

Phytoplankton Diversity as a Bioindicator for Water Quality of Pertamina Harbour Ampenan, Lombok

Martina Ulfaturrahmi¹, Dining Aidil Candri^{1*}, Lalu Japa², Mursal Ghazali¹, & Tri Wahyu Setyaningrum¹

¹Biology Departement, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Mataram, Mataram, Indonesia;

²Biology Education Study Program, Teacher Training and Education Faculty, University of Mataram, Mataram, Indonesia;

Article History

Received : February 01th, 2024

Revised : February 23th, 2024

Accepted : March 28th, 2024

*Corresponding Author:

Dining Aidil Candri,

Biologi Departement, Faculty

of Mathematics and Natural

Sciences, University of

Mataram, Mataram, Indonesia;

Email: aidilch@unram.ac.id

Abstract: Ampenan district is an area that has a fairly high population density. There are community activities such as selling on the beach, littering, tourism activities and crossing activities at the Pertamina Harbour Ampenan which can cause a decrease in water quality. This research was conducted to determine water quality of Pertamina Harbour Ampenan based on phytoplankton community. Sea waters samplings were carried out using a 20 μ m plankton net. Observation and identification of phytoplankton was carried out in advances biology laboratory, FMIPA, Mataram University using a binocular microscope. Phytoplankton data were analyzed based on the abundance, diversity, dominance and saprobity index. The results of this research showed that the phytoplankton community of the Pertamina Harbour Ampenan waters consisted of 106 species from 6 classes with an abundance value of 4324,455 ind/L. Spesies diversity and dominant indexes of phytoplankton, and saprobic indexes of the Pertamina Harbour Ampenan waters were 1,767, 0,451 and 2,56 respectively. Based on the phytoplankton species diversity index, the waters of Pertamina Harbour Ampenan was categorized as moderately polluted, whereas saprobity index the waters of Pertamina Harbour was categorized as oligosaprobic.

Keywords: Bioindicator, Lombok, Pertamina Harbour, phytoplankton.

Pendahuluan

Kawasan Ampenan terletak di ujung barat kawasan Kota Mataram yang berbatasan langsung dengan Selat Lombok. Luas wilayah Kecamatan Ampenan adalah 9,46 km² (BPS Kota Mataram, 2023). Daerah pesisir pantai Kecamatan Ampenan mempunyai kepadatan penduduk cukup tinggi. Disamping itu, banyaknya aktivitas yang terdapat di area pesisir pantai seperti pelelangan ikan, aktivitas pariwisata, penyeberangan kapal PT. Pertamina dan lain sebagainya. Aktivitas tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan. Nontji, (2008) menjelaskan bahwa masuknya bahan pencemar ke pesisir pantai dapat menimbulkan dampak negatif terhadap organisme yang hidup di perairan seperti plankton.

Fitoplankton adalah makhluk yang

mengapung di badan air dan cocok untuk fotosintesis. Fitoplankton juga merupakan salah satu pembatas tingkat kesuburan suatu perairan. Perubahan kualitas air seharusnya terlihat dari melimpahnya dan susunan fitoplankton di perairan (Junda *et al.*, 2012). Kumpulan entitas organik yang dapat memberikan reaksi, tanda, peringatan dini, gambaran, refleksi, dan data mengenai kondisi atau perubahan suatu lingkungan disebut bioindikator (Weissman *et al.*, 2006). Perubahan ukuran, jenis dan jumlah populasi fitoplankton di suatu perairan dapat menggambarkan kondisi struktur wilayah amfibi setempat (Dwirastina dan Riani, 2019).

Jumlah fitoplankton mencakup lebih dari 70% wilayah permukaan dunia (Andriani, dkk. 2018). Perkembangan dan perkembangan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh faktor fisik dan sintetik seperti suhu, cahaya, dan suplemen. Suplemen merupakan variabel pembatas

perkembangan fitoplankton. Oleh karena itu, jika kontribusi nutrisi dari luar perairan tinggi, maka suplemen tersebut mendukung pertumbuhan fitoplankton dan peningkatan perairan atau eutrofikasi (Sulastrri, 2018).

