidaceae	Diploneis	<i>Disploneis fusca</i>
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae		<i>Diploneis pelagica</i>
			Naviculaceae	Navicula	<i>Diploneis splendica</i> <i>Navicula elegans</i>

Divisio	Classis	Ordo	Familia	Genus	Species
					<i>Navicula membranacea</i>
					<i>Navicula distans</i>
					<i>Navicula salinarum</i>
		Rhabdonematales	Rhabdonemataceae	Rhabdonema	<i>Rhabdonema arcuatum</i>
					<i>Rhabdonema ventricose</i>
		Thalassiophytales	Catenulaceae	Amphora	<i>Amphora lineolate</i>
Chlorophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodisciales	Coscinodiscaceae	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus sp</i>
		Rhizozoleniales			<i>Guinardia sp</i>
Dinophyta	Dinophyceae	Dinophysiales	Dictyoneidaceae	Dinophysis	<i>Dinophysis sp</i>
		Peridinales	Procentraceae	Protoperdium	<i>Protoperdium sp</i>

Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengamatan fitoplankton yang teridentifikasi selama penelitian sebanyak 3 kelas yang terdiri dari kelas Bacillariophyceae sebanyak 13 spesies, kelas Coscinodiscophyceae sebanyak 2 spesies, dan kelas Dinophyceae sebanyak 2 spesies. Menurut Adiwilaga & Harris (2012) Kelas Bacillariophyceae Coscinodiscophyceae dan Dinophyceae memiliki penyebaran yang luas pada perairan laut dan pesisir. Jumlah spesies fitoplankton yang berada di Perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat tergolong sedikit dari hasil penelitian Haninuna *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa fitoplankton yang terdapat di Teluk Kupang (Tenau, Kampung Solor, Oeba dan Lasiana) terdiri dari 32 jenis. Perbedaan jumlah jenis fitoplankton yang ditemukan ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan kualitas air

Spesies yang paling sering ditemukan pada setiap stasiun pengamatan adalah dari kelas Bacillariophyceae dari genus *Nitzschia* sebanyak 3 spesies, genus *Diploneis* sebanyak 3 spesies, dan dari genus *Navicula* sebanyak 4 spesies. Menurut Setyawati (2018), genus *Nitzschia*, *Diploneis*, dan *Navicula* memiliki jumlah genus terbesar dibandingkan genus lainnya di air tawar seperti danau, sungai, dan air laut. Hal ini disebabkan karena fitoplankton jenis ini mempunyai kemampuan beradaptasi dan bertahan terhadap perubahan lingkungan serta mempunyai daya reproduksi yang cepat (Arinardi *et al.*,1997). Genus yang paling sedikit ditemukan adalah dari kelas Chlorophyta yaitu genus *Coscinodiscus* dan dari kelas Dinophyta adalah genus *Dinophysis* dan *Protoperdium*. Berdasarkan hasil penelitian, selain spesies fitoplankton yang hidup di air laut juga mempunyai fitoplankton yang hidup di air tawar diantaranya

yaitu: *Nitzschia* dan *Coscinodiscus sp.* Hal ini dapat disebabkan karena letak lokasi ekowisata mangrove berdekatan dengan muara sungai Abu sehingga beberapa fitoplankton air tawar dapat terbawa ke laut.

Indeks Kelimpahan

Kelimpahan plankton didefinisikan sebagai jumlah individu spesies plankton per satuan volume (liter). Kelimpahan yang ditemukan pada penelitian ini bervariasi setiap stasiunnya. Berdasarkan hasil penelitian di perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat kelimpahan fitoplankton selama 3 bulan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelimpahan spesies Fitoplankton di Perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat

Table 2. Abundance of Phytoplankton species in West Oesapa Mangrove Ecotourism Waters

