

Primary Productivity of Phytoplankton in The Mandalika Coastal Waters Special Economic Zone, Central Lombok Regency

Findi Fidyantini¹, Dining Aidil Candri^{1*}, Lalu Japa², Mursal Ghazali¹

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 : December 13th, 2023

Revised : January 26th, 2024

Accepted : February 15th, 2024

*Corresponding Author:

Dining Aidil Candri,

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

Email: aidilch@unram.ac.id

Abstract: The research entitled "Primary Phytoplankton Productivity in the Mandalika Coastal Waters Special Economic Zone, Central Lombok Regency" was conducted from March to August 2023. This study aims to analyze the primary productivity of phytoplankton, physical and chemical parameters in Mandalika Coastal waters at three different station: station I (Kuta Beach), stasion II (Tanjung Aan), and stasion III (Gerupuk Bay) using dark and light bottles. The research results show that the Mandalika Coastal waters have phytoplankton primary productivity values ranging from 122,619 – 329,166 mgC/m²/day. The lowest productivity value (122,619 mgC/m²/day) occurs at station III these were classified as mesotrophic. Station III has also relatively lower physical and chemical parameter values such as an average pH of 7,7 mg/L and an average temperature of 29°C compared to other stations. The highest productivity value accured at stasions II and I (329,166 mgC/m²/day and 189,285 mgC/m²/day) both were classified as eutrophic. These were supported by pH worth 7.8 mg/L and temperatures ranging from 29,3 – 29,7 °C, where the value is relatively higher than in station III.

Keywords: Phytoplankton, primary productivity, Mandalika.

Pendahuluan

Fitoplankton adalah organisme uniseluler yang memiliki klorofil (Setyowardani *et al.*, 2021). Mereka, memainkan peran penting sebagai jasa penyedia oksigen melalui proses fotosintesis dengan bantuan energi dari sinar matahari (Firdaus *et al.*, 2019). Selama proses tersebut fitoplankton aktif menyerap karbon dari lingkungannya untuk membentuk suatu senyawa (Rahmawati *et al.*, 2021). Peristiwa tersebut menyebabkan terjadinya proses pembentukan energi dan biomassa secara alami di ekosistem pesisir pantai (Field *et al.*, 1998).

Fitoplankton secara ekologi bertindak sebagai produsen utama dalam jaring makanan dan struktur piramida makanan (Apriani *et al.*, 2022), karena karbon dioksida dan nutrisi anorganik diubah menjadi bahan organik, seperti karbohidrat, protein, dan lipid (Firdaus *et al.*,

2019), yang menjadi sumber makanan bagi organisme yang lebih tinggi yakni, zooplankton, ikan, burung laut, dan mamalia laut (Andriani *et al.*, 2017). Selain itu, produktivitas primer sangat berguna untuk membantu kesuburan ekosistem pesisir pantai dan penyumbang oksigen terlarut di dalamnya (Halidah, 2016).

Produktivitas primer dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, cahaya, air, temperatur, dan kecepatan berkembang biak (Susanto, 2000). Situasi lingkungan perairan tidak stabil dapat menyebabkan jumlah individu atau kelimpahannya menurun (Barnes dan Mann, 1991). Berdasarkan hal di atas, tingkat produktivitas primer fitoplankton bergantung pada kondisi lingkungan. Maka, produktivitas primer dapat digunakan sebagai indikator pengukuran kesehatan lingkungan dan pengelolaan sumber daya kelautan (Behrenfeld *et al.*, 2005).

Kabupaten Lombok Tengah memiliki perairan strategis yang menawarkan keindahan yang masuk kedalam Kawasan Ekonomi Khusus (KEK), serta memiliki berbagai sektor pendukung antara lain budaya, pariwisata, dan ekonomi (Apriani *et al.*, 2022). Kawasan pesisir Mandalika dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memancing, memadak, objek pariwisata, dan terdapat aktivitas pemanfaatan berupa budidaya perikanan dan rumput laut. Berbagai aktivitas yang berlangsung di pesisir Mandalika dapat mempengaruhi kondisi lingkungan perairan sehingga mengakibatkan perubahan terhadap faktor fisika dan kimia yang berdampak pada produktivitas primer fitoplankton di dalamnya.

