

Bacillariophyceae Diversity as Bioindicator of Pollution in the Coastal Waters of Klui Beach, North Lombok

Yuni Safrian Hadi¹, Lalu Japa^{1*}, Lalu Zulkifli¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Article History

Received : November 21th, 2022

Revised : December 28th, 2022

Accepted : January 07th, 2023

*Corresponding Author:

Lalu Japa,

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Email: ljapa@unram.ac.id

Abstract: Klui Beach is one of some famous beaches tourism destination in the Northern part of Lombok Island which is commonly visited by many tourists. Tourisms and residents activities that take place around the coast can produce various wastes that have some prominent impact on pollution, for reducing water quality. Bacillariophyceae is a class of phytoplankton that is commonly abundant in marine waters and can be used as an indicator for controlling of water quality. The objectives of this study were to determine the level of pollution in the coastal waters of Klui Beach based on the Bacillariophyceae diversity index. The Haphazard sampling was applied for determining the sampling sites. The results showed that the composition species of Bacillariophyceae consisted of 48 species which included in 17 orders. Average species abundance was 298.09 ind/L (low category). The spesies diversity index was 2.37 (moderate category). The level of water pollution in the Klui Beach was classified as not polluted.

Keywords: Klui Beach; bacillariophyceae diversity; water pollution

Pendahuluan

Wilayah pesisir memiliki potensi berupa keunikan, keindahan dan keanekaragaman hayati, salah satunya wisata pantai. Wisata pantai adalah wisata yang memanfaatkan dan mengutamakan sumber daya pantai. Kegiatan wisata pantai, meliputi rekreasi, olahraga, panorama, berperahu, dan memancing (Yulianda dan Atmadipoera, 2019).

Tolok ukur perkembangan pariwisata pantai didasarkan dari keberadaan fasilitas baik itu sarana dan prasarana pariwisata. Peningkatan pembangunan fasilitas wisata menjadi daya tarik bagi wisatawan domestik maupun wisatawan asing (Rahmi, 2017). Meningkatnya kegiatan pariwisata di daerah pantai akan menghasilkan berbagai limbah pencemar yang berdampak terhadap pencemaran. Kualitas perairan dapat diketahui dengan menggunakan analisis secara fisika, kimia, dan biologi. Analisis secara biologi dapat dilakukan menggunakan organisme sebagai bioindikator, salah satunya fitoplankton.

Keberadaan fitoplankton dapat menunjukkan suatu perairan tercemar atau tidak, ditandai dengan perubahan struktur komunitas

fitoplankton terutama kelimpahan dan keanekaragaman spesies (Gunawan *et al.*, 2015). Umumnya fitoplankton yang melimpah di perairan laut berasal dari kelas Bacillariophyceae karena bersifat kosmopolitan. Selain itu, kelas ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik pada kondisi ekstrem sekalipun dibandingkan dengan spesies dari kelas lainnya (Sahoo dan Seckbach, 2015).

Pengukuran kualitas perairan yang menggunakan fitoplankton sebagai bioindikator telah dilakukan di beberapa lokasi di Indonesia, termasuk perairan di sekitar Pulau Lombok. Khusus di perairan Pulau Lombok, penelitian telah dilakukan di Pantai Jeranjang oleh Imran (2016), Perairan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar oleh Audah *et al.* (2020), dan Pantai Madayin oleh Armiani dan Harisanti (2021). Namun, informasi mengenai kualitas perairan Pantai Klui dengan fitoplankton sebagai bioindikator sampai saat ini belum dilaporkan.

Seiring dengan meningkatnya kegiatan wisata di Pantai Klui, dapat mempengaruhi kualitas perairan untuk wisata bahari. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang fitoplankton Bacillariophyceae sebagai

bioindikator pencemaran perairan Pantai Klui Lombok Utara, yakni dengan judul “Keanekaragaman Bacillariophyceae sebagai Bioindikator Pencemaran di Perairan Pantai Klui Lombok Utara”.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 dan bertempat di Pantai Klui Lombok Utara. Selanjutnya, pengamatan mikroskopis dan identifikasi sampel fitoplankton dilakukan pada Laboratorium Biologi, FMIPA, Universitas Mataram.

