

Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Porong, Sidoarjo

Devi Setyowardani¹, Nor Sa'adah², Nirmalasari Idha Wijaya³

^{1,2,3}Program Studi Oseanografi. Universitas Hang Tuah Surabaya

Korespondensi: Enyrohana99@gmail.com

Abstrak

Pembuangan lumpur lapindo yang membawa nutrisi dan bahan organik terlarut lainnya dapat menyebabkan pengayaan dan kematian massal organisme karena berkurangnya jumlah cahaya yang masuk ke dalam perairan. Keberadaan fitoplankton dapat memberikan informasi mengenai keadaan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesuburan perairan Sungai Porong melalui kelimpahan fitoplankton. Penelitian ini dilakukan pada Oktober hingga Januari 2021. Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun. Metode pengambilan sampel plankton dilakukan secara horizontal dan diidentifikasi menggunakan *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRCC). Analisa data meliputi densitas fitoplankton, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi jenis fitoplankton yang ditemukan selama pengamatan didominasi oleh kelas diatom (13 genus) dan dinoflagellata (2 genus). Status kesuburan perairan di Sungai Porong Sidoarjo tergolong dalam kategori eutrofik yaitu perairan dengan tingkat kesuburan tinggi.

Kata Kunci: Fitoplankton, Kesuburan Perairan, Sungai Porong.

Abstract

The disposal of Lapindo mud which carries nutrients and other dissolved organic matter can cause mass enrichment and death of organisms due to the reduced amount of light entering the waters. The existence of phytoplankton can provide information about the state of the waters. This study aims to determine the fertility of the waters of the Porong River through the abundance of phytoplankton. This research was conducted from October to January 2021. Sampling was carried out at three stations. The plankton sampling method was carried out horizontally and identified using the Sedgwick Rafter Counting Cell (SRCC). Nitrate and phosphate water samples used for analysis were measured by Uv-Vis Spectrophotometry. Data analysis includes phytoplankton density, diversity index, uniformity index, and dominance index. The results showed that the composition of the phytoplankton species found during the observation was dominated by diatom classes (13 genera) and dinoflagellates (2 genera). The abundance value of phytoplankton is 122.293 – 867.776 cells/m³. The water fertility status in the Porong River Sidoarjo is in the eutrophic category, namely waters with high fertility levels.

Key words: Phytoplankton, Water Fertility, Porong River.

DOI: <https://doi.org/10.30649/jrkt.v3i1.54>

PENDAHULUAN

Perairan muara adalah wilayah yang dikenal subur dengan tingkat produktivitas yang tinggi (Wulandari, 2009 dalam Wisna, 2016). Kesalahan pengelolaan pada perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo menjadikan perairan ini sebagai tempat pembuangan limbah yang dapat mengakibatkan hilangnya potensi yang ada. Salah satu kasus yang

terjadi pada pengelolaan wilayah pesisir yang kurang memperhatikan kelestarian lingkungan adalah pembuangan lumpur yang dilakukan oleh PT. Lapindo Brantas.

Beban masukan berupa lumpur membawa partikel tersuspensi, nutrien, bahan organik terlarut yang akan mendukung terjadinya eutrofikasi atau bahkan kematian massal organisme, dapat menyebabkan penetrasi cahaya pada kolom air berkurang, dan penurunan produktifitas primer. Hal ini akan berdampak pada keberadaan organisme terutama plankton yang langsung merespon dari keberadaan nutrien dan kualitas air tersebut dan dapat mempengaruhi aktivitas fitoplankton dalam melakukan fotosintesis (Abida, 2010 dalam Wissha, 2016).

