

Keanekaragaman dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Teluk Kupang Nusa Tenggara Timur

Diversity and Abundance of Phytoplankton in Kupang Bay Waters East Nusa Tenggara

Hernur Yoga Priyambodo¹, Made Santiari², Gede Arya Wiguna³

^{1,2}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Timor, Jl. Km. 09 Kelurahan Sasi Kecamatan Kota Kefamenanu, 85616 Kabupaten Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

³Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor, Jl. Km. 09 Kelurahan Sasi Kecamatan Kota Kefamenanu, 85616 Kabupaten Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

Email: hernuryoga@unimor.ac.id

Abstrak

Fitoplankton merupakan organisme autotrof yang hidup di dalam perairan. Siklus hidupnya yang pendek memungkinkan Fitoplankton digunakan sebagai bioindikator lingkungan. Oleh karena dengan sifat tersebut Fitoplankton dapat digunakan untuk mengetahui keadaan ekosistem teluk Kupang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling* untuk menyesuaikan tempat pengambilan sampel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Fitoplankton teluk Kupang memiliki kelimpahan fitoplankton berkisar antara 76,19, 52,38 dan 85,71 sel/m³ yang tergolong rendah. Nilai indeks keanekaragaman tergolong sedang yaitu 2,27; 1,72 dan 1,52 yang menunjukkan keanekaragaman sedang. Nilai keanekaragaman yang sedang menunjukkan perairan pada teluk Kupang sedikit terganggu ekosistemnya. Nilai indeks dominansi 0,12; 0,19 dan 0,29 yang menunjukkan dominansi rendah dan nilai indeks pemerataan 0,86; 0,65 dan 0,58 yang artinya kemerataannya tinggi sampai sedang.

Kata kunci: Biodiversitas, Teluk Kupang, kelimpahan, keanekaragaman

Abstract

Phytoplankton are autotrophic organisms inhabiting aquatic environments. Their short life cycle makes them suitable as environmental bioindicators, thus useful for assessing the ecological status of Kupang Bay. This study employed purposive sampling to determine appropriate sampling locations. Findings indicate that phytoplankton abundance in Kupang Bay ranges from 52.38 to 85.71 cells/m³, which is relatively low. The diversity index values of 2.27, 1.72, and 1.52 suggest moderate diversity. Moderate diversity values imply slight disturbance in the Kupang Bay ecosystem. Additionally, dominance index values of 0.12, 0.19, and 0.29 reflect low dominance, while evenness index values of 0.86, 0.65, and 0.58 indicate high to moderate evenness..

Keywords: Biodiversity, Kupang Bay, abundance, diversity

Pendahuluan

Teluk Kupang yang terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu Taman Wisata Alam Laut di Indonesia yang memiliki luas 50.000 hektar. Teluk Kupang merupakan daerah konservasi laut yang memiliki fungsi konservasi dan wisata alam laut (Bessie et. al., 2013).

Berbagai aktivitas manusia di sekitar teluk Kupang diduga telah menimbulkan beberapa permasalahan yang merugikan (Rusydi et. al., 2015). Selain itu pembangunan yang tidak terencana di bibir pantai juga telah menjadi permasalahan tersendiri terhadap lingkungan di sekitar teluk Kupang (Nahak et. al., 2018).

Wilayah pesisir masih menyimpan sejumlah permasalahan kritis yang berkaitan dengan masalah ekologi, sosial ekonomi, serta kelembagaan. Permasalahan ekologi dapat dicermati dari fenomena rusaknya terumbu karang, hutan mangrove, pencemaran, tangkap lebih, abrasi pantai, serta penurunan fisik habitat pesisir lainnya (Rasyid et. al., 2023).

Pemanfaatan lahan dengan konversi daerah pesisir dan laut untuk kebutuhan ekonomi ditambah pembangunan pariwisata pantai yang kian maju di Teluk Kupang mendukung adanya eksploitasi pada ekosistem di daerah pesisir dan laut (Boikh et. al., 2023). Hal ini akan berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang ada di sekitaran teluk Kupang. Termasuk diantaranya terhadap biodiversitas fitoplankton yang ada di perairan Teluk Kupang.

