

Struktur Komunitas Fitoplankton dan Parameter Kualitas Air Di Perairan Paciran, Lamongan

La Nina Gunaswara Samudera*, Widianingsih, Suryono

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, e-mail : lanina.gunaswaras@gmail.com

ABSTRAK: Fitoplankton dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan. Struktur komunitas fitoplankton peka terhadap perubahan lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas fitoplankton dan kondisi kualitas air di Perairan Paciran, Lamongan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *deskriptif eksploratif* yang di olah dengan *Principle Component Analysis* (PCA). Penentuan lokasi dilakukan dengan *purposive sampling method* yang terdiri dari 4 stasiun, yaitu area dermaga nelayan, ekosistem mangrove, TPI Weru dan *marine shipbuilding*. Komposisi jenis fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan ditemukan 24 genus fitoplankton dari 4 kelas yaitu Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae dan Cyanophyceae. Genus yang paling umum dijumpai adalah *Skeletonema*. Kelimpahan fitoplankton rata-rata berkisar 41,44 – 116,56 sel/L. Indeks keanekaragaman dan keseragaman termasuk kategori sedang berkisar 1,04 – 3,33 dan 0,33 – 1,05. Indeks dominasi termasuk kategori rendah berkisar 0,01 – 0,15. Hasil kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan berkorelasi positif dengan oksigen terlarut, fosfat, nitrat, salinitas, dan suhu. Sedangkan pH dan arus menunjukkan adanya korelasi negatif.

Kata kunci: Fitoplankton; Struktur Komunitas; Perairan; Paciran

Phytoplankton Community Structure and Water Quality Parameters In Paciran Waters, Lamongan

ABSTRACT: Phytoplankton can be used as a bioindicator of water quality. The structure of the phytoplankton community is sensitive to changes in the aquatic environment. This study aims to determine the structure of the phytoplankton community and the condition of water quality in Paciran waters, Lamongan. The method used in this research is *descriptive exploratory* which is processed by *Principle Component Analysis* (PCA). Determination of the location is done by *purposive sampling method* which consists of 4 stations, namely the fishing pier area, mangrove ecosystem, TPI Weru and *marine shipbuilding*. The composition of phytoplankton species in Paciran waters, Lamongan found 24 phytoplankton genera from 4 classes, namely Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae and Cyanophyceae. The most common genus is *Skeletonema*. The abundance of phytoplankton on average ranged from 41.44 to 116.56 cells/L. The index of diversity and uniformity was included in the medium category ranging from 1.04 to 3.33 and 0.33 to 1.05. The dominance index is included in the low category ranging from 0.01 to 0.15. The results of the abundance of phytoplankton in Paciran Waters, Lamongan have a positive correlation with dissolved oxygen, phosphate, nitrate, salinity, and temperature. Meanwhile, pH and current show a negative correlation.

Keywords: Phytoplankton; Community Structure; Waters; Paciran

PENDAHULUAN

Fitoplankton adalah organisme mikroskopis yang hidupnya melayang-layang mengikuti arus air. Fitoplankton bersifat autotrof yang mampu mensintesis bahan anorganik dirubah menjadi bahan organik sebagai sumber makanan dengan bantuan energi matahari dan juga berperan sebagai bioindikator kualitas perairan. Fitoplankton umumnya ditemukan ke permukaan perairan

pada siang hari dikarenakan organisme ini bersifat fototaksis positif. Pola persebaran fitoplankton dapat melakukan migrasi horizontal maupun vertikal dalam perairan (Xiong *et al.*, 2020).

