

HUBUNGAN KEMELIMPAHAN FITOPLANKTON DENGAN FAKTOR LINGKUNGAN DI PERAIRAN PANTAI DESA MADAYIN LOMBOK TIMUR

RELATIONSHIP BETWEEN THE ABUNDANCE OF PHYTOPLANKTON AND ENVIRONMENTAL FACTORS IN MADAYIN COASTAL WATERS OF EAST LOMBOK

Sucika Armiani* dan Baiq Muli Harisanti

Program Studi Pendidikan Biologi FSTT UNDIKMA, Mataram, Indonesia
Email: sucikaarmiani@ikipmataram.ac.id, baiqmuliharisanti@ikipmataram.ac.id

Diterima: 1 Mei 2020. Disetujui: 9 Mei 2020. Dipublikasikan: 9 Januari 2021

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan kelimpahan fitoplankton dengan faktor lingkungan di perairan pantai Desa Madayin Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Juni 2018. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* sebanyak 6 titik sampling yaitu 3 titik (stasiun 4, 5 dan 6) diambil dari muara outlet pembuangan limbah tambak udang, 1 titik (stasiun 3) diambil dari muara sungai, dan 2 titik (stasiun 1 dan 2). Sampel air yang diambil (50 liter) disaring menggunakan jaring plankton ukuran 25 μ m. Air hasil saringan dimasukkan ke dalam botol dan diberi formalin 4%. Analisis fitoplankton dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Mataram. Pengukuran terhadap variabel kualitas fisik-kimia air yaitu: suhu, kecerahan, salinitas, pH, DO dilakukan secara *in-situ*. Sementara pengukuran terhadap kadar nitrat dan fosfat dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan nilai kualitas perairan berupa suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan, Nitrat dan Fosfat masih tergolong baik dan mendukung untuk kehidupan akuatik khususnya fitoplankton. Diantara faktor lingkungan tersebut, faktor suhu dan fosfat memiliki korelasi yang tinggi terhadap kelimpahan fitoplankton dengan nilai r sebesar 0.57.

Kata kunci: kelimpahan, fitoplankton, lingkungan

Abstract: This study was aimed to examine the relationship between the abundance of phytoplankton and environmental factors in Madayin coastal waters, Sambelia District of East Lombok Regency. This research was carried out in March to June 2018. Sampling used purposive sampling method as many as 6 sampling points, namely 3 points (stations 4, 5 and 6) taken from the mouth of the outlet of shrimp pond waste disposal, 1 point (station 3) taken from the river mouth, and 2 points (stations 1 and 2) taken from the sea. Samples of water taken 50 liters were filtered using plankton net 25 μ m then put into a bottle and given 4% formalin. Phytoplankton analysis was carried out at the Laboratory of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences of Mataram University. Measurement of the variable physical-chemical quality of water as: temperature, brightness, salinity, pH, DO was done by *in-situ* method. While measurements of nitrate and phosphate levels were carried out in the laboratory used spectrophotometer method. The results showed that water quality values in the form of temperature, salinity, pH, DO, brightness, nitrate and phosphate were still classified as good and supported for aquatic life, especially for phytoplankton. Among those environmental factors, temperature and phosphate factors have a high correlation with the abundance of phytoplankton with r value of 0.57.

Keywords: Abundances, phytoplankton, environmental

PENDAHULUAN

Fitoplankton merupakan organisme yang berperan penting bagi kehidupan akuatik. Sebagai produsen, memiliki peranan sangat penting dalam aliran energi rantai makanan, selain itu biomasanya yang besar berfungsi dalam keseimbangan ekosistem perairan. Pentingnya fitoplankton terhadap kestabilan dan produktivitas perairan menyebabkan fitoplankton memegang kunci dalam keberlangsungan hidup biota perairan [1].