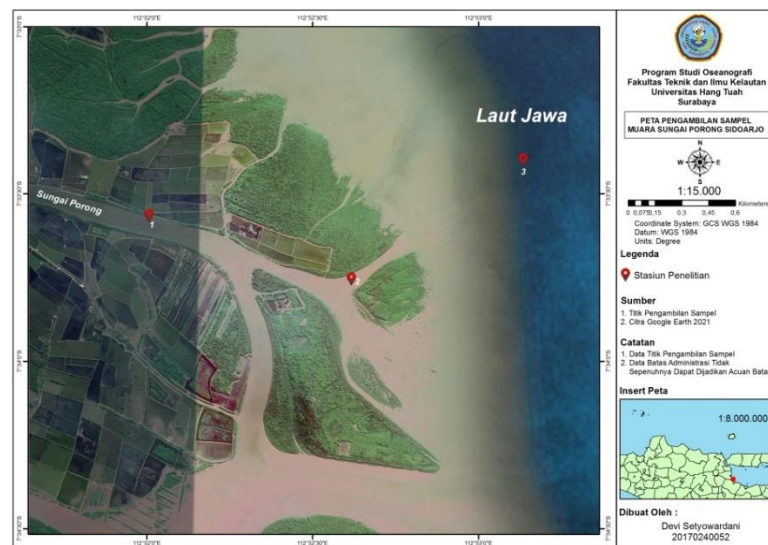
Fitoplankton merupakan organisme uniseluler yang hidupnya mengapung di dalam air dan memiliki peran penting sebagai produsen primer pada rantai makanan di perairan, karena memiliki klorofil sehingga dapat berfotosintesis (Pambudi *et al.*, 2016). Konsentrasi unsur hara berpengaruh terhadap kelimpahan biota termasuk fitoplankton (Jannah dan Muchlisis, 2012 dalam Hutami *et al.*, 2017). Fitoplankton merupakan organisme yang dapat dijadikan sebagai indikator biologi dalam menentukan kualitas perairan (Maresi *et al.*, 2015).

Kelimpahan fitoplankton mempunyai hubungan yang positif dengan kesuburan perairan. Apabila kelimpahan fitoplankton tinggi, perairan tersebut cenderung mempunyai produktivitas yang tinggi pula (Raymont, 1963). Kondisi perairan dan kelimpahan fitoplankton sangat penting untuk diketahui sebagai dasar dalam menentukan pengelolaan perairan karena pada kawasan Muara Sungai Porong terdapat lahan pertambakan yang memanfaatkan air sungai sebagai media budidaya.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kesuburan perairan Sungai Porong berdasarkan kelimpahan fitoplankton.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2020 – Januari 2021 di perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo. Pengambilan sampel air dan plankton dilakukan pada tiga (3) stasiun. Stasiun 1 terletak di Sungai Porong dekat dengan area pertambakan, penambangan pasir, dan pemukiman penduduk. Stasiun 2 terletak dekat dengan mangrove dan area penangkapan ikan. Sedangkan stasiun 3 terletak pada laut dekat dengan keramba kepiting dan jalur transportasi air. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah plankton (fitoplankton dan sifat kimia air). Variabel yang teramati terdiri dari variabel utama (fitoplankton) dan variabel penunjang fisika (suhu, kecerahan, kedalaman, kecepatan arus) dan variabel kimia (DO, Ph, salinitas, TSS). Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah planktonnet untuk menyaring sampel plankton, oven dan timbangan untuk pengukuran TSS, DO meter untuk mengukur DO, *Secchi disk* untuk mengukur kecerahan perairan, batu duga mengukur kedalaman, pH meter mengukur pH, *Hand refraktometer* untuk mengukur salinitas dan suhu, botol sampel untuk mengambil sampel air, dan bola pelampung untuk mengukur kecepatan arus.

Pengambilan sampel dilakukan secara langsung di perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo. Sampel plankton secara horizontal dengan menyaring air menggunakan planktonnet berukuran 25 μ m dengan diameter 15 cm, jaring ditarik menggunakan kapal pada permukaan perairan selama 5 menit dengan kecepatan konstan 2 knot (Khouw, 2016). Jarak stasiun dengan stasiun lainnya adalah 5 – 10 km. Botol yang akan digunakan untuk pengambilan sampel diberi label berdasarkan titik sampling dan nomor urutan pengambilan sampel.

Hasil penyaringan sampel plankton dipindahkan ke dalam botol gelap berukuran 110 ml dan dilakukan pengawetan menggunakan larutan formalin 4 %. Sampel fitoplankton diidentifikasi dengan mikroskop di Laboratorium Oseanografi, Universitas Trunojoyo Madura berpedoman pada buku identifikasi dari Davis (1995), Yamaji (1979), dan Tomas (1997) (Yuliana *et al.*, 2017). Dan kelimpahan plankton menggunakan *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRCC).