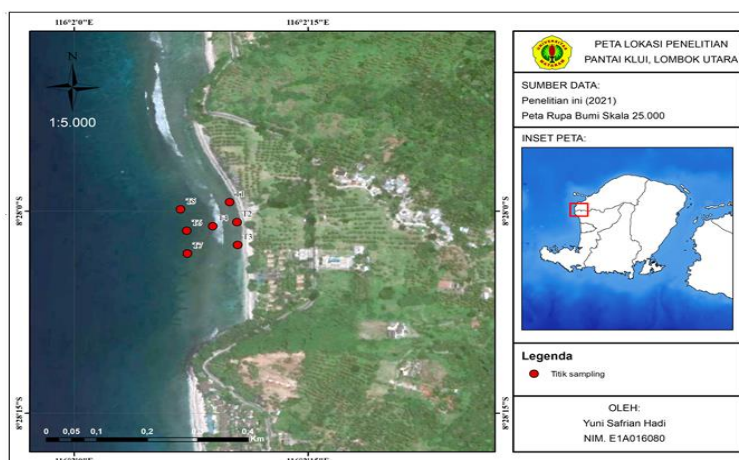
Jenis dan populasi penelitian

Penelitian ini termasuk deskriptif-eksploratif yang menggambarkan kondisi atau fenomena tertentu secara detail tentang obyek yang diteliti dan bertujuan untuk mengeksplorasi, menggali, dan memperoleh data dan informasi baru yang ditujukan untuk

kepentingan penelitian (Fuad *et al.*, 2019). Penelitian ini menggambarkan kondisi Bacillariophyceae guna memperoleh data dan informasi baru mengenai struktur komunitas Bacillariophyceae sebagai bioindikator pencemaran di Pantai Klui Lombok Utara. Penentuan sampel menggunakan teknik *Haphazard Sampling* yakni terdiri dari 7 titik (**Gambar 1** dan **Tabel 1**). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh spesies Bacillariophyceae yang terdapat di Pantai Klui.

Tabel 1. Titik pengambilan sampel

Titik	Letak Geografis	
	Longitude	Latitude
I	8° 46.5625'S	116° 03.5314'E
II	8° 46.7321'S	116° 03.6350'E
III	8° 46.5688'S	116° 03.3271'E
IV	8° 46.7106'S	116° 03.5307'E
V	8° 46.9010'S	116° 03.6633'E
VI	8° 46.7225'S	116° 03.3858'E
VII	8° 46.8827'S	116° 03.4623'E



Gambar 1. Peta lokasi titik sampling

Prosedur pengambilan data

Sampel dalam penelitian ini adalah spesies Bacillariophyceae yang diambil dari pipet tetes dalam botol sampel. Sampel air laut diambil menggunakan jaring plankton berukuran mata jaring 20 µm dengan cara menyaring 100 L air. Air diambil menggunakan ember bervolume 5 L sebanyak 20 kali pengulangan. Hasil saringan diperoleh sebanyak 50 ml dan diawetkan dengan formalin konsentrasi 4%. Pengamatan dan identifikasi spesies fitoplankton dengan bantuan mikroskop pada perbesaran 10x10, 10x20, dan atau 10x40. Pengamatan

setiap sampel dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Penentuan spesies fitoplankton yang diperoleh mengacu pada Yamadji (1986), Botes (2003), Wehr dan Sheath (2003), Al-kandari *et al.* (2009), Suthers dan Rissik (2009), Junda *et al.* (2012), dan Bellinger dan Sigeo (2015).