Kecamatan Paciran, Lamongan disebut sebagai kawasan ekonomi khusus bidang maritim yang berperan penting di Kabupaten Lamongan dengan potensi yang beragam. Hal tersebut menjadikan kecamatan ini berkembang dengan meningkatnya pembangunan industri di kawasan tersebut seperti tempat rekreasi, aktivitas nelayan, pelabuhan, dan pemukiman penduduk. Kegiatan di Kecamatan Paciran, Lamongan dipenuhi oleh klaster pelayaran. Kegiatan tersebut berpotensi mengakibatkan perubahan lingkungan sehingga menimbulkan penurunan kualitas perairan melalui aliran sungai menuju ke laut yang berdampak pada kelangsungan hidup biota laut dan makhluk hidup yang mengkonsumsi biota tersebut (Mahaputra dan Santoso, 2018). Perubahan kualitas perairan diduga akan berpengaruh terhadap struktur komunitas fitoplankton yang secara tidak langsung berkaitan erat dengan produktivitas primer suatu perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas fitoplankton dan keterkaitan antara parameter kualitas air dengan kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel fitoplankton dan air. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 20 Desember 2020, 13 Februari dan 20 Maret 2021 pada stasiun 1 (dermaga nelayan), stasiun 2 (ekosistem mangrove), stasiun 3 (TPI Weru) dan stasiun 4 (*marine shipbuilding*). Metode penelitian yang dipergunakan adalah metode *deskriptif eksploratif* (Suryabrata, 1992). Pengambilan sampel yang dilakukan dengan metode survei. Penentuan lokasi stasiun dilakukan menggunakan metode *purposive sampling* (Rosdianto *et al.*, 2017). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kondisi lingkungan perairan yang diduga sudah tercemar oleh limbah pabrik Dok kapal dan juga limbah dari kapal nelayan di sekitarnya.

Pengambilan sampel dilakukan dengan *plankton* net berukuran 25 μ m yang ditarik secara horizontal dengan perahu selama \pm 5 – 8 menit (Rizqina *et al.*, 2017). Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pukul 09.00 – 11.00 WIB karena fitoplankton banyak melakukan aktifitas fotosintesis pada siang hari (Yulianto *et al.*, 2014). Pertimbangan lainnya dikarenakan kondisi siang hari aktivitas industri lebih optimal daripada pada pagi hari sehingga diduga meningkatnya konsentrasi parameter kualitas air dari buangan limbah pabrik dan lainnya sebagai zat esensial yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Selanjutnya sampel yang terkumpul dimasukkan dalam botol sampel dengan volume 600 ml dan diberi pengawet berupa larutan formalin 10% dan lugol sebanyak 6 tetes (Damayanti *et al.*, 2018).

Pengukuran kualitas air dilakukan bersamaan pada saat pengambilan sampel fitoplankton (*insitu*), sedangkan pengukuran nitrat dan fosfat dilakukan di Laboratorium Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Kota Surabaya. Pengamatan jenis fitoplankton dihitung dalam wadah *Sedgwick-rafter* kemudian diamati menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 10x10. Pengindentifikasian fitoplankton dengan buku pedoman identifikasi plankton Sachlan (1982) dan Yamaji (1984). Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mencari indeks kelimpahan fitoplankton (Fachrul, 2008), indeks keanekaragaman (Odum, 1998), indeks keseragaman dan indeks dominansi (Odum, 1993).

Analisis hubungan kelimpahan fitoplankton dan parameter kualitas air menggunakan pendekatan Analisis komponen Utama (*Principle Component Analysis*) yang diolah dengan bantuan perangkat lunak XLSTAT. Analisis komponen utama merupakan metode analisis multivariant yang bertujuan untuk menyajikan informasi maksimum pada matriks data berupa grafik (Dewanti *et al.*, 2018). Matriks yang terdiri dari variabel kelimpahan fitoplankton sebagai individu (baris) dan variabel parameter kualitas air sebagai variabel kuantitatif (kolom).