Mikroalga adalah organisme uniseluler yang paling umum dan melimpah yang ditemukan di semua badan air, termasuk perairan pesisir dan laut (George et. al., 2012; Desrosiers et. al., 2013). Organisme ini merupakan sekelompok tumbuhan mikroskopis, beberapa di antaranya bersel tunggal sementara yang lain berkoloni, yang hidup di semua lautan dan perairan tawar. Mikroalga ini sering disebut sebagai fitoplankton (Sunda 2012; Shadrin et. al., 2017). Komposisi jenis, keanekaragaman, dominansi, dan kelimpahan plankton dapat menunjukkan tingkat kompleksitas dari struktur komunitas biota perairan. (Wijayanti et. al., 2021).

Fungsi Fitoplankton dalam suatu perairan yaitu ekologi sebagai produser primer dan awal mata rantai dalam jaring makanan menyebabkan fitoplankton sering dijadikan

skala ukuran kesuburan suatu perairan (Ramadansur & Dinata, 2021). Fitoplankton sebagai produsen primer sangat bergantung keberadaannya dengan parameter perairan. Lingkungan perairan dengan parameter yang sesuai menjadikan fitoplankton dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Anastasya, 2021). Alga merupakan produsen primer yang tersebar luas di perairan tawar, seperti danau dan sungai (Tilli et. al., 2022). Siklus hidup fitoplankton yang pendek dan kemampuan reproduksi yang cepat, menjadikan fitoplankton merupakan indikator lingkungan yang baik (Tilli et. al., 2022).

Ketersediaan nutrient, terutama nitrogen (N) dan fosfor (P), memengaruhi kelimpahan fitoplankton di suatu perairan. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton akan mengalami perubahan pada berbagai tingkatan sebagai respon terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan baik fisik, kimia, maupun biologi (Reynolds et al., 1984). Terdapat beberapa faktor yang dapat menunjang pertumbuhan fitoplankton, yang meliputi: fisika (intensitas cahaya dan suhu), kimia (nitrogen dan fosfor) dan biologi (pemangsa dan kompetisi). Suhu dan salinitas pada penelitian yang dilakukan (Cahyani et al., 2023) menunjukkan hubungan positif dan negatif pada kepadatan fitoplankton, dimana suhu berkorelasi positif dengan kepadatan fitoplankton sedangkan salinitas memiliki hubungan yang negatif. Parameter DO, fosfat, nitrat, salinitas dan suhu memiliki korelasi positif dengan kelimpahan fitoplankton di perairan Paciran Lamongan, tetapi pH dan arus mempunyai korelasi negatif (Samudera et al., 2021).

Fitoplankton dapat digunakan sebagai indikator terhadap kategori kesuburan perairan maupun sebagai indikator perairan yang tercemar atau tidak tercemar (Basmi, 1995). Penelitian keanekaragaman fitoplankton dengan menggunakan parameter fisika dan kimia perairan perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi suatu perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton di perairan teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Masalah yang muncul di Teluk Kupang diduga mempengaruhi keberadaan fitoplankton, sehingga penelitian diperlukan untuk mengidentifikasi jenis fitoplankton di area tersebut. Data ini dapat menjadi dasar bagi pengelolaan wilayah Teluk Kupang. Pengukuran parameter kualitas air perlu

dilakukan karena berhubungan erat dengan kelangsungan hidup fitoplankton.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April di Teluk Kupang, Kabupaten Kupang. Pengamatan dan analisis sampel fitoplankton dilakukan di Laboratorium Biologi Program Studi Biologi Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Timor. Parameter kualitas air yang akan diamati adalah pH, suhu dan salinitas.