Sampel air di permukaan perairan diambil menggunakan botol 1 L berwarna gelap. Botol sampel disimpan ke dalam *coolbox* dan sampel air dibawa ke laboratorium untuk di (Puspita, 2017). Perhitungan densitas fitoplankton yang telah teridentifikasi dengan *Sedgwick Rafter Counter Cell* (SRCC) kemudian dihitung menggunakan rumus yang mengacu pada (Rahman *et al.*, 2018) sebagai berikut :

$$DA = \frac{1}{V_1} \times \frac{V_2}{V_3} \left(\text{Jumlah sel genus A} \times \frac{1000}{\text{Jumlah grid yang diamati}} \right)$$

- Tanpa flow meter

$$V_1 = \pi r^2 t$$

Keterangan :

DA = Densitas absolut sel fitoplankton genus A (Sel/m³)

V₁ = Volume air tersaring (m³)

V₃ = Volume fraksi sampel (mL)

V₂ = Volume sampel fitoplankton (mL)

π = 3.14 atau 22/7

r = Jari-jari mulut jaring (m)

t = Kedalaman penarikan jaring secara vertikal (m)

Indeks keanekaragaman Shannon – Wiener sebagai berikut (Odum, 1998 dalam Sidaningrat *et al.*, 2018) :

$$H' = - \sum P_i \ln P_i, \text{ dimana } P_i = \frac{N_i}{N}$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman

N_i = Jumlah sel spesies ke-i

N = Jumlah sel total

Menurut Krebs (1978) dalam Dewanti, *et al* (2018), nilai keanekaragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

H' < 1 = Keanekaragaman kecil

H' > 3 = Keanekaragaman tinggi

1 ≤ H' ≤ 3 = Keanekaragaman sedang

Dominansi jenis dapat ditentukan dengan menggunakan indeks dominansi (Barus 2002 dalam Sari *et al.*, 2014), sebagai berikut :

$$D = \left(\frac{N_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi

N_i = Jumlah sel spesies ke-i

N = Jumlah total sel

Kisaran indeks dominansi menurut Ludwig dan Reynolds (1988) dalam Lusiana *et al.*, (2013) sebagai berikut :

$0.0 < D \leq 0.5$ = Dominansi rendah

$0.75 < D \leq 1$ = Dominansi tinggi

$0.5 < D \leq 0.75$ = Dominansi sedang

Indeks keseragaman Eveness sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

H' max = $\ln S$ (S = jumlah spesies yang ditemukan)

Kisaran untuk indeks keseragaman menurut Odum (1993) dalam Lusia *et al.*, (2013) sebagai berikut :

$J > 0.6$ = Keseragaman jenis tinggi

$0.4 < J < 0.6$ = Keseragaman jenis sedang

$J < 0.4$ = Keseragaman jenis rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

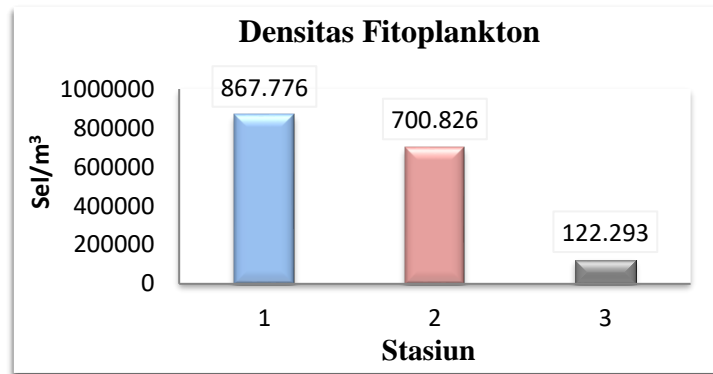
1. Identifikasi Fitoplankton

Berdasarkan hasil penelitian di perairan Muara Sungai Porong, dari 3 (tiga) stasiun pengamatan ditemukan 15 genus fitoplankton yang terbagi menjadi 2 (dua) kelas yaitu kelas Bacillariophyceae (13 genus) dan kelas Dinophyceae (2 genus). Komposisi jenis fitoplankton yang ditemukan selama pengamatan didominasi oleh kelompok diatom dari genus *Bacillaria* dan *Skeletonema*. Sedangkan dominansi paling tinggi dari kelas Dinoflagellata yaitu genus *Ceratium*.

Komposisi jenis fitoplankton yang ditemukan selama pengamatan didominasi oleh kelompok diatom seperti *Skeletonema*. Hal ini diduga karena fitoplankton yang termasuk dalam kelas ini mempunyai adaptasi yang tinggi dan ketahanan hidup pada berbagai kondisi perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Barus (2004) dalam Dewanti *et al.*, (2018), bahwa banyaknya kelas diatom di perairan disebabkan oleh kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopolit, tahan terhadap kondisi ekstrim serta mempunyai daya reproduksi yang tinggi (Barus, 2004 dalam Dewanti *et al.*, 2018).