Classis	Ordo	Familia	Genus	No	Species	Jumlah Kehadiran Keseluruhan Titik/ Total Attendance Points	Kelimpahan (Sel/Liter) / Abundance (Cells/Liter)	
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	1	<i>Nitzschia Closterium</i>	2	187	
				2	<i>Nitzschia sigma</i>	4	374	
				3	<i>Nitzschia vitrea</i>	8	748	
	Naviculales	Naviculaceae	<i>Diploneis</i>	<i>Diploneis</i>	4	<i>Disploneis fusca</i>	3	280,5
					5	<i>Diploneis pelagica</i>	1	93,5
			6	<i>Diploneis splendica</i>	1	93,5		
			<i>Navicula</i>	<i>Navicula</i>	7	<i>Navicula elegans</i>	1	93,5
					8	<i>Navicula membranacea</i>	11	1028,5
					9	<i>Navicula distans</i>	4	374
			10	<i>Navicula salinarum</i>	4	374		
Rhabdonematales	Rhabdonemataceae	<i>Rhabdonema</i>	<i>Rhabdonema</i>	11	<i>Rhabdonema arcuatum</i>	5	467,5	
				12	<i>Rhabdonema ventricose</i>	2	187	
Coscinodiscophyceae	Thalassiosiphales	Catenulacaeae	<i>Amphora</i>	13	<i>Amphora lineolate</i>	1	93,5	
	Coscinodisciales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i>	14	<i>Coscinodiscus sp</i>	1	93,5	
Dinophyceae	Rhizozoleniales			15	<i>Guinardia sp</i>	4	374	
	Dinophysiales	Dictyoneidaceae	<i>Dinophysis</i>	16	<i>Dinophysis sp</i>	1	93,5	
	Peridinales	Prorocentraceae	<i>Protoperidium</i>	17	<i>Protoperidium sp</i>	1	93,5	
Rata-rata kehadiran setiap Spesies/ Average presence of each Species						3,18		
Rata-rata nilai Kelimpahan Seluruh Titik/ Average Abundance value of all Points								
297								

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata kelimpahan fitoplankton berdasarkan kelas yang ditemukan terdiri dari 1-17 spesies dengan rata-rata kehadiran setiap spesies sebanyak 3 spesies. Rata-rata nilai kelimpahan yang didapatkan dari seluruh titik adalah sebesar 297 Sel/Liter. Hal ini menunjukkan bahwa pada perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat yang merupakan daerah pariwisata, permukiman, pembuangan limbah rumah tangga dan pembukaan lahan tambak garam, sebaran fitoplanktonnya tidak merata. Perairan tersebut mengalami kegiatan yang berdampak pada pencemaran perairan disekitarnya, sesuai dengan Khaeriyah (2014) yang menyatakan bahwa perairan eutrofik memiliki tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara >15.000 sel/Liter. Parameter kualitas air yang dimiliki pada suatu perairan menjadi salah satu aspek pendukung. Kondisi fisika kimia perairan yang relatif berbeda pada waktu pengambilan sampel dapat mempengaruhi komposisi jenis plankton (Sudinno *et al.*, 2015).

Kelimpahan spesies fitoplankton tertinggi yaitu *Navicula membranacea* yakni sebesar 1028,5 Sel/Liter. Hal ini disebabkan karena spesies *Navicula membranacea* dari kelas Bacillariophyceae memiliki tingkat toleransi terhadap perubahan lingkungan dan kualitas air yang baik (Simanihুরু, 2012). Kelimpahan fitoplankton terendah yaitu pada spesies *Diplonieis pelagica*, *Diplonieis splendica*, *Navicula elegans*, *Amphora lineolate*, *Coscinodiscus sp*, *Dinophysis sp*, *Protopteridium sp* yakni sebesar 93,5 Sel/Liter (Aminah *et al.*, 2020). Jenis Fitoplankton yang relatif melimpah merupakan jenis yang lebih efisien dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal tersebut dapat juga ditemukan pada perbedaan kelimpahan fitoplankton pada setiap stasiun tertera pada Tabel 3.