Data fitoplankton yang diperoleh kemudian dianalisis, meliputi kelimpahan spesies (N) menggunakan rumus Romimuhtarto dan Juwana (2007) dan indeks keanekaragaman spesies (H') menggunakan rumus Bellinger dan Sigeo (2015). Data faktor lingkungan (fisika-kimia) perairan, yakni meliputi suhu, salinitas,

derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO) diukur langsung pada setiap titik sampling, kemudian dianalisis berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut. Tingkat pencemaran dianalisis menggunakan indeks Shannon-Wiener yang ditentukan berdasarkan kategori tingkat pencemaran Barus (2020) pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman spesies

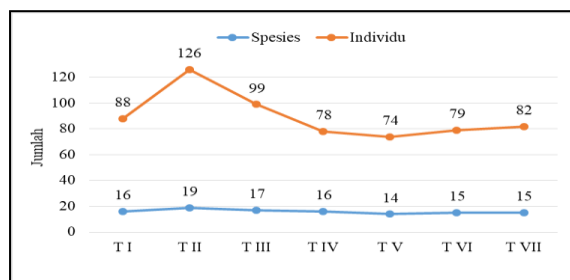
Indeks Keanekaragaman	Tingkat Pencemaran
>2,0	Tidak tercemar
1,6-2,0	Tercemar ringan
1,0-1,6	Tercemar sedang
<1,0	Tercemar berat

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Bacillariophyceae

Spesies Bacillariophyceae yang ditemukan di perairan Pantai Klui terdiri dari 48 spesies dan 17 ordo. Jumlah spesies ini lebih beragam dibandingkan Pantai Jeranjang yakni 26 spesies (Nurlaelatun *et al.*, 2018) dan 27 spesies di perairan PPI Tanjung Luar (Audah *et al.*, 2020). Namun, lebih rendah dibandingkan 75 spesies yang ditemukan di Gili Sulat (Aini *et al.*, 2018).

Komposisi Bacillariophyceae tertinggi ditemukan pada titik sampling II, sedangkan komposisi terendah pada titik sampling V (**Gambar 2**). Hal ini, diduga karena titik sampling II berada dekat daratan yang memiliki konsentrasi nutrisi cukup tinggi dan sebaliknya titik sampling V berada jauh dari daratan. Pernyataan ini didukung oleh Abubakar *et al.*, (2021), distribusi fitoplankton tinggi ditemukan pada perairan yang dekat dengan daratan atau aktivitas manusia.



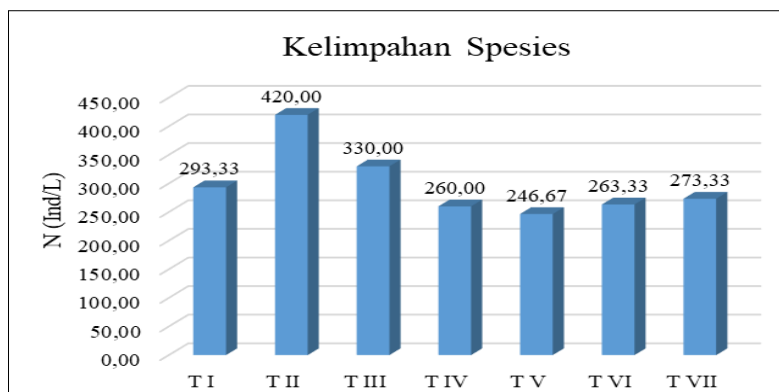
Gambar 2. Komposisi Bacillariophyceae setiap titik sampling di pantai klui

Kelimpahan Bacillariophyceae

Kelimpahan spesies yang ditemukan pada setiap titik sampling berbeda-beda, yakni berkisar 246,33 ind/L–420,00 ind/L (**Gambar 3**). Kelimpahan spesies tertinggi ditemukan pada titik sampling II sebesar 420,00 ind/L, diduga berada lebih dekat dengan garis pantai atau daratan. Keberadaan spesies mengalami peningkatan di wilayah pesisir yang menyumbangkan berbagai limbah dari aktivitas masyarakat sehingga memiliki konsentrasi nutrisi yang tinggi untuk pertumbuhan Bacillariophyceae (Purnamaningtyas *et al.*, 2019). Hal serupa ditemukan pada perairan Selat Alas (Radiarta, 2013) dan PPI Tanjung Luar (Audah *et al.*, 2020).