Target Penelitian

Penentuan stasiun pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling yaitu pengambilan sampel di perairan Teluk Kupang. Terdapat 3 titik stasiun pengambilan sampel. Perbedaan lokasi berdasarkan aliran air menjadi pertimbangan dalam penentuan stasiun. Karakteristik masing-masing stasiun yaitu sebagai berikut.

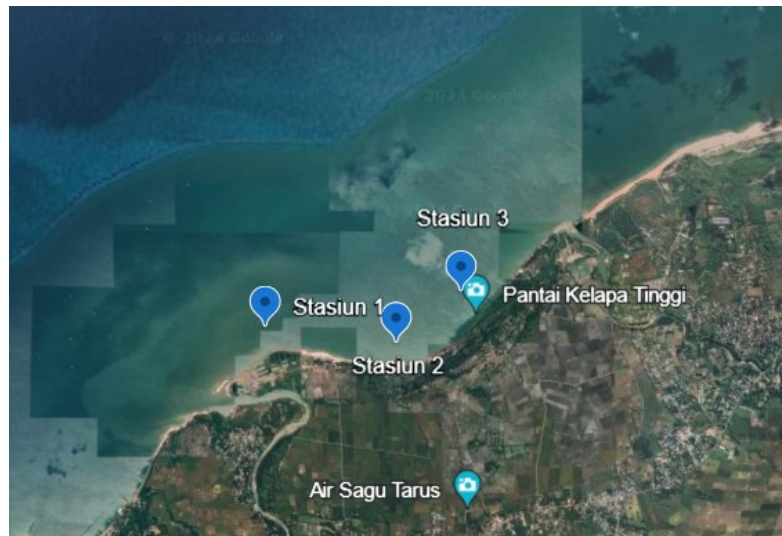
1. Stasiun 1 terletak di sekitar perairan yang terhubung ke arah laut.

2. Stasiun 2 terletak di aliran yang mendapat pengaruh aktivitas perikanan.
3. Stasiun 3 terletak di sekitar perairan mangrove yang menjorok ke daratan.

Pengambilan sampel fitoplankton diambil menggunakan Plankton Net No.25 di setiap stasiun. Metode pengambilan sampel fitoplankton menggunakan ember 10 liter dengan 5 kali pengambilan air yang disaring menggunakan Plankton Net sehingga didapatkan 100 ml air dalam botol Plankton Net.

Sampel yang tertampung di dalam tabung penampung (*bucket*) akan dipindahkan ke dalam botol sampel yang sudah diberi label. Selanjutnya sampel fitoplankton akan diawetkan menggunakan bahan formalin 4 tetes.

Data yang diolah meliputi kelimpahan, indeks keanekaragaman dan indeks dominansi fitoplankton.



Gambar 1. Titik Pengambilan Sampel

Teknik Analisis Data

Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan teknik menghitung kelimpahan fitoplankton, indeks keragaman, dan indeks dominansi.

1. Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menggunakan *Sedgewick Rafter Counting Cell* (SRCC) dengan rumus sebagai berikut.

$$N = \frac{1}{V} \times \frac{Ja}{Jb} \times \frac{Vt}{Vs} \times n$$

Keterangan:

- N = Jumlah kelimpahan fitoplankton (sel/m³)
 V = Volume air tersaring
 Vt = Volume sampel
 Vs = Volume sampel dalam *Sedgewick Rafter*
 Ja = Jumlah kotak pada *Sedgewick Rafter*
 Jb = Jumlah kotak pada *Sedgewick Rafter* yang teramati
 n = Jumlah fitoplankton yang tercacah (sel)

2. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman jenis berguna dalam menunjukkan keanekaragaman jenis pada suatu wilayah. Indeks keanekaragaman yang digunakan adalah indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dengan rumus sebagai berikut.