Table 3. Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat berdasarkan setiap stasiun

Table 3. Abundance of Phytoplankton in West Oesapa Mangrove Ecotourism Waters based on each station

Lokasi/ Location	Kelimpahan Sel/Liter/ Abundance (Cells/Liter)
Ekowisata Magrove (stasiun 1)/ <i>Magrove Ecotourism (station 1)</i>	1.496
Paradiso (stasiun 2)/ <i>Paradiso (station 2)</i>	654,5
Ekowisata Mangrove (stasiun 3)/ <i>Magrove Ecotourism (station 3)</i>	1.028,5
Paradiso (stasiun 4) / <i>Paradiso (station 4)</i>	1.870

Kelimpahan total fitoplankton pada masing-masing stasiun berdasarkan hasil penelitian menunjukkan pada stasiun 1 sebanyak 1.496 Sel/Liter, stasiun 2 sebanyak 654,5 Sel/Liter, stasiun 3 sebanyak 1.028,5 Sel/Liter dan stasiun 4 sebanyak 1.870 Sel/Liter. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut kelimpahan fitoplankton tertinggi pada

stasiun 3 yaitu 1.028,5 Sel/Liter. Tingginya kelimpahan fitoplankton pada stasiun ini disebabkan karena lokasi tersebut memiliki ekosistem mangrove sehingga menunjang kehidupan fitoplankton. Kelimpahan terendah pada stasiun 2 yakni sebesar 654,5 Sel/Liter, hal ini disebabkan karena arus yang cukup kuat sehingga membawa fitoplankton ke bagian lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Augusta (2015) menunjukkan bahwa migrasi sangat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Migrasi dapat terjadi karena kepadatan populasi namun dapat juga karena keadaan lingkungan fisik seperti perubahan suhu dan arus.

Indeks Keanekaragaman Fitoplankton

Berdasarkan hasil penelitian di perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat selama 3 bulan maka keanekaragaman fitoplankton dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman Jenis Fitoplankton per stasiun di Perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat dan Paradiso
Table 4. Phytoplankton Diversity Index per station in West Oesapa and Paradiso Mangrove Ecotourism Waters

No	Species	Jumlah Spesies Per Stasiun/ Number of Species Per Station			
		I	II	III	IV
1	<i>Nitzschia Closterium</i>	187			
2	<i>Nitzschia sigma</i>	187	187		
3	<i>Nitzschia vitrea</i>	467,5		93,5	187
4	<i>Disploneis fusca</i>	187		93,5	
5	<i>Diplonieis pelagica</i>	93,5			
6	<i>Diplonieis splendica</i>				93,5
7	<i>Navicula elegans</i>	93,5			
8	<i>Navicula membranacea</i>	187		374	467,5
9	<i>Navicula distans</i>			93,5	280,5
10	<i>Navicula salinarum</i>			187	187
11	<i>Rhaldonema arcuatum</i>	93,5		93,5	280,5
12	<i>Rhabdonema ventricose</i>		187		
13	<i>Amphora lineolate</i>			93,5	
14	<i>Coscinodiscus sp</i>				93,5
15	<i>Guinardia sp</i>		187		187
16	<i>Dinophysis sp</i>				93,5
17	<i>Protoperidium sp</i>		93,5		
N		1496	654,5	1028,5	1870
Keanekaragaman / Diversity		2,061	1,355	1,772	2,058
Kriteria/ Criteria		Sedang	Sedang	Sedang	Sedang