Kondisi suatu perairan, baik fisika kimia maupun biotik sangat mempengaruhi keberadaan, kelimpahan dan keanekaragaman jenis fitoplankton. Beberapa jenis fitoplankton hanya dapat hidup dan berkembang biak dengan baik dalam lokasi yang

mempunyai kualitas perairan bagus, walaupun beberapa jenis masih dapat hidup dan berkembang dengan baik dalam perairan yang mempunyai kualitas buruk. Kualitas perairan yang buruk akan menyebabkan keanekaragaman jenis fitoplankton semakin kecil, karena semakin sedikit jenis yang dapat toleran dan beradaptasi terhadap kondisi perairan tersebut [2]. Faktor lingkungan seperti angin, arus, suhu, salinitas, zat hara, kedalaman dan pencampuran massa air menyebabkan adanya perbedaan komunitas fitoplankton [3]. Fitoplankton dalam sistem akuatik memerlukan nitrogen dan fosfor sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhannya, di samping faktor lainnya [4].

Desa Madayin merupakan salah satu Desa dari sebelas Desa yang terdapat di Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur. Desa ini berada di sepanjang garis pantai di bagian Utara menjadikan potensi pesisir sangat menjanjikan di daerah ini salah satunya adalah kegiatan tambak. Berdasarkan hasil observasi, di desa ini diketahui terdapat lima usaha kegiatan tambak, dimana jenis tambak yang diusahakan adalah tambak udang secara intensif. Hasil sampingan dari kegiatan ini berupa limbah bungan hasil budidaya yang dibuang ke laut. Limbah buangan tersebut tentunya akan memberikan pengaruh terhadap kualitas perairan di sekitaran pantai Desa Madayin. Dampak dari kegiatan tersebut diduga berupa perubahan terhadap faktor kimia dan fisika air laut sehingga berpengaruh terhadap kelimpahan jenis fitoplankton. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan faktor lingkungan (fisika dan kimia) terhadap kemelimpahan jenis fitoplankton di Perairan pantai desa Madayin Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Juni 2018 di Perairan Pantai Desa Madayin Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penentuan lokasi sampling dalam penelitian ini adalah dengan metode *purposive sampling*. Pengambilan data dilakukan sebanyak 6 titik yaitu 3 titik (stasiun 1, 2 dan 3) diambil dari muara outlet pembuangan limbah tambak udang, 1 titik (stasiun 6) diambil dari muara sungai, dan 2 titik (stasiun 4 dan 5) diambil dari perairan pantai dengan menggunakan GPS. Adapun titik pengambilan sampel adalah sebagai berikut :

- Titik1 : S 0.8° 13.531' E 116° 25.271'
- Titik 2 : S 0.8° 15.320' E 116° 30.688'
- Titik 3 : S 0.8° 15.327' E 116° 30.399'
- Titik 4 : S 0.8° 15.157' E 116° 31.949'
- Titik 5 : S 0.8° 14.853' E 116° 31.920'
- Titik 6: S 0.8° 15.209' E 116° 31.079'

Pada masing-masing titik sampling dilakukan pengambilan sampel. Teknik analisis untuk pengukuran sampel air mengikuti Effendi, 2003 [5]. Sampel diambil secara komposit di beberapa titik pada setiap pengambil kemudian diambil nilai rata-rata. Pengukuran terhadap variable kualitas fisik-kimia air yaitu: suhu, kecerahan, salinitas, pH, DO dilakukan secara *in-situ*. Sementara pengukuran terhadap kadar nitrat dan fosfat dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode spektrofotometer

Pengambilan sampel untuk keperluan identifikasi jenis fitoplankton diambil dengan menggunakan metode *Water Bottle Sample*. Sampel air yang diambil (50 liter) disaring menggunakan jaring plankton ukuran 25µm. Air hasil saringan dimasukkan ke dalam botol dan diberi formalin 4%. Analisis fitoplankton dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Mataram. Pengamatan fitoplankton menggunakan mikroskop perbesaran 40x10. Setiap sampel diulang sebanyak 3 kali pengamatan kemudian dihitung jenis dan jumlah sel pada masing-masing bidang pandang. Untuk keperluan pencacahan plankton dihitung dengan menggunakan metode volume sampel dengan rumus:

$$N = \frac{n}{m} \times \frac{s}{a} \times \frac{1}{v}$$

Dimana:

- N = jumlah sel per liter
- n = jumlah sel yang dihitung dalam m tetes
- m = jumlah tetes contoh yang diperiksa (3 kali ulangan/3 tetes)
- s = volume contoh dengan pengawetnya (ml)
- a = volume tiap tetes contoh (menggunakan pipet otomatis 0,05 ml)
- v = volume air yang tersaring (L)

Keperluan identifikasi untuk menentukan jenis berpedoman pada buku identifikasi jenis fitoplankton Yamaji (1976) [6], Botes (2003) [7] dan Davis (1955) [3].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran sampel air di perairan pantai Desa Madayin didapatkan nilai fisika kimia perairan sebagai berikut.

Tabel 1. Kualitas fisik dan Kimia air laut yang terukur di Perairan Pantai Madayin

No.	Parameter Kualitas Air	St. I	St. II	St. III	St. IV	St. V	St. VI	Rata-Rata
1	Suhu (°C)	30.7	30.2	30.5	30.4	30.4	30.2	30.4
2	Salinitas (ppm)	5.3	6.1	5.6	32.6	33	5.5	14.68
3	pH	7.8	7.4	7.5	8.1	8.1	7.4	7.72
4	Kecerahan(cm)	40	65	52	1000	950	60	361.17
5	DO (ppm)	5.66	6.12	6.01	7.91	7.89	6.17	6.63
6	Fosfat (ppm)	0.039	0.043	0.077	0.005	0.002	0.032	0.033
7	Nitrat (ppm)	0.019	0.023	0.004	0.002	0.002	0.117	0.028

Suhu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu yang terukur di perairan pantai Madayin rata-rata sebesar 30.4°C, dimana suhu tertinggi di stasiun 1 dan terendah di stasiun 2 dan stasiun 6. Stasiun 1 berada di sekitar outlet tambak terbesar di Desa madayin dimana pada saat mengambil sampel tambak tersebut sedang melakukan pencucian air tambak dimana kondisi setelah panen maka seluruh air tambak dibuang dan kemudian diganti dengan air yang baru, selain itu juga di lokasi ini terdapat muara sungai yang merupakan antara pertemuan outlet dengan air laut. Muara sungai merupakan buangan dari seluruh aktivitas manusia, hal ini menyebabkan suhu air lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Hasil penelitian mengenai kualitas air di Danau Toba menunjukkan bahwa suhu perairan yang dekat dengan aktivitas manusia jauh lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi penelitian yang jauh dari pemukiman penduduk [8]. Stasiun 2 berada di pantai sekitar outlet tambak pressban, tambak ini pada saat sampling tidak sedang melakukan panen sementara stasiun 6 berada di pantai yang berdekatan dengan muara sungai.

Secara umum, kisaran suhu pada semua stasiun pengamatan stasiun sesuai untuk kehidupan fitoplanton. Suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 20 – 30 °C [5]. Mutu perairan untuk budidaya Tambak berkisar antara 21 – 32°C [9].

Salinitas

Salinitas yang terukur di lokasi penelitian bervariasi, berkisar antara 5.3 – 33 ppm. Stasiun 1, 2, 3, dan 6 merupakan kawasan pinggir pantai terlebih lagi stasiun 1 dan 6 dekat dengan muara sungai sehingga pada keempat stasiun ini salinitasnya relatif rendah yaitu berkisar antara 5.3 – 6.1 ppm. Stasiun 4 dan 5 lokasi pengambilannya berada di tengah laut sehingga salinitasnya jauh lebih tinggi dibandingkan keempat stasiun lainnya yaitu berkisar antara 32.6 – 33 ppm. Fitoplankton dapat hidup pada skala salinitas yang luas. Sebagai contoh species dari golongan skeletonema dapat optimum tumbuh pada salinitas 15 - 20‰, namun dapat berlangsung dalam kisaran yang relative luas dari 11 – 40 ‰ [10].

pH

Derajat keasaman atau pH yang terukur di lokasi penelitian berkisar antara 7.4 – 8.1. Nilai pH tersebut sangat sesuai untuk kehidupan fitoplankton yakni berkisar antara 7 – 8.5. Kondisi ini tentunya sangat menguntungkan bagi kehidupan fitoplankton, karena perairan yang bersifat sangat asam atau sangat basa akan membahayakan bagi kelangsungan hidup organisme yakni dapat menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi [11].