Permasalahan yang sering terjadi di kawasan tepi pantai dan tepi laut adalah pencemaran alam akibat sampah yang berdampak buruk terhadap makhluk hidup dan peniru disekitarnya. Sampah pada pesisir pantai memberikan dampak negatif pada fitoplankton dan biota laut lainnya, akibatnya kesuburan wilayah perairan berkurang (Sunarti, et al, 2020). Aktivitas masyarakat seperti berdagang di pinggir pantai, membuang sampah sembarangan, aktivitas pariwisata dan aktivitas penyebrangan di Dermaga Pertamina menyebabkan keberadaan biota laut menjadi terganggu. Maka dari itu dilakukanlah penelitian ini untuk menganalisis kualitas perairan di area Pantai Ampenan dengan menggunakan fitoplankton.

Bahan dan Metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian berlangsung pada Mei sampai Agustus 2023. Sampel fitoplankton diambil pada wilayah perairan Dermaga Pertamina Ampenan Kota Mataram. Pengamatan dan melakukan identifikasi fitoplankton di Laboratorium Biologi Lanjut FMIPA, Universitas Mataram. Lokasi penelitian dapat dilihat secara jelas pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat dan bahan penelitian

Alat penelitian antara lain Plankton Net dengan mata jaring berukuran 20 μm , ember bervolume 5 L, 9 buah botol sampel bervolume 50 mL, pH meter, *Handrefractometer*, Thermometer,

nitrat test stick dan *Secchi Disk*. Bahan penelitian yaitu sampel air laut, sampel fitoplankton dan formalin sebagai pengawet sampel. Parameter yang diukur meliputi suhu, salinitas, kecerahan, pH, nitrat dan kedalaman.

Metode

Jenis penelitian deskriptif kuantitatif dimana stasiun pengambilan sampel ditentukan melalui metode *purposive sampling* dengan mempertimbangkan lokasi tersebut dapat mempresentasikan wilayah Dermaga Pertamina Ampenan. Setiap stasiun terbagi menjadi tiga titik sampling. Stasiun 1 terletak pada daerah muara sungai Jangkok, stasiun 2 pada Dermaga Pertamina Ampenan, sedangkan stasiun 3 merupakan wilayah pemukiman padat penduduk.

Sampel fitoplankton diambil menggunakan plankton net berukuran mata jaring 20 μm . Tahap pertama diawali dengan mengambil sampel air laut menggunakan ember bervolume 5 L sebanyak 20 kali sehingga akan menjadi 100 L. Hasil pemekatan air laut yang tersaring dipindahkan kembali pada botol sampel berukuran 50 mL yang telah berisi formalin 4% sehingga sampel terawet pada pengawetan, selanjutnya masing-masing botol sampel diberikan label. Identifikasi spesies fitoplankton menggunakan Yamaji (1984). Mengukur parameter fisika kimia perairan saat pengambilan sampel seperti salinitas, suhu, kecerahan, pH, nitrat dan kedalaman.

Analisis data

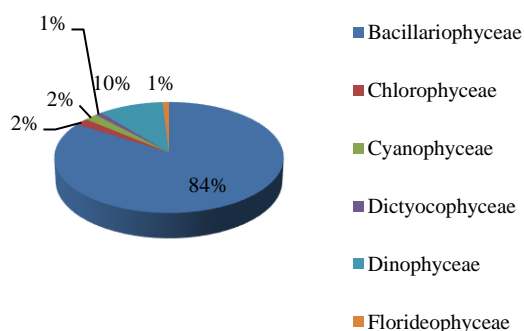
Data dianalisis menggunakan nilai kelimpahan, Indeks Keanekaragaman Spesies, Indeks Dominansi Spesies dan Indeks Saprobik. Analisis kelimpahan menggunakan rumus dari Romimohtarto dan Juwana (2001), indeks keanekaragaman spesies menggunakan rumus Shannon-Wiener (Odum, 1993), indeks dominansi spesies fitoplankton ditentukan berdasarkan rumus Simpson (Krebs, 1999), sedangkan indeks saprobik menggunakan rumus Dresscher dan Mark (1976).