2. Kelimpahan Fitoplankton

Hasil pengamatan di Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo ditemukan kelimpahan fitoplankton dengan kisaran nilai 122.293 – 867.776 sel/m³. Nilai kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun 1 sebesar 867.776 sel/m³. Nilai kelimpahan fitoplankton terkecil yaitu terdapat pada stasiun 3 sebesar 122.293 sel/m³ (Gambar 2).

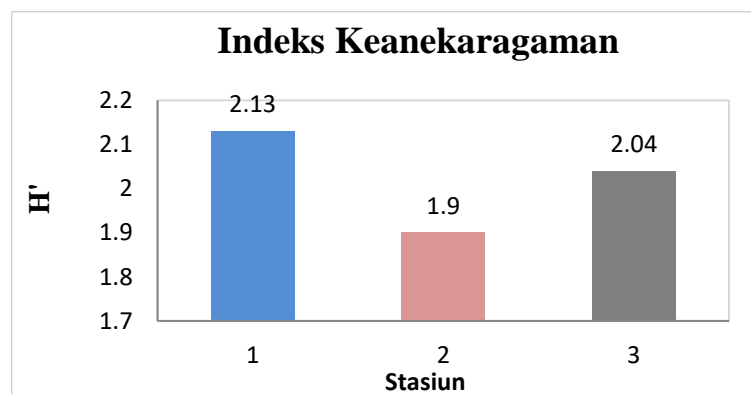


Gambar 2. Densitas Fitoplankton

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton adalah sinar matahari, suhu, salinitas, kompetisi, kecepatan pertumbuhan serta proses pemangsaan (Rositasari *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil kelimpahan fitoplankton yang didapat dari ketiga stasiun pengamatan menunjukkan perairan tersebut tergolong kategori perairan oligotrofik. Menurut Landner (1978) dalam Suryono (2009), perairan oligotrofik berkisar antara 0 – 2000 individu/Liter. Perairan mesotrofik adalah perairan dengan tingkat kesuburan sedang dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2000 – 15000 individu/Liter. Perairan eutrofik adalah perairan dengan tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara >15000 individu/Liter.

3. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman di Perairan Muara Sungai Porong berkisar antara 1.9 – 2.13 yang termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang dengan nilai $1 \leq H' \leq 3$ yang berarti kestabilan komunitasnya juga sedang. Nilai keanekaragaman yang paling tinggi terdapat pada stasiun 1 di Sungai Porong sebanyak 2.13 dan yang paling rendah terdapat pada stasiun 2 yang terletak di muara sebanyak 1.9 (Gambar 3).

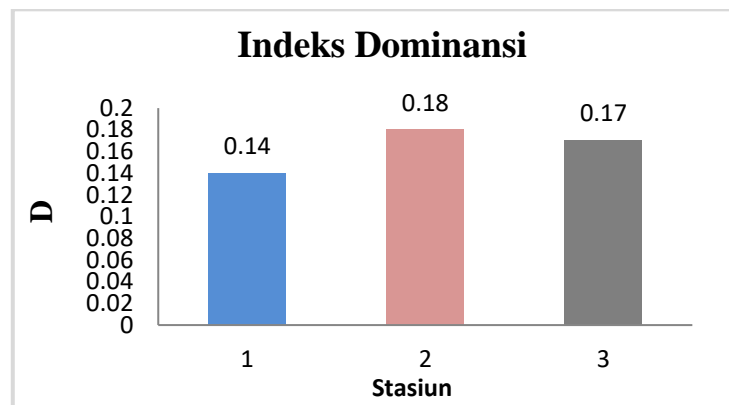


Gambar 3. Indeks Keanekaragaman

Semakin besar nilai indeks keanekaragaman, menunjukkan semakin beragamnya kehidupan di perairan tersebut (Krebs 1998, dalam Dewanti *et al.*, 2018).