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

$$pi = \frac{ni}{N}$$

Keterangan:

- H = Indeks keragaman
- pi = Perbandingan jumlah individu suatu jenis dengan keseluruhan jenis
- ni = Jumlah jenis yang tertangkap
- N = Jumlah total semua individu jenis yang tertangkap

3. Indeks Dominansi

Indeks dominansi dapat dihitung dengan menggunakan indeks dominansi Simpsons dengan rumus sebagai berikut.

$$D = -\sum(pi)^2$$

$$pi = \frac{ni}{N}$$

Keterangan:

- D = Indeks Dominansi *Simpsons*
- ni = Jumlah spesies individu i
- N = Jumlah total plankter tiap titik pengambilan sampel

4. Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan:

- E = Indeks kemerataan
- H' = Indeks keanekaragaman jenis
- S = Jumlah jenis plankton

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton

Hasil Identifikasi fitoplankton yang diperoleh dari perairan di teluk Kupang diperoleh 14 jenis fitoplankton dengan pembagian berdasarkan kelasnya. 10 jenis dari kelas Bacillariophyceae, 3 jenis dari kelas Fragilariophyceae dan 1 jenis dari Coscinodiscophyceae.

Bacillariophyceae memiliki kemampuan adaptasi yang baik jika dibandingkan dengan jenis fitoplankton yang lain kelas ini bersifat kosmopolitan serta memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan (Rosiana, 2020) Oleh karena itu pada sampel fitoplankton yang diambil dari teluk kupang lebih banyak ditemukan kelas fitoplankton dari Bacillariophyceae.

Kemampuan reproduksi Bacillariophyceae lebih besar jika dibandingkan dengan fitoplankton kelompok lainnya. Selain itu fitoplankton dari kelompok ini memiliki kemampuan membelah dua kali lipat selama 18-36 jam serta memiliki kemampuan yang baik dalam memanfaatkan kandungan nutrisi (Hasani et al., 2012; Gurning et al., 2020).

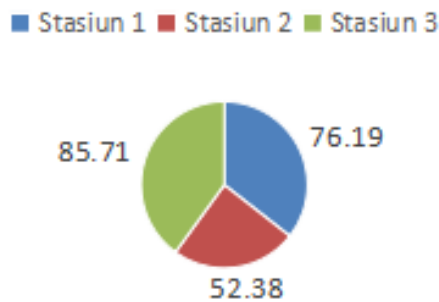
Tabel 1. Jenis - Jenis Fitoplankton Teluk Kupang

No	Kelas	Nama Plankton
1	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscus sp1
2		Fragilaria sp1
3	Fragilariophyceae	Fragilaria sp2
4		Fragilaria sp3
5		Navicula sp1
6		Nitzschia sp1
7		Nitzschia sp2
8		Nitzschia sp3
9		Nitzschia sp4
10	Bacillariophyceae	Pinnularia sp1
11		Pleurosigma sp1
12		Pleurosigma sp2
13		Rhizosolenia sp1
14		Thalassionema sp1

Rata - rata kelimpahan fitoplankton pada masing - masing stasiun penelitian berturut - turut yaitu stasiun 1 adalah 76,19 sel/m³, stasiun

2 adalah 52,38 sel/m³ dan stasiun 3 adalah 85,71 sel/m³. Kelimpahan tertinggi didapatkan