Kelimpahan spesies terendah ditemukan pada titik sampling V sebesar 246,33 ind/L, diduga berada jauh dari daratan. Pernyataan ini sejalan dengan Putri dan Sari (2015), semakin mengarah ke laut lepas kelimpahan fitoplankton semakin menurun. Kelimpahan spesies Bacillariophyceae rata-rata sebesar 298,09 ind/L lebih rendah dibandingkan perairan PPI Tanjung Luar yakni 322,000 ind/L (Audah *et al.*, 2020) dan Pantai Jeranjang sebesar 786,94 ind/L (Nurlaelatun *et al.*, 2018). Berdasarkan kategori kelimpahan spesies Landner 1976 dalam Nirasari *et al.* (2018), kelimpahan spesies Bacillariophyceae Pantai Klui tergolong kelimpahan rendah yang menunjukkan bahwa jenis perairan Pantai Klui yakni oligotrofik. Oligotrofik adalah status trofik perairan yang mengandung unsur hara rendah (Barus, 2020).

Spesies *Asterionella formosa* adalah spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi di Pantai Klui. Tingginya kelimpahan spesies *Asterionella formosa*, diduga kemungkinan besar berasal dari aliran sungai yang berada dekat pantai. Spesies ini melimpah pada perairan yang konsentrasi unsur haranya tinggi. *Asterionella formosa* dikenal sebagai diatom planktonik yang umumnya dominan di perairan mesotrofik dan eutrofik, serta kelimpahan spesies ini berkorelasi dengan nutrisi perairan (Buzscko dan Veres, 2017). Spesies yang memiliki nilai kelimpahan tinggi, rata-rata berasal dari genus Chaetoceros. Chaetoceros merupakan genus diatom yang umumnya paling banyak di perairan laut (Choirun *et al.*, 2015).



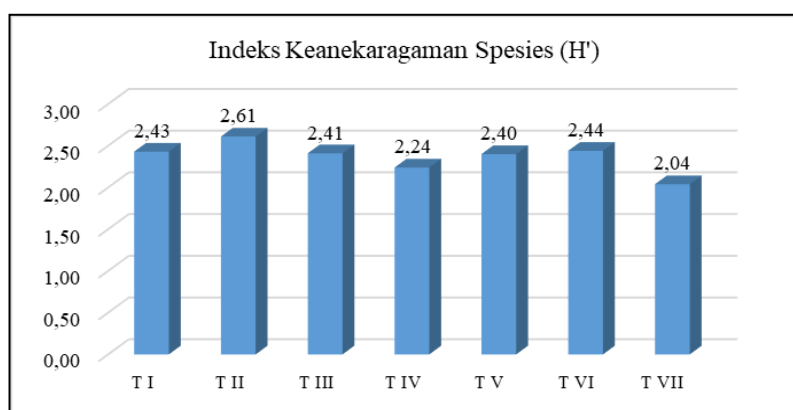
Gambar 3. Kelimpahan spesies (N) Bacillariophyceae setiap titik sampling di Pantai Klui

Keanekaragaman Bacillariophyceae

Indeks keanekaragaman spesies (H') Bacillariophyceae Pantai Klui berkisar 2,04–2,61 (**Gambar 4**). Kisaran ini lebih tinggi dibanding Pantai Jeranjang yang berkisar 1,25–1,37 (Nurlaelatun *et al.*, 2018) dan perairan PPI Tanjung Luar dengan kisaran 1,858–2,599 (Audah *et al.*, 2020). Indeks keanekaragaman spesies tertinggi pada titik sampling II karena memiliki kelimpahan spesies tinggi dan nilai pH yang cukup tinggi mengindikasikan hasil dari fotosintesis. Nilai pH yang tinggi dapat meningkatkan senyawa nitrat yang dapat mendukung kehidupan spesies Bacillariophyceae (Yusuf *et al.*, 2020).