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Fitoplankton

Hasil penelitian menemukan sebanyak 106 spesies fitoplankton dari 36 famili dan 6 kelas di perairan Dermaga Pertamina Ampenan. Persentase kehadiran kelas fitoplankton disajikan dalam **Gambar 2**.

Spesies yang paling banyak dari kelas Bacillariophyceae sebesar 84%. Umumnya kelas Bacillariophyceae ditemukan di perairan (Nontji, 2008). Hal ini karena Bacillariophyceae bersifat mudah beradaptasi, kosmopolit, mempunyai daya reproduksi yang cukup tinggi, dan tahan terhadap kondisi ekstrim, (Dwirastina dan Riani, 2019). Selain itu, sampel diambil saat musim hujan sehingga kadar nutrien cukup tinggi. Kelas Bacillariophyceae mempunyai kepadatan perairan yang tinggi karena pada saat musim hujan ketersediaan nutrisi yang membantu pertumbuhan fitoplankton sangat mudah didapat karena terendahnya lahan pedesaan oleh hujan dan kemudian dibawa oleh saluran air ke laut (Lantang dan Pakidi, 2015).



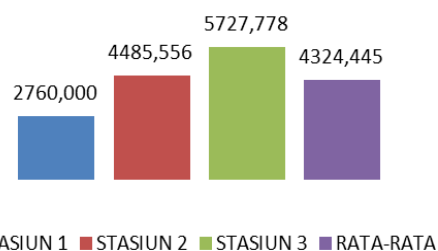
Gambar 2. Persentase kehadiran kelas fitoplankton perairan Dermaga Pertamina Ampenan

Adanya aktivitas antropogenik di kawasan penelitian seperti pemukiman penduduk, pasar rakyat ACC dan pertokoan menyebabkan meningkatnya unsur hara nitrat sehingga mempengaruhi keberadaan Bacillariophyceae. Faktor lain yang mempengaruhi kelimpahan Bacillariophyceae adalah waktu pengambilan sampel mulai pukul 09.00-12.00 WITA dimana waktu yang optimal untuk fitoplankton berfotosintesis. Bacillariophyceae bersifat fototaksis positif sehingga jumlahnya akan melimpah pada siang hari seiring meningkatnya penetrasi cahaya (Madinawati, 2010). Kecerahan perairan di stasiun 2 dan 3 terbilang tinggi yakni 100% atau dapat terlihat sampai ke dasar perairan. Sedangkan, pada stasiun 1 terbilang rendah dengan nilai kecerahan 25%. Kekeruhan menggambarkan tidak adanya kejernihan suatu perairan karena adanya bahan koloid dan bahan tersuspensi seperti lumpur, bahan anorganik, bahan organik, dan mikroorganisme perairan (Saraswati *et al.*, 2017).

Kelimpahan Fitoplankton

Lingkungan yang subur dapat dilihat dari adanya kelimpahan fitoplankton (Rahmah *et al.*, 2022). Nilai kelimpahan fitoplankton paling tinggi di stasiun 3 sebesar 5727,778 ind/L, stasiun 2 sebesar 4485,556 ind/L, sedangkan kelimpahan terendah di stasiun 1 sebesar 2760,000 ind/L dengan rata-rata 4324,445 ind/L. Nilai kelimpahan dikategorikan mesotrofik (kesuburan sedang). Lebih jelasnya hasil analisis nilai kelimpahan fitoplankton disajikan pada **Gambar 3**.