Tabel 4 menunjukkan keanekaragaman jenis fitoplankton pada perairan ekowisata mangrove stasiun I sampai IV tergolong kategori tercemar sedang, di mana sesuai dengan kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon Winner apabila $1 < H' < 3 =$ Keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas biota sedang atau kualitas air tercemar sedang. Yaitu stasiun 1 nilai keanekaragamannya sebesar 2,061 kriteria

sedang, stasiun 2 sebesar 1,355 kriteria sedang, stasiun 3 sebesar 1,772 dan stasiun 4 sebesar 2,058 berada pada kriteria keanekaragaman sedang. Kondisi yang menunjukkan perairan ekowisata mangrove dalam keadaan tercemar akibat dari kurang stabilnya komunitas fitoplankton juga bisa ditandai dengan munculnya berbagai jenis fitoplankton serupa sebagai indikator suatu perairan tercemar dari *Nitzschia* dan *Navicula*. Hal tersebut serupa dengan hasil penelitian (Mayagitha *et al.*, 2014) Jenis fitoplankton yang menjadi indikator air tercemar seperti *Nitzschia*, *Navicula*, dan *Oscillatoria*.

Keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun I yaitu sebesar 2,061 dengan kriteria sedang. Sedangkan keanekaragaman terendah berada pada stasiun II dengan nilai sebesar 1.355 Sel/Liter dengan kriteria sedang dimana tidak adanya pemerataan spesies fitoplankton. Ketidak merataan keanekaragaman tersebut diduga karena kondisi perairan yang tercemar sehingga terjadinya penurunan kualitas air. Patang (2009) menyatakan bahwa pencemaran di lingkungan perairan pesisir dan laut dapat disebabkan oleh kegiatan di darat atau di laut atau limbah dari kegiatan yang mempengaruhi kualitas lingkungan hidup, yang kemudian mempengaruhi ekosistem didalam perairan khususnya fitoplankton. sebagai organisme yang merespons adanya perubahan kualitas air.

Analisis sebuah nilai keanekaragaman fitoplankton (H'), ditunjukkan bahwa Pencemaran kualitas air yang disebabkan oleh masukan limbah dari aktifitas penduduk yang tinggal disekitaran pantai dan aktivitas ekowisata mangrove. Salah satu yang mempengaruhi keanekaragaman suatu perairan yaitu parameter kualitas air yang terdiri dari Suhu, pH, dan DO memiliki hubungan positif keanekaragaman Fitoplankton tergolong memiliki hubungan (Leidonald *et al.*, 2022). Selain suhu, pH, dan DO salinitas dan arus juga dapat mempengaruhi keanekaragaman fitoplankton di mana setiap jenis fitoplankton memiliki daya tahan hidup yang berbeda-beda terhadap lingkungannya dimana tingginya salinitas dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton.

Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air di keempat stasiun dilaksanakan bersamaan dengan pengambilan sampel fitoplankton menunjukkan bahwa setiap parameter kualitas air yang diukur mempunyai kisaran nilai sama antara setiap stasiunnya diantaranya yaitu suhu, pH dan DO kecuali salinitas dan arus memiliki nilai yang berbeda antara keempat stasiun. Kualitas air suatu habitat perairan ini akan mendukung struktur komunitas organisme yang hidup di dalamnya, termasuk fitoplankton.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Pada 4 Stasiun Pengambilan Sampel
Table 5. Results of Water Quality Parameter Measurements at 4 Sampling Station

Lokasi/ Location	Koordinat/ Coordinate	Suhu (°C)/ Temperature (°C)	Salinitas (‰)/ Salinity (‰)	pH/ pH	Arus (m/det)/ Current (m/sec)	DO (mg/L)/ DO (mg/L)
Ekowisata (stasiun 1)/ Magrove Ecotourism (station 1)	S : - 10:8:35:9312 E : 123:38:7:8108	28,4	30	8,4	0,14	7,1
Paradiso (stasiun 2)/ Paradiso (station 2)	S : - 10:8:23:0172 E : 123:37:38:136	28,5	29	8,4	0,16	7,1
Ekowisata (stasiun 3)/ Mangrove Magrove Ecotourism (station 3)	S : - 10:8:40:6752 E : 123:38:23:874	29,4	23	8,5	0,24	7,2
Paradiso (stasiun 4) / Paradiso (station 4)	S : - 10:8:26:7648 E:123:37:39:234	29,8	27	8,5	0,16	7,2
Baku Mutu Air Laut/ Seawater Quality Standard	28-32°C	33-34 ‰	7- 8.5	>5		