Rendahnya indeks keanekaragaman spesies ditemukan pada titik sampling VII,

diduga saat pengambilan data terjadi arus yang cukup tenang di titik sampling ini yang berpengaruh terhadap konsentrasi nutrisi seperti nitrat dan fosfat bagi keanekaragaman spesies. Arus yang tenang menyebabkan kurangnya proses resuspensi, yakni proses naiknya sedimen yang mengandung nutrisi ke permukaan air dari dasar laut yang memberikan kontribusi nutrisi bagi fitoplankton (Yusuf *et al.*, 2020). Adapun indeks keanekaragaman spesies Bacillariophyceae rata-rata Pantai Klui sebesar 2,37 termasuk kategori keanekaragaman sedang (Rahmawati dan Taylor (2019). Keanekaragaman sedang menunjukkan bahwa kondisi ekosistem perairan Pantai Klui cukup seimbang (Goreau dan Trench, 2013).



Gambar 4. Indeks keanekaragaman spesies (H') Bacillariophyceae setiap titik sampling di Pantai Klui

Kondisi perairan Pantai Klui

Hasil pengukuran kondisi faktor fisika-kimia perairan di lokasi penelitian disajikan pada **Tabel 2**. Hasil pengukuran suhu pada titik sampling menunjukkan kisaran 30,5°C–31°C dengan nilai rata-rata 30,6°C. Menurut KepMenLH (2004), tidak ada kisaran suhu yang

pasti untuk fitoplankton, namun diperbolehkan berubah sampai dengan < 2°C dari suhu alami. Kisaran suhu Pantai Klui sedikit lebih tinggi dari suhu optimum 20°C–30°C yang dibutuhkan oleh Bacillariophyceae (Asriyana dan Yuliana, 2019). Namun, masih bisa ditolerir oleh fitoplankton

pada kisaran suhu 26^oC–32^oC (Lantang dan Pakidi, 2015).

Salinitas yang didapat pada seluruh titik sampling berkisar 31^o/₀₀–35^o/₀₀ dengan rata-rata salinitas sebesar 32,6^o/₀₀. KepMenLH (2004), seperti halnya suhu, salinitas tidak memiliki nilai yang pasti. Salinitas yang dimiliki Pantai Klui masih terbilang normal untuk pertumbuhan fitoplankton. Fitoplankton bisa tumbuh pada kondisi salinitas 31^o/₀₀–36^o/₀₀ (Perdana *et al.*, 2020).

Nilai pH perairan Pantai Klui cenderung basa yakni berkisar antara 8,0–8,2 dengan rata-rata pH sebesar 8,1. Kondisi derajat keasaman optimal untuk kehidupan fitoplankton adalah 7–8,5. Kandungan oksigen terlarut (DO) berkisar antara 6,1–6,7 dengan rata-rata 6,5 (KepMenLH, 2004). Kisaran DO perairan Pantai Klui > 5 dan terbilang masih normal untuk kehidupan fitoplankton (KepMenLH, 2004).

Keanekaragaman Bacillariophyceae sebagai bioindikator pencemaran

Tingkat pencemaran dapat ditinjau dari indeks keanekaragaman spesies. Berdasarkan kategori Rahmawati dan Taylor (2019), indeks keanekaragaman spesies Bacillariophyceae tergolong sedang yaitu 2,37. Hal ini menunjukkan bahwa Pantai Klui memiliki produktivitas perairan yang cukup baik, kondisi ekosistem yang cukup seimbang dan tekanan ekologisnya sedang.

Kategori Barus (2020), indeks keanekaragaman > 2 menunjukkan perairan Pantai Klui tidak tercemar. Hal ini dikarenakan kurangnya keberadaan fasilitas dan kegiatan pariwisata di Pantai Klui. Kegiatan pariwisata menghasilkan limbah organik maupun anorganik (sampah) yang dapat menurunkan kualitas perairan, semakin tinggi kegiatan pariwisata maka limbah yang dihasilkan semakin banyak sehingga menyebabkan pencemaran (Haninuna *et al.*, 2015).