Chaetoceros costatus memiliki nilai kelimpahan tertinggi sebesar 2908,518 ind/L. Hal ini diduga karena *Chaetoceros* sp. bersifat *thermophilic* sehingga mampu bertahan hidup pada kisaran suhu tinggi yakni sampai 122°C (Rahmah, *et al.* 2022). *Chaetoceros* adalah fitoplankton laut yang melimpah, namun karena banyaknya spesies, sulit untuk membedakannya (Japa, 2013). Selain itu, *Chaetoceros* memiliki bentuk sel seperti rantai dengan panjang hingga 200µm sebanyak 10-20 sel (Apriani, *et al.*, 2023).

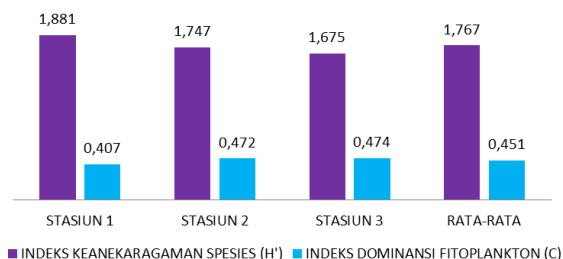


Gambar 3. Kelimpahan fitoplankton perairan Dermaga Pertamina Ampenan

Indeks Ekologi Fitoplankton

Indeks keanekaragaman spesies digunakan untuk menghitung tingkat keragaman spesies, sedangkan indeks dominansi untuk melihat ada tidaknya spesies fitoplankton yang mendominasi dalam suatu komunitas. Jika nilai dominansi mendekati 1 artinya ada spesies yang mendominasi spesies lainnya, sebaliknya jika mendekati 0 artinya tidak ada spesies mendominasi spesies lainnya (Hanafi, *et al.*, 2023). Indeks keanekaragaman spesies fitoplankton (H') perairan Dermaga Pertamina Ampenan menunjukkan rata-rata $H' = 1,767$ sehingga keanekaragaman dikategorikan sedang dengan pencemaran dikategorikan tercemar sedang. Indeks dominansi spesies fitoplankton menunjukkan rata-rata 0,451 dengan kategori rendah. Rendahnya nilai dominansi ini diduga karena parameter lingkungan seperti suhu,

salinitas, pH dan kedalaman cenderung sama atau tidak jauh berbeda di semua stasiun dimana nilainya optimum untuk pertumbuhan fitoplankton (**Tabel 2**). Data nilai indeks keanekaragaman dan dominansi spesies fitoplankton dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Indeks ekologi fitoplankton perairan Dermaga Pertamina Ampenan

Indeks saprobik

Tingkat kualitas perairain dapat ditentukan melalui indeks saprobik. Sistem saprobik ini banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran (Saragih dan Erizka, 2018). Data nilai indeks saprobik di Dermaga Pertamina Ampenan disajikan pada **Tabel 1**. Nilai indeks saprobik di ketiga stasiun dikategorikan Oligosaprobik artinya pencemaran perairan sangat ringan dengan bahan pencemar baik organik maupun anorganik.

Tabel 1. Nilai indeks saprobik perairan Dermaga Pertamina Ampenan

Stasiun Penelitian	Nilai Koefisien Saprobik	Kategori
Stasiun 1	2,4	Oligosaprobik (Tingkat pencemaran sangat ringan, bahan pencemar organik dan anorganik)
Stasiun 2	2,7	Oligosaprobik (Tingkat pencemaran sangat ringan, bahan pencemar organik dan anorganik)
Stasiun 3	2,6	Oligosaprobik (Tingkat pencemaran sangat ringan, bahan pencemar organik dan anorganik)

Apabila bahan organik tersebut melebihi batas wajar, maka lokasi bahan organik tersebut dianggap kontaminasi (Ayun *et al.*, 2021). Kemudian dijelaskan lagi hubungan antara nilai kelimpahan dan nilai keanekaragaman dengan indeks saprobik berkorelasi positif dimana

apabila nilai kelimpahan dan nilai keanekaragaman tinggi maka indeks saprobik juga akan meningkat. Jumlah organisme fitoplankton yang berbeda pada perairan akan mempengaruhi indeks saprobitas.