4. Indeks Dominansi

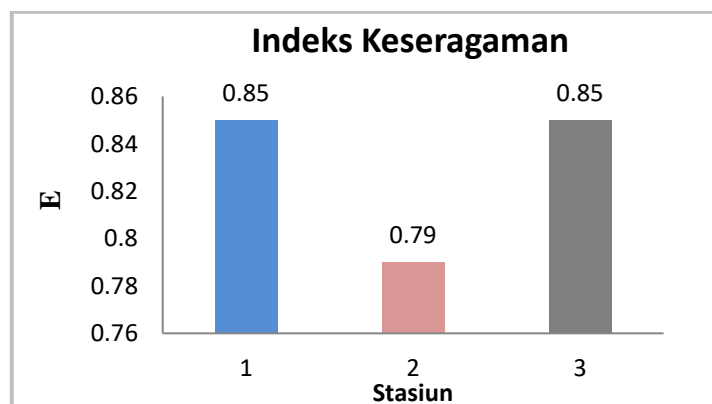
Nilai indeks dominansi fitoplankton dari seluruh stasiun berkisar antara 0.14 – 0.18. Nilai indeks dominansi tersebut termasuk ke dalam kategori dominansi sedang dengan kriteria $0.5 < D \leq 0.75$ (Ludwig dan Reynolds, 1988 dalam Lusia *et al.*, 2013). Pada stasiun 2 pada muara memiliki dominansi paling tinggi. Tingginya indeks dominansi pada stasiun 2 terjadi karena salinitas perairannya sebesar 30 ppm. Dominasi yang cukup besar ini akan mengarah pada komunitas yang labil maupun tertekan. Grafik indeks dominansi fitoplankton di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Indeks Dominansi

5. Indeks Keceragaman

Nilai indeks keceragaman di Perairan Muara Sungai Porong berkisar antara 0.79 – 0.85 dan termasuk dalam kategori keceragaman jenis tinggi (Odum, 1993 dalam Lusia *et al.*, 2013).



Gambar 5. Indeks Keceragaman

Semakin besar nilai indeks keceragaman, maka populasi menunjukkan keceragaman yang berarti jumlah individu tiap spesies dapat dikatakan sama atau merata (Pasengo, 1995).

6. Pengukuran Kualitas Air Lokasi Penelitian

Tabel 1. Kondisi Fisik dan Kimia Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo

St	Kecerahan (m)	Kedalaman (m)	Suhu (°C)	Kecepatan Arus (m/s)	pH (-)	Salinitas (ppm)	DO (mg/L)	TSS (mg/L)
1.	0.20	0.8	32	0.05	7.4	30	7.7	0.58
2.	0.34	1.7	30	0.023	7.2	30	7.6	0.49
3.	0.55	2.2	34.8	0.01	7.1	31	7.9	0.12

Pada pengukuran kecerahan perairan diperoleh hasil dengan kisaran nilai 0.20 - 0.55 m. Menurut Asmawi (1985) dalam Sofarini (2012), menyatakan bahwa nilai kecerahan yang baik bagi kelangsungan hidup organisme perairan adalah >45 cm. Pada pengukuran kedalaman diperoleh hasil 0.8 m – 2.2 m. Hasil pengukuran kedalaman perairan yang diperoleh pada setiap stasiun berbeda-beda disebabkan oleh perbedaan kondisi pasang surut dan perbedaan pada waktu pengukuran. Pada pengukuran suhu diperoleh kisaran nilai 30 – 34.8°C.

Suhu yang ideal bagi keberlangsungan hidup fitoplankton yaitu berkisar antara 25°C - 30°C (Kadir *et al.*, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa kisaran suhu di setiap stasiun penelitian, ideal bagi keberlangsungan hidup fitoplankton. Kisaran salinitas selama pengamatan diperoleh hasil 30 – 31 ppm. Fitoplankton dapat berkembang dengan baik dengan salinitas 15 – 32 ppt (Milero dan Sohn, 1992 dalam Efrizal., 2009).

Menurut Indriany (2005), salinitas merupakan faktor yang sangat penting bagi pertumbuhan plankton. pH selama pengamatan berkisar antara 7.1 – 7.4. Nilai pH yang tinggi terdapat pada stasiun 1 sebesar 7.4 dan nilai pH yang rendah terdapat pada stasiun 3 sebesar 7.1. pH yang optimal bagi kehidupan fitoplankton berkisar antara 6.5 – 8.0 (Syamsuddin, 2014).

Pada pengukuran DO diperoleh hasil 7.6 – 7.9 mg/L. Nilai DO tertinggi terdapat pada stasiun 3 sebesar 7.9 mg/L. Sedangkan nilai DO terendah terdapat pada stasiun 2. Kandungan oksigen terlarut yang diperoleh masih sesuai untuk kehidupan biota laut sesuai dengan KepMen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut yaitu >5 mg/L.