*Baku Mutu Air Laut untuk biota laut PP No. 22 Tahun (2021)

Dari Tabel 5 ini dijelaskan bahwa suhu perairan masih selalu berada pada nilai yang mendukung bagi pertumbuhan hidup fitoplankton, Suhu air ini merupakan salah satu faktor terpenting bagi kelangsungan hidup organisme akuatik. suhu yang didapatkan selama penelitian menunjukkan kisaran ideal untuk pertumbuhan fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae dengan spesies *Navicula membranacea* hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kadir *et al.*, (2015) bahwa untuk pertumbuhan optimal fitoplankton *Navicula membranacea* membutuhkan suhu kisaran antara 25-30°C. Hasil penelitian suhu yang didapatkan berkisar antara 28-29 °C untuk kisaran nilai suhu tersebut dibandingkan dengan baku mutu air laut yang diperuntukan bagi biota laut dalam PP. Nomor 22 Tahun 2021 yakni 28-32°C dengan nilai suhu ini perairan mangrove termasuk dalam suhu normal untuk kehidupan fitoplankton diperairan.

Nilai salinitas menunjukkan suatu perairan dengan kategori air laut yang baik untuk kisaran pertumbuhan fitoplankton, dari hasil pengukuran salinitas pada penelitian ditemukan salinitas sebesar 27-30 ‰ kisaran tersebut masih dalam tingkat toleransi kehidupan spesies *Navicula membranacea*. Pernyataan tersebut didukung oleh (Rahmah *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa salinitas air laut memiliki nilai kisaran 27-30 ppt. Salinitas sendiri memiliki dampak signifikan pada pertumbuhan fitoplankton. Setiap Spesies fitoplankton yang berbeda pada suatu perairan memiliki tingkat toleransi yang bervariasi terhadap salinitas. Putland (2007) menambahkan bahwa tingginya salinitas dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton. Namun Jika dibandingkan

dengan baku mutu air laut yang diperuntukan bagi biota laut dalam PP. Nomor 22 Tahun 2021 yakni 33- 34 ‰ maka nilai salinitas di perairan pantai Ekowisata Mangrove dikatakan rendah untuk pertumbuhan fitoplankton.

Hasil pengukuran kualitas air yang didapatkan pH sebesar 8,4-8,5 pada Perairan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat berada pada nilai kisaran normal untuk batas baku mutu air laut menurut PP. Nomor 22 Tahun 2021 untuk biota laut yakni 7- 8.5. Kandungan pH yang normal dapat mendukung keberadaan fitoplankton di perairan sekitar. Kisaran pH yang dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton spesies *Navicula membranacea* dan dari kelas fitoplankton lainnya adalah berkisar antara 6-9 (Berge *et al.*, 2010). Kecepatan arus di daerah perairan Oesapa Barat dan Paradiso berkisar antara 0,14-0,24 m/det dengan kecepatan tertinggi di Ekowisata Mangrove (stasiun 3), namun nilai kecepatan saat ini tetap pada kategori yang sama yaitu sedang (Yusuf *et al.*, 2012). Kecepatan arus yang dimiliki oleh suatu perairan dapat mempengaruhi jenis-jenis fitoplankton yang hidup di dalamnya dimana arus akan membawa fitoplankton menyebar keseluruh perairan. Rimper (2002) menyatakan bahwa kecepatan arus yang besar akan menyebabkan kelimpahan fitoplankton yang lebih sedikit, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa populasi fitoplakton akan terangkut ke tempat lain bersamaan dengan pergerakan arus air. Pergerakan plankton sangat bergantung pada arus atau gelombang air (Merina *et al.*, 2023). Hasil Kecepatan arus pada perairan ekowisata mangrove Oesapa Barat 0,14-0,24 m/detik memiliki tingkatan yang sedang dan memiliki tingkat kelimpahan yang kurang merata dan pada kecepatan arus ini kehidupan fitoplankton masih dapat berkembang.

Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut pada setiap stasiun sebesar 7 sesuai baku mutu air laut yang diperuntukan bagi biota laut dalam PP. Nomor 22 Tahun 2021 kadar oksigen tersebut masuk relevan dengan kehidupan fitoplankton didalammnya yakni >5 hal ini karena pada lokasi ini perairan cukup jernih. Pendapat ini didukung oleh Patty (2013) menyatakan tingginya oksigen terlarut dalam air karena airnya jernih, sehingga oksigen mudah masuk ke dalam air tanpa hambatan melalui difusi dan fotosintesis. Kadar ini berada pada rata-rata kisaran pengukuran di perairan pulau-pulau (Yusuf *et al.*, 2012), dalam beberapa penelitian, telah ditemukan bahwa pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh tingkat saturasi oksigen, dengan peningkatan oksigen terlarut yang menyebabkan tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi (Dauben, 2005). Namun, penelitian lain menunjukkan bahwa mungkin tidak ada hubungan yang jelas antara kadar oksigen terlarut dan pertumbuhan fitoplankton (Suffrian *et al.*, 2008).

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton pada perairan Ekowisata mangrove Oesapa Barat, didapatkan jenis-jenis fitoplankton yang terdapat di perairan Ekowisata Mangrove Kelurahan Oesapa Barat terdiri dari 3 kelas Bacillariophyceae (13 jenis yaitu : *Nitzschia closterium*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia vitrea*, *Disploneis fusca*, *Diplonieis pelagica*, *Diplonieis splendica*, *Navicula elegans*, *Navicula membranacea*, *Navicula distans*, *Navicula salinarum*, *Rhaldonema arcuatum*, *Rhaldonema ventricose* dan *Amphora lineolate*), Coscinodiscophyceae (2 jenis yaitu: *Coscinodiscus sp* dan *Guinardia sp*) dan Dinophyceae (2 jenis yaitu : *Dinophysis sp* dan *Protoberidium sp*). Kelimpahan spesies fitoplankton tertinggi yaitu *Navicula membranacea* yakni sebesar 1028,5 Sel/Liter. Kelimpahan spesies fitoplankton terendah yaitu *Diplonieis pelagica*, *Diplonieis splendica*, *Navicula elegans*, *Amphora lineolate*, *Coscinodiscus sp*, *Dinophysis sp*, *Protoberidium sp* yakni sebesar 93,5 Sel/Liter. Kelimpahan spesies fitoplankton tertinggi pada stasiun 3 yaitu 1.028,5 Sel/L. Kelimpahan terendah berada pada stasiun 2 yakni sebesar 654,5 Sel/Liter. Keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun I yaitu sebesar 2,061 dengan kriteria sedang. Keanekaragaman terendah berada pada stasiun II dengan nilai sebesar 1.355 Sel/Liter dengan kriteria sedang.

Rekomendasi kebijakan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka direkomendasikan : Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan parameter yang lebih beragam untuk melihat hubungan atau korelasi pengaruh ekowisata terhadap kualitas air dan kesuburan perairan yang akan berdampak pada struktur komunitas fitoplankton.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga, E. M., & Harris, E. (2012). Hubungan Antara Kelimpahan Fitoplankton Dengan Parameter Fisik- Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. *Journal of Marine Research*, 2.
- Aidil, M., Ali Sarong, M., Purnawan, S., Studi Ilmu Kelautan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Syiah Kuala Darussalam, P., Aceh, B., & Studi Pendidikan Biologi, P. (2016). Tingkat Kesamaan Plankton Pada Ekosistem Mangrove Pulo Sarok Kecamatan Singkil, Kabupaten Aceh Singkil. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 203–209
- Andriani, A., Damar, A., Rahardjo, M. F., Simanjuntak, C. P. H., Asriansyah, A., Aditriawan, R. M., Kajian, P., Daya Pesisir, S., & Lautan, D. (2017). Kelimpahan