Parameter Fisik dan Kimia Perairan

Beberapa hal yang mempengaruhi nilai kelimpahan, indeks dominansi spesies, indeks keanekaragaman, serta indeks saprobik perairan Dermaga Pertamina Ampenan adalah kondisi lingkungan baik fisik maupun kimia perairan. Data kondisi fisik dan kimia perairan disajikan pada **Tabel 2**. Suhu rata-rata perairan Dermaga Pertamina Ampenan berkisar antara 29°C-30°C. Kisaran suhu di seluruh stasiun eksplorasi dipandang ideal untuk perkembangan fitoplankton. Sesuai dengan penegasan Junda *et al.*, (2012), kisaran suhu yang mendukung perkembangan fitoplankton adalah antara 20°C-30°C.

Tabel 2. Parameter fisika dan kimia perairan di Dermaga Pertamina Ampenan

No	Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	Suhu air (°C)	29	30	30
2	Salinitas (ppt)	33	32,4	33,6
3	Kecerahan (%)	25	100	100
4	pH	8,1	8,0	8,2
5	Nitrat (mg/L)	250	250	250
6	Kedalaman (m)	1	0,8	1,3

Nilai salinitas perairan Dermaga Pertamina Ampenan tergolong optimum untuk pertumbuhan fitoplankton. Salinitas yang baik untuk perkembangan fitoplankton adalah 15-32 ppt (Lantang dan Pakidi, 2015). Rasa asin berperan penting dalam mendukung keberadaan biota laut. Peningkatan rasa asin disebabkan oleh disipasi dan dampak lanjutan dari pembekuan es laut, sedangkan penurunan rasa asin disebabkan oleh curah hujan dan masuknya air baru dari sungai (Saraswati *et al.*, 2017). Curah hujan juga berdampak pada perubahan distribusi rasa asin dimana perubahan rasa asin dapat menyebabkan perubahan sifat sistem biologi kelautan terutama yang berkaitan dengan jenis limpahan hewan (Wilandari, *et al.*, 2020).

Nilai kecerahan pada stasiun 2 dan 3 tergolong baik sedangkan pada stasiun 1 nilai kecerahan tergolong rendah. Penyebabnya karena stasiun 1 adalah muara sungai jangkok dimana kandungan nutrisi lebih tinggi dibandingkan stasiun 2 dan 3. Selain itu, ada

aktivitas antropogenik masyarakat seperti membuang sampah ke sungai, selanjutnya mengalir sampai ke laut, dan juga stasiun 1 berdekatan juga dengan pasar rakyat ACC sehingga hal inilah yang diduga menjadi pemicu rendahnya nilai kecerahan di stasiun 1. Nilai kecerahan sangat berpengaruh bagi perairan. Semakin jauh cahaya masuk ke perairan berarti semakin tinggi kemampuan makhluk hidup untuk melakukan fotosintesis, maka perairan tersebut akan semakin subur sehingga biota laut dapat berkembang biak dengan baik (Ayun *et al.*, 2021).

Nilai pH perairan Dermaga Pertamina Ampenan tergolong optimum untuk pertumbuhan fitoplankton. Perairan dengan pH 6-9 mempunyai kelimpahan tertinggi dan dianggap berharga karena memiliki kisaran pH yang memungkinkan untuk memisahkan bahan alami di perairan menjadi mineral yang disesuaikan dengan fitoplankton (Manurung *et al.*, 2023). Lantang dan Pakidi (2015) menambahkan bahwa nilai pH dipengaruhi beberapa faktor, antara lain aktivitas alam seperti suhu, fotosintesis dan pernapasan makhluk hidup, dan keberadaan partikel pada perairan. Kondisi fotosintesis idealnya akan terjadi bila pH normal.