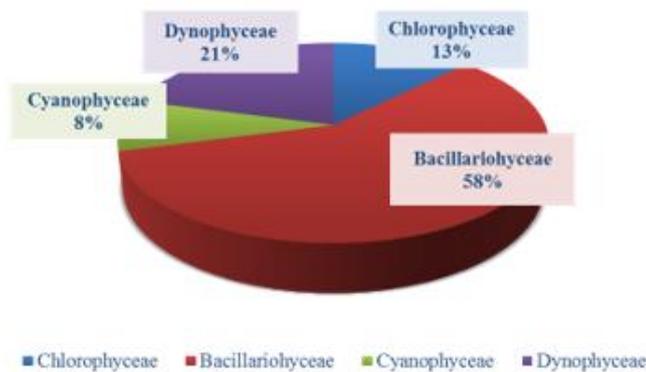
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan fitoplankton yang telah dilakukan pada bulan Desember 2020 hingga Maret 2021 di Perairan Paciran, Lamongan disajikan pada Gambar 1. Selama penelitian ditemukan 24 genus fitoplankton dari 4 kelas yaitu Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae dan Cyanophyceae. Berdasarkan kelimpahan dan komposisi fitoplankton yang

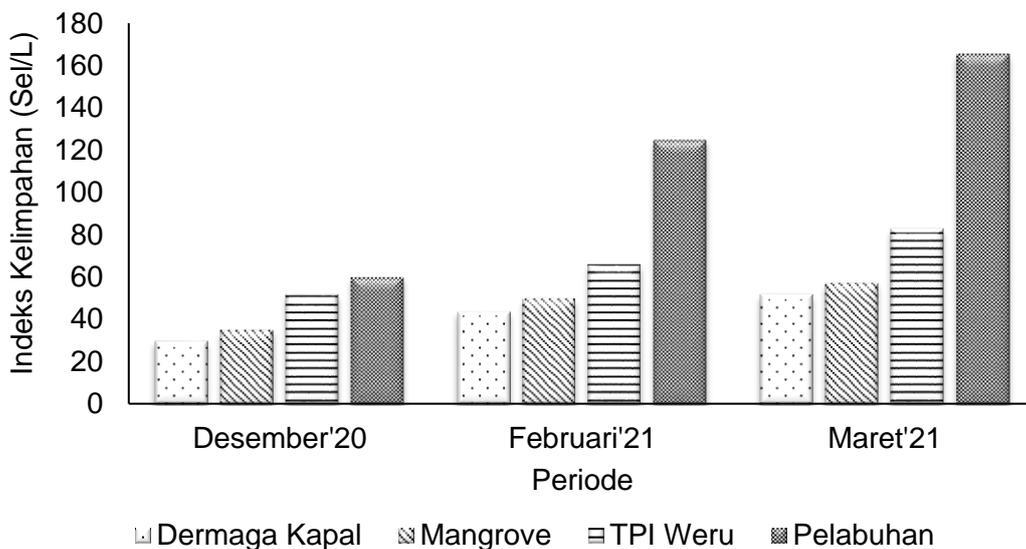
terbanyak di Perairan Paciran, Lamongan adalah kelas Bacillariophyceae terdiri dari 14 genus dengan proporsi 58% baik pada stasiun dan waktu pengambilan sampel, sedangkan paling sedikit pada kelas Cyanophyceae terdiri dari 2 genus dengan komposisi 8%.

Kelas Bacillariophyceae (Diatom) merupakan fitoplankton yang paling banyak ditemukan. Hal ini diduga dikarenakan kelas Bacillariophyceae memiliki kemampuan reproduksi yang cepat bahkan memiliki tingkat toleransi yang tinggi pada kondisi lingkungan yang tercemar (Rizqina *et al.*, 2017). Distribusi pada kelompok Bacillariophyceae bersifat kosmopolit terdapat pada perairan laut lepas, pantai maupun estuaria (Damayanti *et al.*, 2018). Kelompok fitoplankton terbanyak setelah Bacillariophyceae adalah Kelas Dinophyceae terdiri dari 5 genus dengan proporsi 21%. Menurut Gurning *et al.* (2020) bahwa Kelas Dinophyceae merupakan kelompok fitoplankton yang cenderung mendominasi setelah kelas Bacillariophyceae di Perairan Indonesia.