Tabel 2. Hasil pengukuran faktor lingkungan perairan setiap titik sampling

No	Faktor lingkungan	Titik							Rata-Rata
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	Suhu (^o C)	31	30,5	31	30,5	30,5	30,5	30,5	30,6
2	Salinitas (^o / ₀₀)	32	32	31	32	35	34	35	32,6
3	Ph	8,1	8,2	8,1	8,1	8,0	8,1	8,1	8,1
4	DO (mg/l)	6,1	6,4	6,7	6,6	6,6	6,7	6,7	6,5

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian, hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa komposisi Bacillariophyceae Pantai Klui Lombok Utara terdiri dari 48 spesies dan 17 ordo. Selanjutnya, kelimpahan spesies Bacillariophyceae rata-rata sebesar 298,09 ind/L tergolong kelimpahan rendah. Indeks keanekaragaman spesies Bacillariophyceae sebesar 2,37 tergolong kategori sedang. Selain itu, tingkat pencemaran perairan Pantai Klui termasuk dalam kategori tidak tercemar.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara moral maupun material sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

Abubakar, S., Akbar, N., Baksir, A., Umasangadji,

- H., Hajamuddin., Tahir, I., Paembonan, R. E., dan Ismail, F. (2021). Distribusi Spasial dan Temporal Fitoplankton di Perairan Laut Tropis. *Jurnal Kelautan*, 14(2): 149–163.
- Aini, Y. Q., Al Idrus, A., dan Japa, L. (2018). Komunitas Plankton pada Perairan Habitat Mangrove di Gili Sulat Lombok Timur. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 32–40.
- Al-kandari, M., Y Al-Yamani, F., and Al-Rifaie, K. (2009). *Marine Phytoplankton Atlas of Kuwait's Waters*. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research.
- Armiani, S., dan Harisanti, B. M. (2021). Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dengan Faktor Lingkungan di Perairan Pantai Desa Madayin Lombok Timur. *Jurnal Pijar MIPA*, 16(1): 75–80.
- Asriyana., dan Yuliana. (2019). *Produktivitas Perairan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Audah, N., Japa, L., dan Yamin, M. (2020). Abundance and Diversity of Diatom Class Bacillariophyceae as Bioindictaor of Pollution in the Waters of Tanjung Luar Fish