Kadar nitrat perairan Dermaga Pertamina Ampenan tergolong tinggi yakni 250mg/L. Jika kadar nitrat lebih dari 0,3 mg/L akan menyebabkan eutrofikasi (pengayaan) sehingga mempercepat pertumbuhan tanaman hijau dan tanaman laut (*blooming*) (Effendi, 2003). Hal ini dibuktikan dengan tingginya jumlah *Caetoceros costatus* di perairan Dermaga Pertamina Ampenan dengan nilai kelimpahan 2908,518 ind/L. Tetapi dalam penelitian Ikhsan *et al* (2020) ditemukan kadar nitrat tidak terlalu berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton dimana didapat koefisien relasi hanya 0,378 dengan persentase hanya 3%.

Kesimpulan

Kualitas perairan di area Pantai Ampenan disimpulkan bahwa, komunitas fitoplankton di perairan Dermaga Pertamina Ampenan terdiri dari 106 spesies dari 36 famili dan 6 kelas dengan indeks keanekaragaman spesies 1,767 sehingga dikategorikan tercemar sedang dan dilihat dari indeks saprobik menunjukkan perairan Dermaga Pertamina Ampenan tergolong oligosaprobik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada orang tua, suami, anak, sahabat, mahasiswa tingkat dan Team Caturwarga Group yang selalu mendukung penulis dalam melakukan penelitian ini. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada Dwi Ampera Hananto S.Si, Rizkia Apriani S.Si, serta semua pihak yang telah membantu secara signifikan dalam penelitian ini.

Referensi

- Andriani, A., Damar, A., Rahardjo, M.F., Simanjuntak, C.P.H., Asriansyah, A. dan Aditriawan, R.M. 2018. Kelimpahan Fitoplankton dan Perannya Sebagai Sumber Makanan Ikan di Teluk Pabean, Jawa Barat. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 1(2): 133-144. DOI: <https://doi.org/10.30862/jsai-fpik-unipa.2017.Vol.1.No.2.37>
- Apriani, W., Japa, L., dan Santoso, D. 2023. Community Structure of Phytoplankton in The Waters of Gili Trawangan, North Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*. 23(1): 47-52. DOI: <https://doi.org/10.3394/bioscientist.v10i1.5260>.
- Ayun, A.Q, Nurwidodo dan Husamah. 2021. Phytoplankton in Boom Beach, Banyuwangi Regency East Java: Their Existance as a Bioindicator of Water Saprobity. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 5(3):84-94. DOI: <https://doi.org/10.47007/ijobb.v5i3.97>
- Badan Pusat Statistik Kota Mataram. 2023. Kecamatan Ampenan dalam Angka. URL: <https://mataramkota.bps.go.id/publication.html>. (Accessed on February 20, 2024).
- Dresscher, T.G.N, dan Mark, H.V.D. 1976. A Simplified Method For The Biological Assesment Of The Quality Of Fresh And Slightly Brackish Water. *Journal Hydrobiologia*, 48(3): 199-201. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00028691>
- Dwirastina, M. dan Riani, E. 2019. Komposisi, Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Pulau Salah Nama Sungai Musi Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(1): 74-80. DOI:

- <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i1.2863>
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius. ISBN: 979-210-613-8.
- Hanafy, A., Ghitarina., dan Eryati, R. 2023. Karakteristik Plankton Sebagai Indikator Pencemaran di Pesisir Ambalat Samboja Kalimantan Timur. *Tropical Aquatic Sciences*, 2(1): 51-55. DOI: <https://doi.org/10.30872/tas.v2i1.925>
- Ikhsan, M.K., Rudiyaniti, S., dan Ain, C. 2020. Hubungan Antara Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Jatibarang Semarang. *Journal of Maquares*. 9(1):23-30. DOI: <https://doi.org/10.14710/marj.v9i1.27755>
- Japa, L. Suropto, dan Mertha, I.G. 2013. Hubungan Kuantitatif Fitoplankton dan Zooplankton Perairan Suaka Perikanan Gili Rango Teluk Serewe Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*. 13(1):45-54. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbt.v13i1.72>
- Junda, M., Hasrah dan Hala, Y. 2012. Identifikasi Genus Fitoplankton dan Siklus Karbon Global. *Jurnal Oseana*, 44(2): 35-48. URL: <https://ojs.unm.ac.id/bionature/article/download/1435/506>. (Accessed on February 20, 2024).
- Krebs, J.C. 1999. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher: New York. ISBN: 978-032-102-173-1.
- Lantang, B., dan Pakidi, C.S. 2015. Identifikasi Jenis dan Pengaruh Oseanografi Terhadap Fitoplankton di Perairan Pantai Payumpantari Lampu Satu Kabupaten Merauke. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (agrika UMMU-Ternate)*. 8(2): 13-29. DOI: <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.8.2.13-19>
- Madinawati. 2010. Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton di Perairan Laguna Desa Tolongano Kecamatan Banawa Selatan. *Media Litbang Sulteng*. 3(2): 119-123. URL: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/MLS/article/view/80>. (Accessed on February 20, 2024).
- Manurung, M., Warpopor, I.E., dan Masengi, M.C. 2023. Identifikasi Jenis Fitoplankton di Perairan Sungai Remu, Kota Sorong. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*. 3(4): 8814-8827. DOI: <https://doi.org/10.31004/innovative.v3i6.6168>.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut*. LIPI Press: Jakarta. ISBN: 978-979-799-085-5.
- Odum, E.P., 1993. *Dasar-dasar Ekologi, Edisi Ketiga. Terjemahan Tjahjono Samingan*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta. ISBN: 979-420-284-3.
- Rahmah, N. Zulfikar, A. dan Apriadi, T. 2022. Kelimpahan Fitoplankton dan Kaitannya dengan Beberapa Parameter Lingkungan Perairan di Estuari Sel Carang, Tanjungpinang. *Journal of Marine Research*. 11(2):189-200. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945>
- Romimohtarto, K., dan Juwana, S. 2001. *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Djambatan: Jakarta. ISBN: 979-428-588-9.
- Saragih, G.M., dan Erizka, W. 2018. Keanekaragaman Fitoplankton Sebagai Indikator Kualitas Air Danau Sipin di Kota Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*. 1(1): 22-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.33087/daurling.v1i1.5>
- Saraswati, N.L.G.R.A., Yulius., dan Rustam, A. 2017. Kajian Kualitas Air Untuk Wisata Bahari di Pesisir Kecamatan Moyo Hilir dan Kecamatan Lape, Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Segara*. 13(1):37-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v13i1.6421>
- Sulastri. 2018. *Fitoplankton: Danau-Danau di Pulau Jawa: Keanekaragaman dan Perannya Sebagai Bioindikator Perairan*. LIPI Press: Jakarta. ISBN: 978-979-799-975-9.
- Sunarti, N.R., Sari, R.P, Walid, A. 2020. Dampak Pencemaran Pantai Tapak Paderi Kota Bengkulu Akibat Sampah Terhadap Kelestarian Laut di Indonesia. *Jurnal Terapan Informatika Nusantara*. 1(3): 109-112. URL: <https://ejournal.seminar-id.com/index.php/tin/article/view/367>. (Accessed on February 20, 2024).
- Weissman, L. Fraiber, M. Shine, L. Garty, J. and Hochman, A., 2006, Responses of Antioxidants in The Lichen Ramalina Lacera May Serve as a Warning Nearly Bioindication of Water Pollution Stress.

- Fems, Microbiol, Ecol.* 58, 41-53. DOI:
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2006.00138.x>
- Wilandari, S., Halomoan, W., dan Nuraini, Y. 2020. Kajian Potensi Sumber Daya Perikanan di Kecamatan Ampenan Kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan.* 14(2): 107-120. DOI:
<https://doi.org/10.33378/jppik.v14i2.189>
- Yamaji, I. 1984. *Illustration of The Marine Plankton of Japan.*, 3rd eddition. Hoikusha Publishing Co., Ltd: Japan.