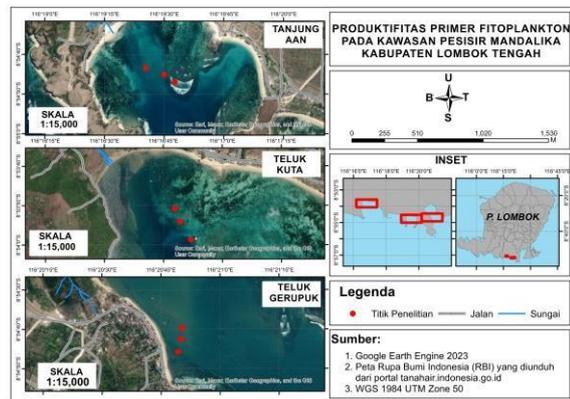
Produktivitas primer fitoplankton pada saat ini menunjukkan belum tersedia data ilmiah pada kawasan pesisir Mandalika Kabupaten Lombok Tengah, padahal ketersediaan data tersebut sangat dibutuhkan untuk merealisasikan tingkat kapasitas di perairan pesisir. Dalam kajian ini harus dilaksanakan agar setiap data terkait produktivitas primer perairan yang didapatkan dalam Kawasan pesisir Mandalika dapat mengembangkan strategi bagi masyarakat sekitar untuk membantu memberikan memanfaatkan potensi yang ada semaksimal mungkin dan meningkatkan kesadaran kepada banyak pihak untuk menjaga, melestarikan dan mempertahankan keberadaan kawasan tersebut.

Bahan dan Metode

Tempat dan waktu penelitian

Jenis penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dengan melakukan penentuan lokasi titik pengambilan sampel produktivitas primer fitoplankton menggunakan metode *purposive sampling* yang didasarkan pada tingkat kedalaman pengambilan sampel yang telah ditetapkan.

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan dimulai pada bulan Maret sampai dengan Agustus 2023. Lokasi pengambilan data adalah daerah kawasan pesisir Mandalika, Kabupaten Lombok Tengah meliputi tiga stasiun, yakni Pantai Kuta, Tanjung Aan, dan Teluk Gerupuk. Ketiga stasiun dengan total sembilan titik tersebut diharapkan dapat mewakili kawasan pesisir Mandalika. Lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat dan bahan penelitian

Bahan dan alat yang diperlukan dalam penelitian ini ialah *water sampler*, satu set alat inkubasi produktivitas primer yang terdiri atas botol gelap dan botol terang, bola apung, dan pemberat. Adapun alat dan bahan lainnya yang digunakan antara lain DO meter, *current meter*, *thermometer*, *secchi disk*, *refraktometer*, pH meter, dan aquades.

Pengambilan data

Pengukuran Produktivitas Primer Fitoplankton

Sampel produktivitas primer fitoplankton diambil menggunakan *water sampler* pada kedalaman yang telah ditentukan yaitu 0,10 m; 1,5 m; dan 3 m, selanjutnya disiapkan tiga botol oksigen yang telah dibeli label: Botol inisial (IB) sebagai kadar DO awal, botol terang (LB), dan botol gelap (DB). Suspensikan botol oksigen gelap dan terang telah terisi penuh sampel air guna menghindari adanya gelembung udara yang tersimpan, sesuai dengan ketentuan kedalaman pengambilan sampel air sebelumnya, kemudian dilakukan inkubasi hingga batas waktu yang ditentukan (dalam rentang 7-12 jam) setelah diinkubasi dilakukan pengukuran kadar DO akhir pada botol oksigen gelap dan terang. Selanjutnya dicatat hasil yang didapat (Hardiyanto *et al.*, 2012). Data dianalisis menggunakan rumus dari Brower (1990).

Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan

Pengambilan parameter lingkungan meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, kekeruhan, arus, derajat keasaman (pH), salinitas, dan kandungan oksigen terlarut (DO). Teknik analisis dalam pengukuran sampel air

merujuk pada Effendi (2003), yaitu pengukuran parameter lingkungan secara *in-situ* dengan pengukuran sampel air di beberapa titik stasiun, kemudian pada setiap sampel air diambil nilai rata-rata.