Tingginya pH di stasiun 4 dan 5 berkaitan dengan kecerahan perairan. Di stasiun 1, 2,3, dan 6 yang berlokasi di pinggir pantai merupakan daerah yang dekat dengan muara sehingga banyak mengandung partikel – partikel yang terlarut maupun tak terlarut yang berasal dari buangan limbah aktivitas manusia, selain itu ombak dan kecepatan arus menentukan gerakan partikel sehingga di keempat stasiun ini kecerahannya cukup rendah. Berbeda halnya di stasiun 4 dan 5 yang merupakan di tengah laut kecerahannya mencapai 1000 cm. Nilai pH disebabkan karena faktor biologis seperti fotosintesis dan respirasi. Pada siang hari, intensitas cahaya matahari tinggi menyebabkan kecerahan perairan tinggi. Kecerdahan sangat erat kaitannya dengan proses fotosintesis [11]. Pada proses fotosintesis, terjadi penggunaan karbondioksida (CO₂) yang merupakan gas yang bersifat asam. Konsumsi tersebut meningkatkan pH karena munculnya ion hidroksida akibat hidrolisis bikarbonat dan karbonat [5].

Kecerahan

Kecerahan air mempengaruhi jumlah dan kualitas sinar matahari dalam perairan. Jumlah dan kualitas sinar matahari ini mempengaruhi aktifitas fitoplankton melalui penyediaan energi untuk melangsungkan fotosintesis. Kecerdahan yang terukur pada lokasi penelitian berkisar antara 40 – 1000 cm [12]. Pada stasiun 1, 2, 3, dan 6 diambil diambil dipinggir pantai, dimana gerakan air akibat ombak ditambah lagi pertemuan air laut dan sungai di stasiun 1 yang merupakan muara sungai menambah tingkat kekeruhan air akibat buangan kegiatan manusia (salah satunya adalah kegiatan tambak), menyebabkan di titik ini memiliki kecerahan yang paling rendah. Kecerdahan perairan tambak tradisional pada lokasi yang berdekatan dengan aktivitas manusia lebih rendah dibandingkan dengan kecerahan pada daerah yang bervegetasi, disebabkan karena hasil aktivitas manusia yang terbawa aliran air menjadi sumber meningkatnya partikel lumpur maupun berbagai kandungan bahan organik dan bahan anorganik [13].

Dissolved Oxygen (DO)

Konsentrasi oksigen (DO) di perairan sangat terkait penting dengan berbagai proses kimia biologi perairan. Oksigen diperlukan dalam oksidasi berbagai senyawa kimia dan respirasi. Konsentrasi oksigen di dalam air juga dapat mempengaruhi tumbuhan dan konversi pakan serta daya dukung perairan [14] dan [15]. Tingginya kadar oksigen terlarut menyatakan tingginya aktifitas fotosintesis di perairan. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton [5]. Konsentrasi DO di lokasi penelitian berkisar antara 5.66 mg/L – 7.91 mg/L. Menurut [9] nilai tersebut

sesuai untuk kegiatan budidaya yakni ≥ 3 mg/L. Plankton dapat hidup baik pada konsentrasi lebih dari 3 mg/L [12].

Kisaran konsentrasi DO adalah terendah di stasiun 1 dan tertinggi di stasiun 4. Rendahnya konsentrasi DO tersebut erat kaitannya dengan faktor lingkungan lainnya seperti kecerahan dan suhu. Kecerahan di stasiun 1 adalah yang terendah, sebelumnya telah dijelaskan bahwa kecerahan sangat erat kaitannya dengan penetrasi cahaya sehingga berperan penting dalam proses fotosintesis. Rendahnya kecerahan akan menurunkan aktifitas fotosintesis. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [17] yang menyatakan bahwa oksigen terlarut pada daerah yang ternaungi mangrove lebih rendah disbanding dengan daerah yang tidak ternaungi.