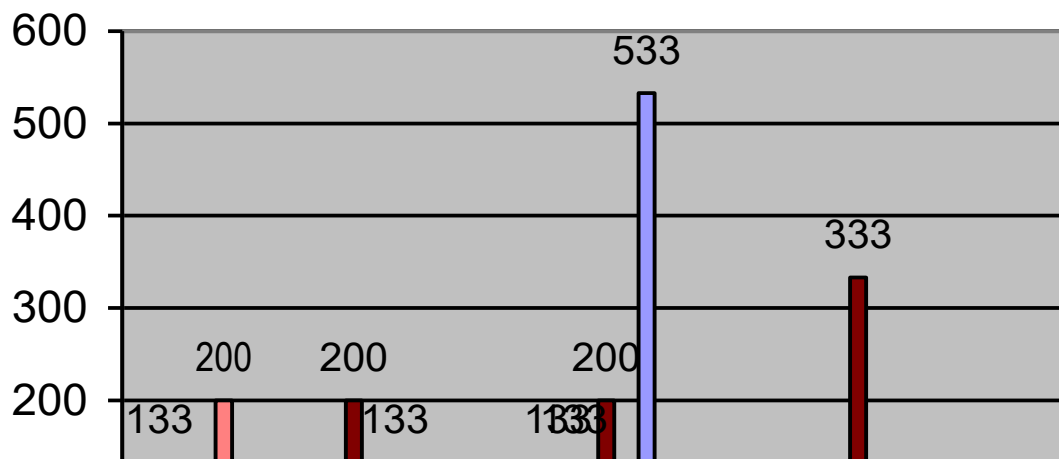
dari stasiun 3 dan kelimpahan terendah didapatkan dari stasiun 2.



Gambar 2. Kelimpahan Fitoplankton (sel/m³) Tiap Stasiun

Jenis fitoplankton *Coscinodiscus* sp memiliki kelimpahan tertinggi yaitu 533 sel/m³ diikuti oleh *Thalassionema* sp dengan kelimpahan 333 sel/m³. Keduanya diperoleh pada stasiun 3.

Kelimpahan *Coscinodiscus* yang relatif lebih tinggi dibandingkan spesies fitoplankton yang lain menunjukkan spesies tersebut memiliki peran yang penting dalam struktur komunitas plankton pada perairan tersebut. *Coscinodiscus* sp adalah salah satu diatom yang banyak ditemukan pada sedimen perairan di laut (Rahma et. al., 2020).



Gambar 3. Kelimpahan Fitoplankton tiap Spesies

Jenis fitoplankton lain yang memiliki kelimpahan relatif tinggi adalah *Thalassionema* sp. *Thalassionema* sp muncul pada ketiga stasiun penelitian. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Tanimura et. al., (2007) yang menyatakan bahwa *Thalassionema* sp merupakan jenis fitoplankton yang kosmopolit.

Keanekaragaman Fitoplankton

Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi (D) dan Indeks Kemerataan (E) berguna untuk mengetahui struktur komunitas fitoplankton pada suatu perairan. Kekayaan jenis fitoplankton pada suatu perairan dapat diketahui menggunakan indeks keanekaragaman. Keseimbangan komposisi jenis dapat dilihat dari indeks keanekaragaman. Ada atau tidaknya jenis fitoplankton yang mendominasi dapat dilihat dari indeks dominansi (Odum, 1998). Perairan dengan keanekaragaman fitoplankton yang tinggi

menunjukkan kondisi perairan yang baik, sebaliknya perairan dengan keanekaragaman fitoplankton yang rendah menunjukkan kondisi perairan yang kurang baik.

Tabel 2. Nilai Indeks Keanekaragaman

Stasiun Pengamatan	Nilai Indeks Keanekaragaman	Kategori
Stasiun 1	2,27	Sedang
Stasiun 2	1,72	Sedang
Stasiun 3	1,52	Sedang

Menurut Michael (1995) nilai indeks keanekaragaman (H') antara 1-3 menunjukkan keanekaragaman sedang. Ketiga stasiun penelitian menunjukkan nilai indeks keanekaragaman dalam kategori sedang.

Nilai indeks keanekaragaman yang sedang menunjukkan, bahwa lingkungan pada wilayah tersebut terganggu atau menunjukkan adanya polusi lingkungan (Shabrina et. al.,

2020). Menurut Pirzan dan Pong-Masak (2008) Nilai H' yang semakin besar menunjukkan kehidupan yang ada diperairan tersebut semakin beragam.

Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman yang ada menunjukkan perairan di teluk Kupang sedikit mengalami gangguan. Hal ini dimungkinkan karena stasiun pengambilan sampel berdekatan dengan muara sungai Tarus yang mengarah ke sekitaran teluk Kupang. Diduga sungai tersebut membawa banyak polutan yang merugikan bagi kehidupan fitoplankton yang ada di teluk Kupang.