Genus fitoplankton yang sering dijumpai pada setiap stasiun di Perairan Paciran, Lamongan adalah Skeletonema sebesar 202 sel/L serta memiliki perbedaan yang signifikan dengan jenis lainnya. Skeletonema merupakan salah satu fitoplankton yang lebih toleran terhadap perubahan lingkungan, memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan berukuran lebih besar dibandingkan dengan jenis fitoplankton lainnya sehingga memiliki daya saing yang kuat (Permatasari *et al.*, 2016). Genus ini juga banyak ditemukan pada stasiun 4 yakni area pelabuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurcahyani *et al.* (2016) bahwa Skeletonema juga dapat menyerap limbah minyak solar pada perairan dan juga bersifat *euryhaline* dan *eurythermal*.



Gambar 1. Komposisi Fitoplankton Berdasarkan Kelas



Gambar 2. Indeks Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan

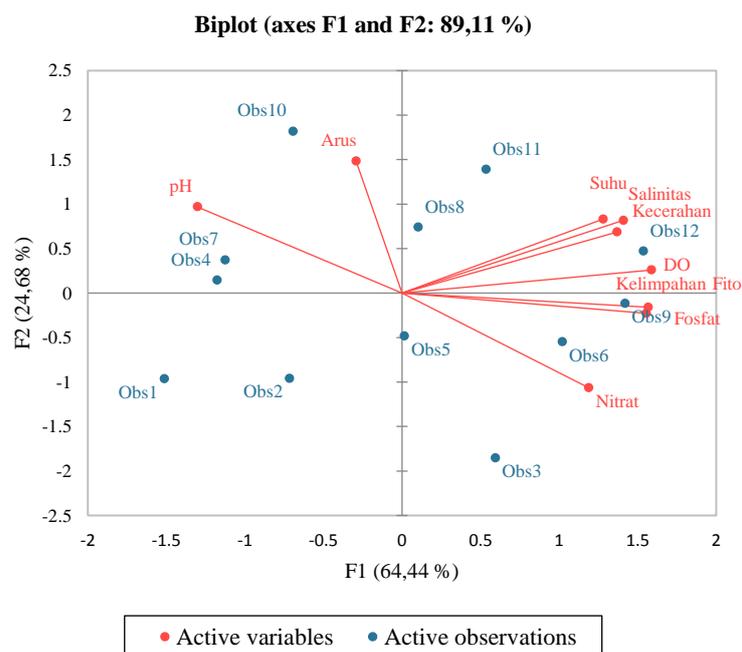
Indeks kelimpahan fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 2. Indeks kelimpahan tertinggi ditemukan pada saat sampling ke 3, yaitu pada stasiun 4 sebesar 165,13 Sel/L, sedangkan terendah pada saat sampling ke 1, yaitu pada stasiun 1 sebesar 29,66 Sel/L. Hasil rata-rata kelimpahan fitoplankton berkisar 41,44–116,56 Sel/L termasuk dalam perairan oligotrofik (kategori kelimpahan rendah). Menurut Asiddiqi *et al.* (2019), kelimpahan fitoplankton sebanyak <1.000 sel/L termasuk rendah, kelimpahan antara 1.000–40.000 sel/L tergolong sedang dan kelimpahan <40.000 sel/L tergolong tinggi.

Indeks keanekaragaman fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan berkisar antara 1,043–3,325 (Tabel 1). Menurut indeks Shannon-Wiener bahwa nilai keanekaragaman ini tergolong perairan tercemar sedang ($1 < H' < 3$) (Dimenta *et al.*, 2020). Indikator yang menandakan Perairan Paciran, Lamongan dalam kondisi tercemar yaitu ditemukannya beberapa genus fitoplankton sebagai parameter perairan tercemar seperti *Pseudonitzschia*, *Nitzschia*, *Thalassiothrix*, *Ceratium*, *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Mycrocystis*. Menurut Gurning *et al.* (2020), beberapa genus fitoplankton yang berbahaya hidup pada perairan yang tercemar limbah adalah *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Ceratium*, *Dinophysis*, *Nitzschia*, *Peridium* dan *Pseudonitzschia*.