Fitoplankton Dan Perannya Sebagai Sumber Makanan Ikan di Teluk Pabean, Jawa Barat *Abundance of Phytoplankton and its Role as Fish Food Sources in Pabean Bay, West Java* (Vol. 1, Issue 2). www.ejournalfpikunipa.ac.id

Anwar, A. (2014). Studi Kelimpahan dan Sebaran Phytoplankton secara Horizontal (Kasus Sungai Kuri Lompo Kabupaten Maros). *Jurnal Ilmu Perikanan*, 3(2), 280-286.

APHA. (1989). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom Sediment and Sludges*. 17th ed. Amer. Publ. Health Association Inc., New York. 1527 p.

Arinardi, OH., A.B. Sutomo, S.A. Yusuf., Trimaningsih, Asnaryanti dan S.H. Riyono. (1997). Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Kawasan Timur

Augusta, T. S. (2015). Analisis hubungan kualitas air terhadap komunitas zooplankton dan ikan di Danau Hanjalutung. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal Of Tropical Animal Science)*, 3(2), 30-35.

Berge, T., Daugbjerg, N., Andersen, B., & Hansen, P. (2010). Effect of lowered pH on marine phytoplankton growth rates. *Marine Ecology Progress Series*, 416, 79–91. <https://doi.org/10.3354/meps08780>

Dauben, V. (2005). Phytoplankton induced changes of air bubble residence time in seawater [Phd, University of Southampton]. <https://eprints.soton.ac.uk/41356/>

Faturohman, I., & Nurruhwati, I. (2016). Korelasi kelimpahan plankton dengan suhu perairan laut di sekitar PLTU Cirebon. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1).

Haninuna, E. D. N., Gimin, R., & Kaho, L. M. R. (2016). Pemanfaatan Fitoplankton Sebagai Bioindikator Berbagai Jenis Polutan di Perairan Intertidal Kota Kupang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 13(2), 72. <https://doi.org/10.14710/jil.13.2.72-85>

Kadir, M. A., Damar, A., & Krisanti, M. (2015). Dinamika spasial dan temporal struktur komunitas zooplankton di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3), 247-256.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Pemantauan Kualitas Air Laut*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.

Khaeriyah, A. (2014). Kelimpahan dan Sebaran Horizontal Phytoplankton bagi Peruntukan Budidaya Ikan (Studi Kasus Waduk Bilibili Zona I). *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.26618/octopus.v3i2.550>

Kurniawan, R. E., Makrifatullah, N. A., Rosar, N., Triana, Y., & Kunci, K. (2022). Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin*

Indonesia, 2(1), 163–173. <https://katadata.co.id/berita/2020/01/06/baru-83-pesertabpjs-kesehatan-per-akhir-2019>