Dominansi Fitoplankton

Kisaran nilai perhitungan indeks dominansi adalah 0-1. Nilai indeks dominansi yang mendekati nol menunjukkan tidak ada genus yang dominan. Sedangkan, nilai indeks dominansi yang mendekati 1 menunjukkan adanya genus yang dominan. Skor indeks dominansi mendekati satu menunjukkan bahwa komunitas yang ada dalam keadaan tidak stabil sekaligus menandakan adanya tekanan ekologis (Maggurrán, 1988).

Tabel 3. Nilai Indeks Dominansi

Stasiun Pengamatan	Nilai Indeks Dominansi
Stasiun 1	0,12
Stasiun 2	0,19
Stasiun 3	0,29

Nilai indeks dominansi yang ada pada ketiga stasiun pada perairan teluk Kupang tidak ada yang mendekati satu. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada genus fitoplankton yang dominan jika dibandingkan dengan genus - genus fitoplankton yang ada.

Menurut Shabrina et. al., (2020), nilai indeks dominansi yang rendah menandakan bahwa spesies yang ada tidak dominan di perairan tersebut. Nilai indeks dominansi mendekati nol menandakan tidak ada spesies pada struktur komunitas yang ada yang sangat dominan dibandingkan spesies yang lainnya.

Kemerataan Fitoplankton

Menurut Magurrán (1988) nilai indeks kemerataan semakin kecil menunjukkan penyebaran jenis semakin sempit dan semakin besar nilai indeks kemerataan menunjukkan penyebaran jenis semakin luas. Nilai indeks kemerataan $E < 0,3$ berarti kemerataan tergolong rendah, nilai indeks kemerataan $E = 0,3 - 0,6$,

berarti kemerataan tergolong sedang dan nilai $E > 0,6$ menandakan kemerataan jenis tinggi.

Tabel 4. Nilai Indeks Kemerataan

Stasiun Pengamatan	Nilai Indeks Kemerataan	Kategori
Stasiun 1	0,86	Tinggi
Stasiun 2	0,65	Tinggi
Stasiun 3	0,58	Sedang

Berdasarkan perhitungan indeks kemerataan yang dilakukan pada stasiun pengambilan sampel stasiun 1 dan 2 memiliki indeks kemerataan yang tinggi hanya stasiun 3 yang memiliki indeks kemerataan sedang. Kemerataan fitoplankton yang semakin tinggi menunjukkan komunitas fitoplankton semakin stabil sedangkan semakin kecil kemerataan pada suatu komunitas menandakan penyebaran individu tiap spesies tidak merata serta menunjukkan adanya kecenderungan bahwa komunitas tersebut akan didominasi oleh spesies tertentu (Odum, 1998)

Hal ini diperkuat oleh Pirzan et. al. (2005) yang menyatakan nilai indeks kemerataan yang mendekati nol menunjukkan kemerataan antar spesies yang tergolong rendah sebaliknya nilai indeks kemerataan yang mendekati satu menunjukkan spesies yang ada tergolong merata atau sama.

Faktor Fisik dan Kimia Lingkungan

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa suhu perairan berada pada suhu optimum untuk melakukan pertumbuhan, seperti yang disampaikan oleh Efendi (2003), bahwa fitoplankton akan tumbuh optimal pada suhu berkisar antara 20-30°C. Nilai salinitas pada perairan di teluk Kupang menunjukkan kisaran nilai yang sesuai untuk pertumbuhan fitoplankton. Toleransi fitoplankton terhadap salinas berkisar antara 28-34 ppt (Supriharyono, 2000). Sedangkan pH menurut Odum (1998) masih berada pada kisaran yang optimal yaitu 6-9

Tabel 5. Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Parameter	Stasiun		
	1	2	3
Suhu	28 + 0,00	29 + 0,48	29 + 0,10
Salinitas	30 + 0,17	30 + 0,20	30 + 0,31
pH	7	7	7

Simpulan dan Saran

Simpulan

Perairan Teluk Kupang memiliki kelimpahan fitoplankton yang rendah. Jenis fitoplankton yang umum dijumpai adalah kelas Bacillariophyceae dengan jenis yang sering muncul adalah *Coscinodiscus* sp. Dilihat dari nilai indeks keanekaragamannya perairan Teluk Kupang memiliki keanekaragaman sedang.