Indeks keseragaman fitoplankton pada penelitian ini bervariasi. Nilai yang diperoleh berkisar antara 0,328–1,046 termasuk kategori sedang (Odum, 1993). Hasil penelitian menunjukkan indeks keseragaman rata-rata tergolong kategori sedang yang berarti indeks dominansi dalam kategori rendah. Pola distribusi yang sedang pada perairan ini menunjukkan bahwa penyebaran antar jenis cukup merata dan tidak terdapat kecenderungan fitoplankton mendominasi pada perairan tersebut (Rizqina *et al.*, 2017).

Indeks menunjukkan nilai berkisar antara 0,069–0,150 yang berarti kategori dominansi rendah berdasarkan teori Simpson. Menurut Azzam *et al.* (2018), bahwa apabila indeks dominansi mendekati angka 0 berarti tidak terdapat jenis yang mendominasi. Semakin besar nilai keseragaman maka semakin kecil nilai indeks dominansi yang berarti tidak terdapat jenis yang dominan dan didominasi oleh suatu jenis tertentu.

Hasil uji *Principal Component Analysis* antara kualitas air dengan kelimpahan fitoplankton disajikan pada Gambar 3. Hasil dari uji *Principal Component Analysis* menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton tidak berkorelasi dengan parameter pH dan arus tergolong negatif membentuk sudut $>90^\circ$. Namun, berkorelasi dengan parameter suhu, salinitas, DO, kecerahan, nitrat dan fosfat tergolong positif membentuk sudut $<90^\circ$.



Gambar 3. Grafik Analisis Kualitas Air Terhadap Kelimpahan Fitoplankton

Tabel 1. Nilai dan Kategori Indeks Ekologi Di Perairan Paciran, Lamongan

Periode	Stasiun	H'	Kategori	E	Kategori	D	Kategori
20 Desember 2021	1	1,38	Sedang	0,43	Sedang	0,14	Rendah
	2	2,02	Sedang	0,63	Tinggi	0,15	Rendah
	3	2,56	Sedang	0,81	Tinggi	0,10	Rendah
	4	1,04	Sedang	0,33	Rendah	0,12	Rendah
13 Februari 2021	1	2,64	Sedang	0,83	Tinggi	0,11	Rendah
	2	2,27	Sedang	0,71	Tinggi	0,13	Rendah
	3	2,42	Sedang	0,76	Tinggi	0,12	Rendah
	4	1,74	Sedang	0,55	Sedang	0,07	Rendah
20 Maret 2021	1	3,33	Tinggi	1,05	Tinggi	0,10	Rendah
	2	3,04	Tinggi	0,96	Tinggi	0,10	Rendah
	3	2,42	Sedang	0,76	Tinggi	0,10	Rendah
	4	2,12	Sedang	0,67	Tinggi	0,07	Rendah

Oksigen terlarut dipengaruhi oleh laju fotosintesis pada suatu perairan. Sumber utama oksigen terlarut pada perairan laut dihasilkan oleh fitoplankton (Nuzapril *et al.*, 2019). Hasil penelitian oksigen terlarut selama penelitian berkisar 4,24 – 7,3 mg/L. Oksigen terlarut yang terdapat di Perairan Paciran, Lamongan masih sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Hal ini sesuai dengan baku mutu KepMen Negara LH nomor 51 (2004) menetapkan nilai baku mutu oksigen terlarut untuk mendukung kehidupan biota laut sebesar lebih dari 5 mg/L. Korelasi antar kelimpahan fitoplankton dengan oksigen terlarut membentuk $<90^{\circ}$ tergolong positif sebesar 0,87 menunjukkan tingkat korelasi kuat. Hal ini menjelaskan bahwa kandungan oksigen terlarut berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan. Semakin tinggi kadar oksigen terlarut, maka kelimpahan fitoplankton akan meningkat di perairan (Kurniawan *et al.*, 2017).