Selain faktor kecerahan, faktor suhu juga berpengaruh terhadap kandungan oksigen terlarut suatu perairan. Suhu air pada stasiun 1 adalah yang paling tinggi dibandingkan dengan suhu perairan di stasiun lainnya. Suhu merupakan salah satu parameter perairan yang berpengaruh terhadap ketersediaan DO, kenaikan suhu dapat menyebabkan terjadinya penurunan kadar DO perairan. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan metabolisme akuatik yaitu terjadinya konsumsi oksigen yang semakin tinggi dengan adanya peningkatan suhu [5] dan [18].

Fosfat

Fosfat merupakan nutrisi penting yang dibutuhkan organisme perairan. Fosfat dalam perairan berasal dari sisa-sisa organisme dan pupuk yang masuk ke dalam perairan. Fitoplankton dapat menggunakan unsur fosfor dalam bentuk fosfat yang sangat penting bagi pertumbuhannya. Fosfor dalam bentuk ikatan fosfat dipakai fitoplankton untuk menjaga keseimbangan kesuburan perairan [12].

Hasil pengukuran terhadap konsentrasi fosfat di perairan pantai Desa Madayin berkisar antara 0.002 ppm – 0.077 ppm. Menurut [19], nilai konsentrasi fosfat tersebut tergolong rendah. Konsentrasi fosfat pada penelitian ini berada dibawah baku mutu untuk perairan budidaya, yakni <0.5 ppm. Dari kisaran konsentrasi fosfat di semua stasiun, stasiun 5 dan 4 adalah yang terendah. Faktor ini kemungkinan disebabkan karena sifat dinamis air laut yang menyebabkan konsentrasi fosfat mengalami perubahan yang cepat [9]. Fosfat di perairan biasanya terakumulasi pada konsentrasi rendah dalam ekosistem perairan karena penyerapan cepat oleh tanaman atau penyerapan oleh sedimen, dan beberapa ganggang dapat menyerap lebih ortofosfat terlarut dari yang mereka

butuhkan untuk pertumbuhan dan menyimpannya untuk digunakan kemudian [20].

Nitrat

Hasil pengukuran terhadap kadar nitrat pada penelitian ini berkisar antara 0.002 ppm – 0.117 ppm. Stasiun 4 dan 5 merupakan yang terendah sementara yang tertinggi terdapat di stasiun 6. Tingginya konsentrasi nitrat di stasiun 7 disebabkan karena di lokasi ini merupakan pantai dengan muara sungai. Muara sungai sendiri merupakan tempat buangan segala aktivitas manusia dari hulu hingga ke hilir. Hasil penelitian yang dilakukan oleh [8] dan [21] mengenai kualitas air di perairan Danau Toba menunjukkan bahwa pada stasiun penelitian yang berdekatan aktivitas penduduk yang tinggi memiliki kandungan nitrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan yang jauh dari aktivitas/pemukiman manusia yang berasal dari limbah domestic, pertanian, peternakan dan industri.

Konsentrasi nitrat di perairan Pantai Madayin tergolong rendah yakni berkisar antara $0.1 < \text{NO}_3 < 0.3$. Standar kelayakan menurut Kelompok Kerjasama Asia tentang Lingkungan Pesisir dan Laut juga mengindikasikan konsentrasi di lokasi penelitian ini (kecuali stasiun 6) terkategori rendah (<0.055 mg/L) [20].