Analisis data

Sampel yang telah didapat kemudian dilakukan perhitungan menurut Brower (1990), menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$NP = \frac{(O_2LB) - (O_2IB)}{PQ \times t} \times 1000 \quad (1)$$

Nilai produksi oksigen bersih dikonversikan melalui perhitungan untuk menjadi karbon dengan cara

$$\begin{aligned} \text{MgO}_2/\text{l/jam} \times 0,375 &= \text{mgC}/\text{m}^3/\text{jam} \\ \text{PP (Produktivitas primer)} &= \text{mgC}/\text{m}^3/(7-12 \\ \text{jam}/24 \text{ jam}) &= \text{mgC}/\text{m}^3/\text{hari} = \text{mgC}/\text{m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

Keterangan:

- NP = Produktivitas primer bersih (mgO₂/m³/jam).
 LB = Konsentrasi oksigen terlarut dalam botol terang (mg/L).
 IB = Konsentrasi oksigen terlarut dalam botol inisial (mg/L).
 T = Lama waktu inkubasi (7 jam).
 1000 = Konversi dari L ke m³.
 PQ = Konstanta fotosintesis (1,2) (Wetzel dan likens, 1979).

Hasil dan Pembahasan

Produktivitas primer fitoplankton

Produktivitas primer fitoplankton ialah kelajuan fitoplankton dalam menyimpan energi dari proses fotosintesis untuk menghasilkan suatu bahan organik yang sangat penting bagi keberlangsungan organisme di dalamnya, yang dapat menentukan tingkat kesuburan suatu ekosistem perairan. Nilai produktivitas primer fitoplankton pada beberapa lokasi akan berbeda antara satu sama lain. Hal ini dapat dilihat dari data penelitian yang menunjukkan bahwa nilai produktivitas primer bersih atau (NPP) didukung dengan nilai pengukuran parameter fisika dan kimia yang diperoleh pada tiga stasiun: Stasiun I yaitu pantai Kuta, Stasiun II yaitu Tanjung Aan, dan Stasiun III yaitu Teluk Gerupuk terlihat berbeda satu sama lain.

Aktivitas masyarakat pada Stasiun I didominasi oleh obyek pariwisata dan kegiatan nelayan yang merupakan mata pencarian masyarakat sekitar, Stasiun II dominan memiliki aktivitas pemanfaatan berupa kegiatan memancing, obyek pariwisata dengan pemandian di sekitar pesisir, dan Stasiun III memiliki aktivitas pemanfaatan berupa budidaya rumput laut dan perikanan, terdapat pula pemukiman warga dengan kegiatan masyarakat seperti memancing dan *memadak*. Berbagai aktivitas yang berlangsung di pesisir Mandalika dapat mempengaruhi kondisi lingkungan perairan sehingga mengakibatkan perubahan terhadap faktor fisika dan kimia yang berdampak pada produktivitas primer fitoplankton di dalamnya.

Tabel 1. Nilai Produktivitas Primer Fitoplankton Antar Stasiun

Stasiun	Pengulangan	Kedalaman & Produktivitas Primer (mgC/m ² /hari)			Rata-rata per pengulangan
		0,10 m	1,5 m	3 m	
I (Pantai Kuta)	1	257,143	117,857	21,428	132,142
	2	621,429	353,571	246,429	407,143
	3	10,714	-64,285	139,286	28,571
	Rata-rata per kedalaman	296,428	135,714	135,714	189,285
II (Tanjung Aan)	1	306,250	293,750	262,500	287,500
	2	418,750	412,500	331,250	387,500
	3	581,250	500,000	-143,750	312,500
	Rata-rata per kedalaman	435,416	402,083	150,000	329,166
III (Teluk Gerupuk)	1	525,000	428,571	396,429	450,000
	2	139,286	-203,571	75,000	3,571
	3	128,571	10,714	-396,429	-85,714
	Rata-rata per kedalaman	264,285	78,571	25,000	122,619