Suhu merupakan factor pembatas distribusi fitoplankton dimana organisme mempertahankan *survival rate*, fekunditas, perkembangan dan kompetisi (Gurning *et al.*, 2020). Hasil penelitian suhu diperoleh bahwa suhu pada Perairan Paciran, Lamongan berkisar 28,5 – 32,5^oC. Suhu yang terdapat di Perairan Paciran, Lamongan optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Hal ini diperkuat oleh Soliha *et al.* (2016), bahwa suhu optimum pada pertumbuhan fitoplankton berkisar 25 – 30^oC. Korelasi positif antar kelimpahan fitoplankton dengan suhu sebesar 0,641 menunjukkan tingkat korelasi sedang. Hal ini menjelaskan bahwa kandungan suhu berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan. Peningkatan konsentrasi suhu akan diikuti dengan meningkatnya kelimpahan fitoplankton.

Hasil penelitian pH selama penelitian di Perairan Paciran, Lamongan berkisar 6,5 – 8,3. Kisaran pH yang diperoleh masih sesuai untuk kehidupan fitoplankton dengan diperkuat oleh Gurning *et al.* (2020) menyatakan bahwa derajat keasaman (pH) yang optimum untuk fitoplankton berkisar antara 6,5 – 8,0. Korelasi antar kelimpahan fitoplankton dengan pH ini membentuk $>90^{\circ}$ tergolong negatif sebesar -0,795 menunjukkan tingkat korelasi kuat. Peningkatan konsentrasi pH bersifat basa maka akan menurunkan kelimpahan fitoplankton, sehingga menyebabkan terganggunya sistem metabolisme dan respirasi pada organisme perairan. Kandungan pH yang sangat rendah atau bersifat asam akan mengakibatkan perairan bersifat toksik berbagai jenis senyawa logam berat (Raunsay dan Koirewoa, 2016).

Salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam perairan. Tinggi rendahnya salinitas pada perairan akan mempengaruhi komposisi fitoplankton di perairan. Hasil penelitian salinitas pada keempat stasiun pengamatan berkisar 28 – 34,2 ppm. Salinitas yang terdapat di Perairan Paciran, Lamongan masih sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Hal ini sesuai dengan KepMen Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup nomor 2 (1988) menetapkan nilai salinitas tentang baku mutu air limbah sebesar 28–35 ppm. Korelasi

positif antar kelimpahan fitoplankton dengan salinitas sebesar 0,716 menunjukkan tingkat korelasi kuat. Hal ini menjelaskan bahwa salinitas berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan.

kecerahan sangat berpengaruh langsung terhadap perkembangan dan pertumbuhan fitoplankton karena semakin dalam cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan maka semakin banyak cahaya yang dapat diperoleh fitoplankton untuk melakukan fotosintesis. Hasil penelitian kecerahan selama penelitian berkisar 0,45 – 2,09 m. Nilai kecerahan pada Perairan Paciran, Lamongan sesuai bagi kehidupan fitoplankton. Hal ini diperkuat oleh Suardiani *et al.* (2018), menyatakan bahwa kecerahan perairan yang optimal bagi organisme perairan berkisar > 45 cm. Korelasi antar kelimpahan fitoplankton dengan kecerahan tergolong positif sebesar 0,695 menunjukkan tingkat korelasi sedang. Hal ini menjelaskan bahwa kecerahan berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan. Peningkatan konsentrasi kecerahan akan diikuti dengan meningkatnya kelimpahan fitoplankton.

Hasil penelitian arus selama penelitian berkisar 0,01 - 0,199. Hasil pengamatan keseluruhan arus di Perairan Paciran, Lamongan di bawah baku mutu KepMen Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup nomor 2 (1998) menetapkan nilai baku mutu arus sebesar lebih dari 0,25 – 0,5. Hal ini dikarenakan arus yang terdapat di Perairan Paciran, Lamongan tergolong rendah. Hal ini sesuai dengan Azzam *et al.* (2018), menyatakan bahwa arus perairan yang memiliki kecepatan kurang dari 0,5 m/s tergolong dalam arus rendah hingga sedang. Korelasi antar kelimpahan fitoplankton dengan arus tergolong negatif sebesar -0,193 menunjukkan tingkat korelasi sangat lemah. Hubungan terbalik ini dikarenakan peningkatan kecepatan arus menjadi peluang besar untuk fitoplankton berdistribusi ke tempat lain. Kecepatan arus yang relatif rendah pada perairan yang tenang menunjukkan kelimpahan fitoplankton relatif tinggi.