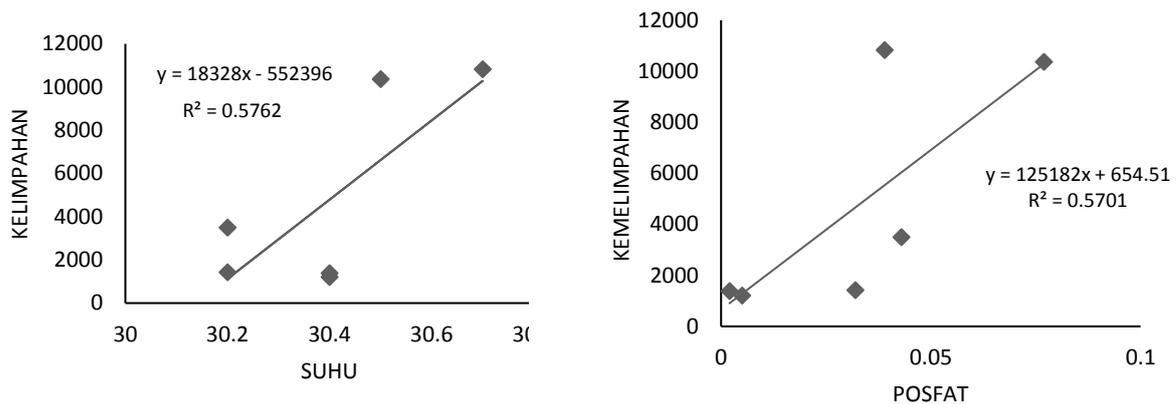
Kemelimpahan Jenis Fitoplankton dan Hubungannya dengan Parameter Kualitas Air

Hasil pencacahan terhadap spesies fitoplankton di perairan pantai Desa Madayin ditemukan 45 jenis yakni sebanyak 33 jenis merupakan klas Bacillariophyceae, 1 jenis klas Cyanophyceae (*Merismopedia sp.*) dan 1 jenis lagi tergolong klas Chlorophyceae (*Protoperdinium sp.*). Rata-rata semua stasiun didominasi oleh species jenis *Navicula sp.* kecuali di stasiun 3 dan 6 didominasi oleh jenis *Chaetocheros sp.*

Kemelimpahan tertinggi terdapat di stasiun 1 dan 3 sementara kemelimpahan terendah terdapat di stasiun 4. Tingginya kemelimpahan di kedua stasiun ini tentunya terkait dengan faktor lingkungan perairan. Hasil analisis hubungan kemelimpahan fitoplankton dengan faktor lingkungan menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti salinitas, pH, kecerahan, oksigen terlarut (DO), dan nitrat memiliki nilai korelasi yang relatif rendah ($r < 0.5$), tetapi relatif tinggi terhadap suhu dan konsentrasi fosfat ($r > 0.5$) yakni dengan r sebesar 0.57. Adapun hubungan suhu dan fosfat terhadap kemelimpahan ditampilkan pada gambar 1.

Tabel 2. Jumlah Sel dan Jumlah Jenis Fitoplankton Hasil Identifikasi Perairan Desa Madayin

No	Jenis Fitoplankton	Stasiun					
		1	2	3	4	5	6
1	Bacillariophyceae	5857	3479	10130	1210	1384	1425
2	Cyanophyceae	4946	0	173	0	0	0
3	Chlorophyceae	22	22	65	0	0	0
	Jumlah sel (sel/L)	10825	3501	10368	1210	1384	1425
	Jumlah Jenis	21	19	24	14	12	11



Gambar 1. Grafik Hubungan Faktor Lingkungan Suhu dan Fosfat Terhadap Kemelimpahan

Suhu merupakan salah satu parameter yang berperan penting dalam mengendalikan kondisi ekosistem. Perubahan suhu dapat berpengaruh terhadap proses fisika kimia dan biologi badan air, oleh karena itu sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme [10]. Meningkatnya suhu dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis, sedangkan pengaruh tidak langsung yaitu dapat merubah struktur hidrologi perairan yang dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton [12]. Selain suhu, fosfat juga merupakan salah satu nutrisi penting yang berperan besar terhadap kehidupan fitoplankton. Bila kandungan fosfat berlebih di perairan maka akan menyebabkan *blooming* algae, sementara bila kekurangan fosfat menyebabkan populasi tanaman air akan mati masal yang berdampak buruk terhadap lingkungan [5].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi di Perairan Pantai Madayin Desa Obel-Obel Kecamatan Sambelia nilai kualitas perairan berupa suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan, Nitrat dan Fosfat masih tergolong baik dan mendukung untuk kehidupan akuatik khususnya fitoplankton. Diantara faktor lingkungan tersebut, faktor suhu dan fosfat memiliki korelasi yang tinggi terhadap kemelimpahan fitoplankton dengan nilai r sebesar 0.57.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fachrul, M. F. (2005). Komunitas fitoplankton sebagai bio-indikator kualitas perairan Teluk Jakarta (Phytoplankton community as a bio-indicator for quality of Jakarta waters). In *Proceeding Seminar Nasional MIPA* (pp. 17-23).