Pengukuran produktivitas primer fitoplankton dilakukan pada kedalaman 0,10 m, 1,5 m, dan 3 m. Berdasarkan hasil penelitian yang dicatat pada kawasan pesisir Mandalika menunjukkan bahwa hasil produktivitas primer bersih atau NPP yang dihasilkan oleh fitoplankton (Tabel 1) dengan nilai tertinggi berada pada Stasiun II dibandingkan dengan stasiun lainnya, dimana memiliki nilai rata-rata sebesar 329,166 mgC/m²/hari, dengan nilai rata-rata pada masing-masing kedalaman antara lain 0,10 m sebesar 435,416 mgC/m²/hari, 1,5 m sebesar 402,083 mgC/m²/hari, dan 3 m sebesar 150 mgC/m²/hari, nilai tertinggi pada stasiun II terdapat di pengulangan ke dua sebesar 387,500 mgC/m²/hari. Sebaran produktivitas primer fitoplankton yang tinggi didukung oleh aktivitas masyarakat tidak sepadat stasiun lainnya, serta berbagai ekosistem yang menghuninya, seperti karang dan lamun dapat membantu dalam menyajikan nutrisi atau zat hara yang tinggi yang berguna untuk menunjang kehidupan fitoplankton. Nilai tersebut didukung oleh nilai parameter lingkungan yang didapat relatif lebih tinggi dibanding dengan stasiun lainnya, seperti nilai rata-rata suhu sebesar 29,7 °C, pH sebesar 7,8 mg/L, salinitas sebesar 35 ppm dengan kecerahan 100%, nilai produktivitas primer yang tinggi pada stasiun tersebut dapat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang mempengaruhi kemampuan fitoplankton dalam proses fotosintesis.

Stasiun III memiliki nilai produktivitas primer bersih terendah dibandingkan dengan stasiun lainnya, dimana pada kedalaman 0,10 – 3 meter diperoleh nilai berkisar antara 25 – 264,285 mgC/m²/hari, dengan nilai rata-rata yaitu sebesar 122,619 mgC/m²/hari, untuk masing-masing kedalaman antara lain 0,10 m memiliki rata-rata 264,285 mgC/m²/hari, 1,5 m sebesar 78,5714 mgC/m²/hari, dan 3 m sebesar 25 mgC/m²/hari. Nilai tertinggi didapatkan pada pengulangan pertama dengan nilai 450,000 mgC/m²/hari. Stasiun I sendiri tercatat memiliki rata-rata sebesar 189,285, dengan rata-rata masing-masing kedalaman antara lain 0,10 m sebesar 296,428 mgC/m²/hari, 1,5 m sebesar 135,714 mgC/m²/hari, dan 3 m sebesar 135,714 mgC/m²/hari, nilai tertinggi didapatkan pada pengulangan ke dua sebesar 407,143

mgC/m²/hari. Tinggi atau rendahnya nilai produktivitas primer antar stasiun dapat dihubungkan dengan hasil pengukuran faktor lingkungan yang telah dilakukan. Nastiti dan Kartamihardja (2017) menyatakan bahwa ketersediaan nutrisi terlarut di suatu perairan mengindikasikan nilai produktivitas primer yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan hasil pengukuran produktivitas primer fitoplankton didapatkan nilai negatif yang berkisar antara -396,429 mgC/m²/hari sampai dengan -64,285 mgC/m²/hari, dalam hal ini berdasarkan Pitoyo dan Wiryanto (2002), menandakan bahwa terjadi proses respirasi yang lebih tinggi daripada proses fotosintesis pada lokasi perairan tersebut.

Produktivitas primer fitoplankton pada setiap stasiun diketahui nilai tertinggi terdapat pada permukaan perairan di kedalaman 0,10 meter, hal ini dikarenakan saat cahaya matahari maksimum masuk secara optimal tanpa adanya hambatan dan gangguan ke dalam permukaan perairan sehingga pertumbuhan fitoplankton sebagai organisme autotrof berjalan secara optimal. Pada setiap stasiun pengamatan tercatat bahwa nilai produktivitas primer bersih terendah berada pada kedalaman 3 meter, dikarenakan fotosintesis kurang optimal yang dilakukan oleh fitoplankton, disebabkan terhalangnya penetrasi cahaya pada suatu perairan, didukung dengan semakin bertambahnya kedalaman maka nilai kecerahan, suhu, dan kadar oksigen terlarut akan semakin menurun, hal ini selaras dengan penjelasan Feranita (1993), dimana semakin dalam jangkauan cahaya maka laju fotosintesis pada suatu perairan akan berkurang pula.