Saran

Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian biodiversitas fitoplankton dengan kedalaman perairan yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Anastasya, V. (2021). *Keterkaitan faktor fisika kimia lingkungan perairan dengan struktur komunitas fitoplankton di perairan Pulau Pasaran, Lampung* [Skripsi, Universitas Sriwijaya]. https://repository.unsri.ac.id/51800/3/RAMA_54241_08051281722065_0005017602_0012057905_01_front_ref.pdf
- Basmi, J. (1995). *Planktonologi: Produksi Primer*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Bessie, D. M., Schaduw, J. N., Reppie, E., & Lasut, M. T. (2013). Community structure of mangrove at Marine Tourism Park of Kupang Bay, East Nusa Tenggara. *Aquatic Science & Management*, 1, 3–9. <https://doi.org/10.35800/jasm.0.0.2013.2270>
- Boikh, L. I., Siregar, J. S. M., & Maharani, M. (2023). Peran kelompok masyarakat "Pantai Nunsui" dalam keberlanjutan pengelolaan wilayah Pesisir Taman Wisata Alam Laut (TWAL) Teluk Kupang. *Techno-Fish*, 7(1), 37–49. <https://ejournal.unitomo.ac.id/index.php/perikanan/article/view/6229>
- Cahyani, L. E., Irma, K., & Haumahu, S. (2023). Pengaruh perubahan gradien suhu dan salinitas terhadap struktur komunitas fitoplankton di perairan Teluk Ambon. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 543–553. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.19817>
- Desrosiers, C., Leflaive, J., Eulin, A., & Ten-Hage, L. (2013). Bioindicators in marine waters: Benthic diatoms as a tool to assess water quality from eutrophic to oligotrophic coastal ecosystems. *Ecological Indicators*, 32, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.02.021>
- Effendi, H. (2001). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/79927>
- George, B., Kumar, J. N., & Kumar, R. N. (2012). Study on the influence of hydro-chemical parameters on phytoplankton distribution along Tapi estuarine area of Gulf of Khambhat, India. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(3), 157–170. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.12.010>
- Gurning, L. F. P., Nuraini, R. a. T., & Suryono, S. (2020). Kelimpahan Fitoplankton Penyebab Harmful Algal Bloom di Perairan Desa Bedono, Demak. *Journal of Marine Research*, 9(3), 251–260. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27483>
- Hasani, Q., Adiwilaga, E. M., & Pratiwi, N. T. M. (2013). The relationship between the Harmful Algal Blooms (HABs) phenomenon with nutrients at shrimp farms and fish cage culture sites in Pesawaran district Lampung Bay. *MAKARA of Science Series*, 16(3). <https://doi.org/10.7454/mss.v16i3.1480>
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. In *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Michael, P. A. (1995). *Metode ekologi untuk penyelidikan lapangan dan laboratorium = Ecological methods for field and laboratory investigations*. Universitas Indonesia Library. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=10152>
- Nahak, P. G., Bria, M., & Mauta, M. C. (2018). Studi penanganan kerusakan pantai di kawasan wisata pesisir Teluk Kupang. *JUTEKS Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 301–308.