[2] Handayani, S., & Tobing, I. S. (2012). Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Pantai Sekitar Merak Banten dan Pantai Penet Lampung. *Vis Vitalis*, 1(1).

[3] Davis, C. C. (1955). *The marine and fresh-water plankton* (Vol. 369). Michigan: Michigan State University Press.

[4] 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).

[5] Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius.

[6] Yamaji, I. (1976). *Illustration of Marine Plankton*. Japan: Hoikusha Publishing Co Ltd, 3.

[7] Botes, L. (2003). *Phytoplankton identification catalogue*. Saldanha Bay, South

- Africa, (GloBallast Monograph Series No. 7. IMO London).*
- [8] Yazwar. (2008). Keanekaragaman Plankton dan Keterkaitannya dengan Kualitas Air di Prapat Danau Toba (Thesis). Medan: Sekolah Pascasarjana USU
- [9] Poernomo, A. (1992). Pemilihan lokasi tambak udang berwawasan lingkungan. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta (ID).*
- [10] Nontji, A. (2006). *Tiada kehidupan di bumi tanpa keberadaan plankton.* Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian Oseanografi.
- [11] Barus, T. A. (2004). Pengantar limnologi studi tentang ekosistem air daratan.
- [12] Bayurini, D. H. (2006). *Hubungan Antara Produktivitas Primer Fitoplankton Dengan Distribusi Ikan Di Ekosistem Perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).*
- [13] Armiani, S., Arthana, I. W., & Mahendra, M. S. (2012). Studi Kualitas Lingkungan Perairan Di Lokasi Tambak Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat. *Ecotrophic: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 7(1), 6-15.
- [14] Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., & Sitepu, D. M. (2001). Pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. *PT. Pradnya Paramita. Jakarta*, 328.
- [15] Priambodo, B. A. (2019). *Teknik Penggelondongan Ikan Kerapu Cantang (Epinephelus Fuscoguttatus X Epinephelus Lanceolatus) Berdasarkan Ukuran Pada Bak Beton Di Instalasi Budidaya Laut (Ibl) Boncong, Tuban, Jawa Timur (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA).*
- [16] Susanti, M. (2010). *Kelimpahan dan Distribusi Plankton di Perairan Waduk Kedungombo (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).*
- [17] Taqwa, A., Supriharyono, S., & Ruswahyuni, R. (2010). Produktivitas Primer Fitoplankton Dan Keanekaragaman Jenis Fauna Makrobenthos Berdasarkan Kerapatan Mangrove. *Jurnal Harpodon Borneo*, 3(1).
- [18] Zain, M. A. (2020). Parameter Oseanografi Untuk Kesesuaian Wisata Snorkeling Di Pulau Gili dan Pulau Noko, Kepulauan Bawean. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal of Tropical Marine Research)(J-Tropimar)*, 1(2), 32-44.
- [19] Sulwartiwi, L., & Yus, J. T. H. (2010). Teknik Pemeliharaan Benih Rajungan (*Portunus pelagicus* Linn.) Di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara Kabupaten Jepara Propinsi Jawa Tengah [Rearing Technique Of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* Linn.) Fry At Brackish Water Culture Development Centre Of Jepara, Jepara Regency And Central Java Province]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 2(1), 87-96.
- [20] Anas, P., Sudinno, D., & Jubaedah, I. (2015). Daya Dukung Perairan Untuk Budidaya Udang Vannamei Sistem Semi Intensif Dalam Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kabupaten Pemalang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9(2), 29-46.
- [21] Silalahi, J. (2009). *Analisis kualitas air dan hubungannya dengan keanekaragaman vegetasi akuatik di perairan balige danau toba (Master's thesis).*