Pengukuran parameter fisika kimia perairan

Pengukuran kualitas Perairan berdasarkan faktor kimia dan fisika yang dilakukan pada kawasan pesisir Mandalika didapatkan nilai rata-rata salinitas berkisar antara 34,3-35 ppm dan suhu berkisar 29-29,7°C (dapat dilihat pada Tabel 2). Stasiun II tercatat memiliki suhu tertinggi dan stasiun III tercatat memiliki suhu terendah dibandingkan dengan stasiun lainnya, nilai ini selaras dengan hasil produktivitas primer fitoplankton yang didapatkan pada stasiun tersebut, Effendi (2003) menyebutkan bahwa nilai suhu optimal yang dibutuhkan fitoplankton untuk berkembang biak berkisar antara 20-30°C,

dimana nilai suhu pada setiap stasiun masuk ke dalam batas suhu ideal bagi fitoplankton dalam memproduksi bahan organik yang dibutuhkan dalam perairan tersebut. Xu *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa suhu pada perairan terlalu tinggi dapat mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis yang dilakukan fitoplankton.

Hasil pengukuran kedalaman pada setiap stasiun secara berurutan ialah 323,3 cm, 347,7 cm, dan 310 cm, pengambilan data dilakukan di setiap stasiun dalam kondisi cerah berawan, untuk nilai kecerahan dalam stasiun I dan II ialah 100% sedangkan pada stasiun III ialah 0% hal ini selaras dengan nilai NPP yang didapat pada stasiun III yang nilainya lebih rendah dibanding stasiun lainnya, diduga karena adanya banyak aktivitas masyarakat seperti pembuangan limbah yang mengakibatkan perubahan kondisi perairan di sekitar lokasi tersebut. Keberadaan limbah organik dapat menghalangi tembusnya sinar matahari de dalam perairan (Rahman dan Rizal, 2016). Selain itu, nilai kedalaman yang didapatkan secara langsung juga akan berpengaruh terhadap penetrasi cahaya yang masuk di lokasi tersebut, sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis yang diperankan oleh fitoplankton. Hal ini selaras dengan pernyataan Odum (1993), bahwa zat terlarut di

dalam air seringkali menghalangi penetrasi cahaya yang menembus ke dalamnya sehingga membatasi zona fotosintesis.

Kecepatan arus yang didapatkan pada setiap stasiun ialah 0,1 cm/det, dimana Zhang *et al.*, (2014) menyatakan bahwa tingkat produktivitas bersih yang semakin rendah selaras dengan semakin tingginya nilai arus yang tercatat pada perairan tersebut. Angka derajat keasaman (pH) pesisir Mandalika pada stasiun I dan II ialah 7,8 mg/L dan stasiun III ialah 7,7 mg/L, dimana perairan yang sangat basa akan mengurangi nilai produktivitas perairan sedangkan perairan yang sangat asam dapat menyebabkan kehilangan pada beberapa organisme di suatu perairan (Putrisia *et al.*, 2022). Selanjutnya nilai oksigen terlarut yang diukur pada permukaan perairan berkisar antara 5,33-5,65 mg/L, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, untuk mendukung kehidupan perairan maka diperlukan nilai pH berkisar 7-8,5 mg/L dan nilai kandungan oksigen terlarut sebesar 5 mg/L, sehingga dapat tercatat bahwa kisaran pada kawasan pesisir Mandalika masih tergolong ke dalam kategori baik. Zahidah (2006) menyebutkan bahwa kedalaman dapat mempengaruhi nilai konsentrasi oksigen terlarut.