- <https://doi.org/10.32511/juteks.v3i2.284>
- Odum, E. P., Srigandono, B., & Samingan, T. (1998). *Dasar-Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press.
- Pirzan, A. M., & Pong-Masak, P. R. (2008). Relationship between phytoplankton diversity and water quality of Bauluang Island in Takalar Regency, South Sulawesi. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 9(3), 217–221. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d090314>
- Pizan, A. M., Utojo, U., Atmomarsono, M., Tjaronge, M., Tangko, A. M., & Hasnawi, H. (2005). Potensi lahan budi daya tambak dan laut di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(5), 43–50. <https://doi.org/10.15578/jppi.11.5.2005.43-50>
- Rahma, Y. A., Wihelmina, G., Sugireng, S., & Ardiyati, T. (2020). Microalgae diversities in different depths of Sendang Biru Beach, Malang East Java. *Biotropika Journal of Tropical Biology*, 8(3), 135–142. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2020.008.03.01>
- Ramadansur, R., & Dinata, M. (2021). Kemelimpahan fitoplankton sebagai bioindikator dan status trofik di aliran Sungai Siak Pekanbaru. *Bio-Lectura Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 57–70. <https://doi.org/10.31849/bl.v8i1.6568>
- Rasyid, M. R., Stefanus, K. Y., & Udju, H. R. (2023). Pengaturan zonasi dan pengelolaan pesisir Laut Teluk Kupang dan implikasinya terhadap pembangunan di Kota Kupang. *Jurnal Ilmu Hukum Dan Sosial*, 1(4), 135–146. <https://doi.org/10.51903/hakim.v1i4.1451>
- Reynolds, C. S., Tundisi, J. G., & Hino, K. (1984). Observation on a meta limnetic phytoplankton population in a stably stratified tropical lake. *Archiv Für Hydrobiologie*, 97, 7–17.
- Rosiana, R. (2021). *Biodiversitas fitoplankton yang berpotensi menyebabkan harmful algae blooms (HABs) di Teluk Gerupuk* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Mataram]. <https://etheses.uinmataram.ac.id/906/1/Rosiana%201501040573.pdf>
- Rusydi, Ihwan, & Suaedin. (2015). Struktur dan kepadatan vegetasi mangrove di Teluk Kupang. *Jurnal Segara*, 11(2), 47–56. <https://doi.org/10.15578/segara.v11i2.9091>
- Samudera, L. N. G., Widianingsih, W., & Suryono, S. (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>
- Shabrina, F. N., Saptarini, D., & Setiawan, E. (2021). Struktur komunitas plankton di pesisir utara Kabupaten Tuban. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2), 2337–3520. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v9i2.55150>
- Shadrin, N. V., Anufrieva, E. V., Belyakov, V. P., & Bazhora, A. I. (2017). Chironomidae larvae in hypersaline waters of the Crimea: diversity, distribution, abundance and production. *The European Zoological Journal*, 84(1), 61–72. <https://doi.org/10.1080/11250003.2016.1273974>
- Sunda, W. G. (2012). Feedback interactions between trace metal nutrients and phytoplankton in the ocean. *Frontiers in Microbiology*, 3, 204. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00204>
- Supriharyono. (2000). Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah pesisir tropis. In *Gramedia Pustaka Utama eBooks*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB16750827>
- Tanimura, Y., Shimada, C., & Iwai, M. (n.d.). Modern distribution of thalassionema species (Bacillariophyceae) in the Pacific Ocean. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science Series C (Geology & Paleontology)*, 33, 27–51. https://www.kahaku.go.jp/research/publication/geology/download/33/BNMNS_C3303.pdf

- Tilli, A. M., Aminu, M., Keta, J. N., Kalgo, A. S., Imonikhe, M. A., Ayobami, A. O., & Shagamu, A. M. (2021). Physicochemical properties and diversity of microalgae in Dukku River, birnin Kebbi, Kebbi State, Nigeria. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*, 9(2), 53–57. <https://www.isroset.org/journal/IJSRB> S/full_paper_view.php?paper_id=2768
- Wijayanti, K. A. N., Murwantoko, M., & Istiqomah, I. (2021). Struktur komunitas plankton pada air kolam ikan lele yang berbeda warna. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 45–54. <https://doi.org/10.22146/jfs.62733>