Kandungan nitrat di lautan berasal dari daratan melalui aliran sungai yang berguna untuk proses fotosintesis sebagai faktor pendukung keseimbangan produktivitas perairan. Hasil analisis konsentrasi kandungan nitrat di Perairan Paciran, Lamongan berkisar 0,106 – 6,159 sesuai dengan KepMen Negara LH nomor 51 (2004) menetapkan nilai baku mutu nitrat sebesar lebih dari 0,008 mg/L. Korelasi antar kelimpahan fitoplankton dengan nitrat tergolong positif sebesar 0,720 menunjukkan tingkat korelasi kuat. Hal ini menjelaskan bahwa kandungan nitrat berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan.

Hasil penelitian fosfat selama penelitian berkisar 0,140 – 2,062 mg/L. Kadar fosfat yang terdapat di Perairan Paciran, Lamongan optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton dan sesuai dengan KepMen Negara LH nomor 51 (2004) menetapkan nilai baku mutu fosfat sebesar lebih dari 0,015 mg/L. Korelasi antar kelimpahan fitoplankton dengan kandungan fosfat tergolong positif sebesar 0,846 menunjukkan tingkat korelasi kuat. Hal ini menjelaskan bahwa kandungan fosfat berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan. Peningkatan konsentrasi fosfat akan diikuti dengan meningkatnya kelimpahan fitoplankton. Hal tersebut diperkuat oleh Fitriani *et al.* (2017), kandungan fosfat merupakan kandungan makronutrien yang mempengaruhi pertumbuhan *Skeletonema* sp. merupakan jenis fitoplankton dominan di Perairan Paciran, Lamongan. Selain itu, sumber utama fosfat yang tinggi di Perairan Paciran, Lamongan dapat berasal dari penumpukan bahan organik dari pertambangan, limbah industri dan bahkan limbah rumah tangga yang bermuara ke laut.