Tabel 2. Nilai Rata-rata Parameter Fisika dan Kimia Antar Stasiun

Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu	Stasiun		
			I	II	III
pH	mg/L	6,5-8,5	7,8	7,8	7,7
Suhu	°C	Alami	29,3	29,7	29
Salinitas	Ppm	Alami	34,3	35	35
Arus	cm/det	-	0,1	0,1	0,1
Kecerahan	%	-	100	100	0
Kedalaman	cm	-	323,3	347,7	310
Kadar Oksigen Terlarut	mg/L	>5	5,47	5,33	5,65
Cuaca	-	-	cerah	cerah	cerah

Keterangan: Stasiun I (Pantai Kuta), Stasiun II (Tanjung Aan), dan Stasiun III (Teluk Gerupuk)

Berdasarkan hasil produktivitas primer fitoplankton yang tercatat menunjukkan bahwa stasiun I dan II merupakan perairan eutrofik didukung dengan kondisi perairan tersebut yang mendukung aktivitas organisme perairan dalam menyediakan unsur hara di dalam perairan tersebut, dimana menurut Yuningsih *et al.*, (2014) perairan dengan kategori eutrofik dapat mendukung pertumbuhan organisme di

dalamnya dikarenakan fitoplankton yang sangat optimal. Stasiun III sendiri tergolong perairan mesotrofik dimana tingkat kesuburan perairan tersebut sedang, yang dipengaruhi oleh kondisi perairan di dalamnya yang mengakibatkan nilai produktivitas primer bersih lebih rendah dibandingkan dengan stasiun lainnya, seperti adanya perairan yang keruh berasal dari partikel-partikel tersuspensi yang mengakibatkan

penetrasi cahaya di perairan tersebut terganggu. Penyebab perbedaan tingkat kesuburan tersebut juga dikarenakan oleh proses alami serta aktivitas masyarakat di sekitar kawasan seperti budidaya ikan, pemukiman, dan rumput laut, dan sektor pariwisata pada kawasan tersebut.

Kesimpulan

Nilai produktivitas primer fitoplankton di pesisir Mandalika pada stasiun I (Pantai Kuta) dan stasiun II (Tanjung Aan) dikategorikan sebagai perairan eutrofik, serta stasiun III (Teluk Gerupuk) tergolong perairan mesotrofik. Parameter fisika dan kimia di perairan pesisir Mandalika relatif baik berdasarkan baku mutu perairan yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua yang telah memberikan banyak bantuan terhadap penelitian ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Dwi Ampera Hananto, Faolina Aolia, Kaswatul Rahman, Akbar Yudha Pratama, Siti Humaero, dan semua pihak yang telah membantu secara signifikan dalam penelitian ini.

References

- Andriani, A., Damar, A., Rahardjo, M.F., Simanjuntak, C.P.H., Asriansyah, A., & Aditriawan, R.M. (2017). Kelimpahan Fitoplankton dan Perannya Sebagai Sumber Makanan Ikan di Teluk Pabean, Jawa Barat. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(2), 133-144.
- Apriani, R., Astuti, S. P., Candri, D. A., Ahyadi, H., Suropto, S., & Novida, S. (2022). Keanekaragaman Fitoplankton di Padang Lamun Kawasan Pesisir Mandalika Kabupaten Lombok Tengah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 322-332. DOI: [10.33394/bioscientist.v10i1.5260](https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.5260).
- Barnes, R.S.K., & Mann, K. (1991). *Fundamental of Aquatic Ecosystem (Prologue)*. Blackwell Sci. Publisher Oxford, 226 p. ISBN: 978-0-632-02983-9.
- Behrenfeld M.J., Boss, E., Siegel, D.A., & Shea, D.M. (2005). Carbon-Based Ocean Productivity and Phytoplankton

Physiology From Space. *Global Biogeochemical Cycles*. Vol 19. GB1006. DOI: 10.1029/2004GB002299