- Leidonald, R., Yusni, E., Siregar, R. F., Rangkuti, A. M., & Zulkifli, A. (2022). Keanekaragaman Fitoplankton dan Hubungannya Dengan Kualitas Air di Sungai Aek Pohon Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara. *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.8753>
- Mayagitha, K. A., Haeruddin, -, & Rudiyaniti, S. (2014). Status Kualitas Perairan Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan Ditinjau dari Konsentrasi Tss, Bod5, Cod dan Struktur Komunitas Fitoplankton. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 177–185. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4435>
- Merina, G., Zakaria, I., Chairul, & Mursyid, A. (2023). Composition and Community Structure of Phytoplankton in Sungai Pisang Bay Waters, Padang, West Sumatra in the Dry Season. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 5. <https://doi.org/10.35308/jlik.v5i1.7159>
- Nasution, A., Widyorini, N., & Purwanti, F. (2019). Analisis Hubungan Kelimpahan Fitoplankton Dengan Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Morosari, Demak Relationship Analysis of Phytoplankton Abundance to Nitrate and Phosphate in the Morosari Waters, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 8(2), 78-86.
- Nurrachmi, I., Amin, B., Siregar, S. H., & Galib, M. (2021). Plankton community structure and water environment conditions in the Pelintung Industry Area, Dumai. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 2(1), 15-27.
- Odum EP. (1993). *Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Penerjemah Samingan T, Editor Srigando. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hal.
- Odum, E. P. (1998). *Dasar-dasar Ekologi*. Diterjemahkan dari Fundamental of Ecology oleh T. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Patang. 2009. Faktor-faktor yang Mempengaruhi produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Kabupaten Pangkep. *Jurnal Kelautan dan Perikanan*. 19(3)
- Patty, S. I. (2013) Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. Universitas Sam Ratulangi. Sulawesi Utara: 1 (3) ISSN 2302-3589.
- Pellokila, I. R., & Sagala, N. (2019). Strategi Pengembangan Ekowisata Hutan Mangrove Di Kawasan Pantai Oesapa. *Tourism-Jurnal Pariwisata*, 2(1), 47. <https://doi.org/10.32511/tourism.v2i1.319>
- Pengo, Y., Tamelan, P. G., & Asrial, A. (2021). Pengelolaan Sampah di Kawasan Taman Ekowisata Mangrove Kota Kupang. *Jurnal Teknologi*, 15(1), Article 1.

- Putland, J. N., & Iverson, R. L. (2007). Phytoplankton Biomass In A Subtropical Estuary: Distribution, Size Composition, And Carbon : Chlorophyll Ratios. *Estuaries and Coasts*, 30(5), 878–885. <https://doi.org/10.1007/BF02841341>
- Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan Fitoplankton dan Kaitannya dengan Beberapa Parameter Lingkungan Perairan di Estuari Sei Carang Kota Tanjung pinang. *Journal of Marine Research*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945>
- Rimper, J. R. T. S. L. (2002) *Kelimpahan dan Distribusi Fitoplankton di Perairan Teluk Manado Sulawesi Utara*. Program Pasca Sarjana. IPB.
- Seran, W. (2019). Struktur dan Komposisi Tegakan Mangrove di Pantai Paradiso, Kelurahan Oesapa Barat, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, NTT. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(1), 34–42. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.1.34-42>
- Setyawati, R. A. R. T. R. T. (2018). Komposisi Diatom (Bacillariophyceae) Perifitik pada Substrat Kaca di Sungai Kapuas Kecil Kota Pontianak Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 7(3). <https://doi.org/10.26418/protobiont.v7i3.29855>
- Simanihuruk, T. (2012). *Komposisi Diatom Epipelik dan Epifitik di Perairan Sungai Mesjid Kota Dumai Provinsi Riau*.
- Sudinno, D., Jubaedah, I., & Anas, P. (2015). Kualitas Air dan Komunitas Plankton Pada Tambak Pesisir Kabupaten Subang Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 13–28. <https://doi.org/10.33378/jppik.v9i1.55>
- Suffrian, K., Simonelli, P., Nejstgaard, J. C., Putzeys, S., Carotenuto, Y., & Antia, A. N. (2008). Microzooplankton grazing and phytoplankton growth in marine mesocosms with increased CO₂ levels. *Biogeosciences*, 5(4), 1145–1156. <https://doi.org/10.5194/bg-5-1145-2008>
- Van Roy, O. , Keruk, F. E. I. , & Matatula, J. (2021). Analisis Vegetasi di Ekosistem Mangrove Oesapa Barat Berbasis Pendidikan. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian* (Vol. 4, No. 1, pp. 281-290).
- Yamaji, I. (1976). *Illustration of Marine Plankton*. Japan: Hoikusha Publishing Co Ltd. 371p.
- Yolanda, P. A. (2020). Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Sungai Rawa Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa* .
- Yusuf, M., Handoyo, G., Muslim, M., Wulandari, S. Y., & Setiyono, H. (2012). Karakteristik Pola Arus Dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 1(5), 63–74.