- Landing Based. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(3):525–531.
- Barus, T. A. (2020). *Limnologi*. Makassar: CV. Nas Media Pustaka.
- Bellinger, E. G, and Sige, D. C. (2015). *Freshwater Algae: Identification, Enumeration and Use as Bioindicators*. New Delhi: Willey Backwell.
- Botes, L. (2003). *Phytoplankton Identification Catalogue*. London: GloBallast Monograph.
- Buzscko, K., and Veres, D. (2017). Paleolimnological Evidences for the Rice and Fall of Star-Like Planktonik Diatom (*Asterionella formosa*) During the Antropocene. *Acta Biological Plantarum Egriensis*, 5(1): 26.
- Choirun, A., Sari, S. H. J., dan Iranawati, F. (2015). Identifikasi Fitoplankton Spesies Harmfull Algae Bloom (Hab) Saat Kondisi Pasang di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan*, 25(2): 58–66.
- Fuad, M. A. Z., Yona, D., Sartimbul, A., Sambah, A. B., Iranawati, F., Hidayati, N., Ledhyane., Hariyan., Sari, S. H. J., dan Rahman, M. A. (2019). *Metode Penelitian Kelautan dan Perikanan-Prinsip Dasar Penelitian, Pengambilan Sampel, Analisis, dan Interpretasi Data*. Malang: UB Press.
- Goreau, T. J., and Trench, R. K. (2013). *Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration*. New York: CRC Press.
- Gunawan, A., Nova, H., dan Budiman. (2015). Evaluasi Kualitas Perairan berdasarkan Diversitas dan Struktur Komunitas Plankton pada Kolam Bekas Tambang Batu Bara yang Terdapat Aktivitas Keramba Ikan di Tenggara Seberang. *Prosiding Seminar Tugas Akhir*. Samarinda: FMIPA Universitas Mulawarman (1)1.
- Haninuna, E. D. N., Gimin, R., dan Kaho, L. M. R. (2015). Pemanfaatan Fitoplankton sebagai Bioindikator Berbagai Jenis Polutan di Perairan Intertidal Kota Kupang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 13(2): 72-85.
- Imran, A. (2016). Struktur Komunitas Plankton sebagai Bioindikator Pencemaran di Perairan Pantai Jeranjang Lombok Barat. *JIME*, 2(1): 1–8.
- Junda, M., Hasrah., dan 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.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2004). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Air Laut*. Jakarta: KMN LH.
- Lantang, B., dan Pakidi, C. S. (2015). Identifikasi Jenis dan Pengaruh Faktor Oseanografi Terhadap Fitoplankton di Perairan Pantai Payum-Pantai Lampu Satu Kabupaten Merauke. *Ilmiah Agribisnis Dan Perikanan*, 8(2): 13–19.
- Nirasari, K. G., Arya, I.W., dan Suryani, S. A. M. P. (2018). Studi Struktur Komunitas Fitoplankton Di Danau Batur, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali. *Gema Agro*, 23 (1): 104–107.
- Nurlaelatun, H., Japa, L., dan Santoso, D. (2018). Keanekaragaman dan Kelimpahan Diatom (Bacillariophyceae) di Pantai Jeranjang Desa Taman Ayu Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1): 13–20.
- Perdana, A. S., Ario, R., dan Endrawati, H. (2020). Jumlah dan Jenis Fitoplankton di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Journal of Marine Research*, 9(3): 261–270.
- Purnamaningtyas, S. E., Mujiyanto., dan Riswanto. (2019). Distribusi dan Kelimpahan Fitoplankton di Teluk Gerupuk, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 4(1): 24–30.
- Putri, S. I. P., dan Sari, S. H. J. (2015). Struktur Komunitas Fitoplankton dan Kaitannya dengan Ketersediaan Zat Hara dan Parameter Kualitas Air Lainnya di Perairan Timur Surabaya. *Depik*, 4(2): 79–86.
- Radiarta, I. N. (2013). Hubungan Antara Distribusi Fitoplankton dengan Kualitas Perairan Di Selat Alas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Bumi Lestari*, 13(2): 234–243.
- Rahmawati, Y., and Taylor P.C. (2019). *Empowering Science and Mathematics for Global Competitiveness*. London: CRC Press.
- Rahmi, S. A. (2017). *Fasilitas Pendukung dalam Pembangunan Pariwisata Kabupaten Lombok Utara Provinsi Nusa Tenggara Barat*, (7)2: 19–33.
- Romimuhtarto, K., dan Juwana, S. (2007). *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Jakarta: Djambatan.
- Sahoo, D., and Seckbach, J. (Ed) (2015). *The Algae Word*. New York: Spinger.
- Suthers, I. M., and Rissik, D. (2009). *Plankton -A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality*. Oxford: CSIRO.

-
- Wehr, J. D., and Sheath, R. G. (2003). *Freshwater Algae of North America-Ecology and Clasification*. San diego: Academic Press.
- Yamadji. I. 1986. *Illustrations of The Marine Plankton of Japan*. 3rd. Eddition. Japan: Hoikusha Publishing Co. Ltd.
- Yulianda, F., dan Atmadipoera, A. S. (2019). *Daya Dukung dan Rencana Pengelolaan Ekowisata Kawasan Konservasi Laut: Model Kasus Taman Nasional Kepulauan Seribu*. Bogor: IPB Press.
- Yusuf, M., Pamungkas, A., Hudatwi, M., dan Irvani. (2020). Sebaran Nitrat dan Kelimpahan Fitoplankton di Pantai Tanah Merah dan Pulau Semujur. *Tropimar*, 2(2):86–96.