- Brower, J. E., Jerrold, H. Z., & Car, I. N. V. E. (1990). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Third Edition. Wm. C. Brown Publisher, USA, New York. ISBN: 0697243583.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. ISBN: 979-21-0613-8
- Ferianita, F. M. (1993). *Studi Kualitas Air Waduk Setiabudi Jakarta Ditinjau Dari Sifat Fisika Kimia Air, Struktur Komunitas dan Produktivitas Primer Fitoplankton*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. DOI: [123456789/21208](https://doi.org/10.2306/2345-6789-21208).
- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., & Falkowski, P.G. (1998). Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*, 281: 237–240. DOI: [10.1126/science.281.5374.237](https://doi.org/10.1126/science.281.5374.237).
- Firdaus, M.R., & Wijayanti, L.A., (2019). Fitoplankton dan Siklus Karbon Global. *Oseana*, 44(2), 35-48. DOI: [10.14203/oseana.2019.Vol.44No.2.39](https://doi.org/10.14203/oseana.2019.Vol.44No.2.39).
- Halidah, H. (2016). Keanekaragaman Plankton pada Hutan Mangrove di Kepulauan Togean Sulawesi Tengah. *Buletin Eboni*, 13(1), 37-44. DOI: [10.20886/buleboni.5074](https://doi.org/10.20886/buleboni.5074).
- Hardiyanto, R., Suherman, H., & Pratama, R. I. (2012). Kajian Produktivitas Primer Fitoplankton di Waduk Saguling, Desa Bongas dalam Kaitannya dengan Kegiatan Perikanan. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(4), 52-59. URL: <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/2542/2301>.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. <https://dlhk.babelprov.go.id/content/keputusan-menteri-negara-lingkungan-hidup-no-51-tahun-2004-tentang-baku-mutu-air-laut> (Accessed on July 15, 2023)
- Nastisi, A.S. & Kartamihardja, E.S. (2017). Status Trofik Perairan Waduk Kedungombo, Jawa Tengah, Sebagai

- Dasar Pengelolaan Perikanan. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 1(3), 26-35. DOI: [10.15578/jppi.1.3.1995.26-35](https://doi.org/10.15578/jppi.1.3.1995.26-35).
- Mason, C. (1981). *Biology of Freshwater Pollution*. New York: Longman. ISBN: 0582061911.
- Putrisia, A. V., Ain, C., & Rahman, A. (2022). Analisa Produktivitas Primer Sebagai Upaya Pengelolaan Kualitas Air Di Waduk Jatibarang, Semarang. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(1), 1-9. DOI: [10.30598/TRITONvol18issue1page1-9](https://doi.org/10.30598/TRITONvol18issue1page1-9).
- Rahman, E. C., & Rizal, A. (2016). Kajian Variabel Kualitas Air dan Hubungannya Dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Waduk Darma Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1), 93-102. Doi: <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/13946/6692>.
- Rahmawati, N. O., Hartoko, A., & Latifah, N. (2021). Analisis Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Alang-Alang Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Kelautan Nasional*, 6(2), 97-108. DOI: [10.15578/jkn.v16i2.9008](https://doi.org/10.15578/jkn.v16i2.9008).
- Santoso, A. D. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batubara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 89-96. DOI: [10.29122/jtl.v19i1.2511](https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2511).
- Setyowardani, D., Sa'adah, N., & Wijaya, N. I. (2021). Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Porong. Sidoarjo. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal of Tropical Marine Research)(J-Tropimar)*, 3(1), 24-33. DOI: [10.30649/jrkt.v3i1.54](https://doi.org/10.30649/jrkt.v3i1.54).
- Wetzel, R.G. & Likens. (1979). *Limnological Analyses*. London: W.B. Saunders. ISBN: 0721692435.
- Xu, K., Jiang, H., Junaeu, P., & Qiu, B. (2012). Comparative Studies on the Photosynthetic Responses of Three Freshwater Phytoplankton Species to Temperature and Light Regimes. *J Appl Phycol*, 24(5): 1113-1122. DOI: 10.1007/s10811-011-9741-9
- Yuningsih, H. D., Anggoro, S., & Soedarsono, P. (2014). Hubungan Bahan Organik dengan Produktivitas Perairan pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka dan Keramba Jaring Apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 37-43. DOI: [10.14710/marj.v3i1.4284](https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4284)
- Zahidah. (2006). *Dinamika Fitoplankton di Waduk Cirata dalam Kaitannya dengan Produktivitas Primer Perairan*. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Zhang, C., & Han, M. (2015). Mapping Chlorophyll-A Concentration in Laizhou Bay Using Landsat 8 OLI Data. *Proceedings of the 36th IAHR World Congress. Netherland*. URL: <https://www.iahr.org/library/infor?pid=7833>