KESIMPULAN

Komposisi jenis fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan ditemukan 4 kelas dari 24 genus fitoplankton yakni Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae dan Cyanophyceae. Genus *Skeletonema* paling banyak ditemukan di seluruh stasiun. Kelimpahan fitoplankton rata-rata berkisar 41,44–116,56 sel/L. Indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman tergolong kategori sedang. Indeks dominasi tergolong rendah. Berdasarkan analisis PCA diketahui bahwa kualitas air berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Paciran, Lamongan. Hubungan positif diperoleh antara oksigen terlarut, fosfat, nitrat, salinitas, dan suhu terhadap kelimpahan fitoplankton. Sedangkan pH dan arus memiliki hubungan negative terhadap kelimpahan fitoplankton.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada Elemensia Scholarship 2021 yang telah membantu pendanaan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiddiqi, H.G., Piranti, A.S. & Riyanto, E.A. 2019. The Relationship Between Water Quality and Phytoplankton Abundance at The Eastern Part of Segara Anakan Cilacap, Central Java. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1(2):1-7. DOI: 10.20884/1.bioe.2019.1.2.1761.
- Azzam, F.A.T., Widyorini, N., & Sulardiono, B. 2018. Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton Di Sungai Lanangan, Klaten. *Management of Aquatic Resources Journal*, 7(3) : 253 - 262. DOI:10.14710/marj.v7i3.22549.
- Damayanti, N. P. E., Karang, I.W.G.A. & Faiqoh, E. 2018. Tingkat Pencemaran Berdasarkan Saprobitas Plankton. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1):96–108. DOI: 10.24843/jmas.2018.v4.i01.96-108.
- Dewanti, L.P.P., Putra, I.D.N.N. & Faiqoh, E. 2018. Hubungan Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton dengan Kelimpahan dan Keanekaragaman Zooplankton di Perairan Pulau Serangan, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(2): 324-335. DOI: 10.24843/jmas.2018.v4.i02.324-335.
- Dimenta, R.H., Agustina, R. & Machrizal, R. 2020. Kualitas Sungai Bilah Berdasarkan Biodiversitas Fitoplankton. *Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 11(2):24–33. DOI: 10.20956/JAL.V11i2.10183.
- Fachrul, M.F. 2008. Metode Sampling Bioekologi. PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Fitriani, F., Fendi, F. & Rochmady, R. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik (NPK+Silikat) dengan Dosis Berbeda terhadap Kepadatan *Skeletonema costatum* pada Pembenihan Udang Windu. *Akuatisle: Jurnal Akuakultur* 1(1):11-18. DOI: 10.29239/j.akuatikisle.1.1.11-18.
- 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. DOI : 10.14710/jmr.v9i3.27483
- Kurniawan, M.H., Sriati, Agung, M.U.K. & Mulyani, Y. 2017. Pemanfaatan *Skeletonema sp.* dalam Mereduksi Limbah Minyak Solar Di Perairan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2):68-75.
- Mahaputra, G.P. & Santoso, E.B. 2018. Arahan Pengembangan Kawasan Industri Maritim di Wilayah Brondong-Paciran, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2):107-112. DOI: 10.12962/j23373539.v7i2.32854.
- Muhammad, J. & Yusminah, H. 2012. Identifikasi Genus Fitoplankton Pada Salah Satu Tambak Udang Di Desa Bontomate ' Ne Kecamatan Segeri Kabupaten Pangkep. *Bionature*, 13(2):108–115. DOI: 10.35580/bionature.v13i2.1435.
- Nurchahyani, E.A., Hutabarat, S. & Sulardiono, B. 2016. Distribusi dan Kelimpahan Fitoplankton yang Berpotensi menyebabkan HABs (*Harmful Algal Blooms*) Di Muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4):275-284. DOI: 10.14710/marj.v5i4.14421.
- Permatasari, R.D., Djuwito & Irwani. 2016. Pengaruh Kandungan Nitrat dan Fosfat terhadap Kelimpahan Diatom Di Muara Sungai Wulan, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4):224-232. DOI: 10.14710/marj.v5i4.14411.
- Raunsay, E.K. & Koirewoa, D.C. 2016. Plankton sebagai Parameter Kualitas Perairan Teluk Yos Sudarso dan Sungai Anafre Kota Jayapura Papua. *Jurnal Biologi*, 8(2):1-12.
- Rizqina, C., Sulardiono, B. & Djunaedi, A. 2017. Hubungan antara Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(1):43 - 50. DOI: 10.14710/marj.v6i1.19809.
- Rosdianto, H. & Murdani, E. 2017. the Implementation of Poe (Predict Observe Explain) Model To Improve Student'S Concept Understanding on Newton'S Law. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1): 55. DOI: 10.22611/jpf.v6i1.6899.
- Sachlan, M. 1982. Planktonologi. *Correspondence Course Centre*. Direktorat Jenderal Perikanan,

Departemen Pertanian. Jakarta.

- Soliha, E., Rahayu, S.Y.S. & Triastinurmiatiningsih. 2016. Kualitas Air dan Keanekaragaman Plankton Di Danau Cikaret, Cibinong, Bogor. *Ekologia*, 16(2):1-10. DOI: 10.33751/ekol.v16i2.744.
- Suardiani, N.K., Arthana, I.W. & Kartika, G.R.A. 2018. Produktivitas Primer Fitoplankton pada Daerah Penangkapan Ikan Di Taman Wisata Alam Danau Buyan, Buleleng, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1):8-15.
- Suryabrata, S. 1992. Metode Penelitian. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Xiong, W., Mei, X., Meng, X., Chen, H. & Yang, H. 2020. Phytoplankton biomarkers in surface sediments from Liaodong Bay and their potential as indicators of primary productivity. *Marine Pollution Bulletin*, 159:111536. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111536.
- Yulianto, D., Muskananfolo, M.R. & Purnomo, P.W. 2014. Tingkat Produktivitas Primer dan Kelimpahan Fitoplankton Berdasarkan Waktu yang Berbeda Di Perairan Pulau Panjang, Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(4):195-200. DOI: 10.14710/marj.v3i4.7099.