Pada pengukuran TSS diperoleh hasil 0.12 – 0.58 mg/L. Nilai TSS tertinggi terdapat pada stasiun 1 sebesar 0.58 mg/L dan nilai TSS sebesar 1.2 mg/L yang terendah terdapat pada stasiun 3. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan kedalaman. Nilai TSS pada stasiun 1 lebih tinggi karena kedalaman pada stasiun 1 dangkal daripada stasiun 3. Nilai TSS yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai dibawah

baku mutu TSS untuk biota laut di mangrove sebesar 80 mg/L (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, KLH, 2004).

Pada pengukuran kecepatan arus, diperoleh hasil 0.01 – 0.05 m/s. Menurut Apriyany (2014) menyatakan bahwa hasil pengukuran arus di sekitar Muara Sungai Porong berkisar antara 0.001 – 0.05 m/s dan kisaran arus tersebut termasuk kategori arus lemah sehingga tingkat distribusi zat-zat terlarut dalam air menjadi rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo dapat disimpulkan bahwa nilai kelimpahan fitoplankton yang diperoleh dari ketiga stasiun pengamatan berkisar antara 122.293 – 867.776 sel/m³ menunjukkan bahwa Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo tergolong dalam kategori perairan oligotrofik. Stasiun 1 merupakan stasiun dengan kondisi yang paling baik diantara stasiun 2 dan 3.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan penelitian lanjutan mengenai analisis kesuburan perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton pada musim yang berbeda di Perairan Muara Sungai Porong agar pemerintah, pihak yang berwenang, dan masyarakat dapat memutuskan kebijakan dalam pengelolaan ekosistem di sekitar Perairan Muara Sungai Porong dengan tepat.

REFERENSI

- Abida, I.W. 2010. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. *Jurnal Kelautan*. 3(1) : 36 – 40.
- Dewanti, L.P.H., I.D.N.N. Putra, dan E. Faiqoh. 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.
- Efrizal, T. 2009. Hubungan Parameter Kualitas Air dengan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Pulau Penyengat Kota Tanjung Pinang Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Komunikasi Penelitian*. 19 : 109 – 116.
- Hutami, G.H., M. R. Muskananfolo, dan B. Sulardiono. 2017. Analisis Kualitas Perairan Pada Ekosistem Mangrove Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton dan Nitrat Fosfat di Desa Bedono Demak. *Journal of Maquares*. 6(3) : 239 – 246.
- Indriany, M. (2005). Struktur Komunitas Diatom dan Dinoflagellata pada Beberapa Daerah Budidaya di Teluk Hurun, Lampung. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Negeri Jakarta.

- Jannah, R dan Z.A. Muchlisin. 2012. Komunitas Fitoplankton di Daerah Estuari Krueng Aceh, Kota Banda Aceh. *Depik*. 1(3) : 189 – 195.
- Kadir, M.A., A. Damar, dan M. Krisanti. 2015. Dinamika Spasial dan Temporal Struktur Komunitas Zooplankton di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 20(3) : 247 – 256.
- Krebs, C. J. 1978. A Review of the Chitty Hypothesis of Population Regulation. *Canadian Journal of Zoology*. 56(12) : 2463 – 2480.
- Lusia, A.E., Widianingsih, dan I. Riniatsih. 2013. Struktur Komunitas Fitoplankton di Padang Lamun Alami dan Buatan di Perairan Teluk Awur Jepara. *Journal of Marine Research*. 2(4) : 1 -7.
- Maresi, S.R.P., P. Priyanti, dan E. Yunita. 2015. Fitoplankton sebagai Bioindikator Saprobitas Perairan Di Situ Bulakan Kota Tangerang. *Jurnal Biologi*. 8(2) : 113-122.
- Pambudi, A., T.W. Priambodo, N. Noriko, dan Basma. 2016. Keanekaragaman Fitoplankton Sungai Ciliwung Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia*. 3(4) : 204 – 212.
- Pasengo, Y.L. 1995. Studi Dampak Limbah Pabrik Plywood Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Danggang Desa Barowa Kecamatan Bua Kabupaten Luwu. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Puspita, L., 2017. Struktur Komunitas Plankton di Perairan Pesisir Bukit Piatu – Kijang, Kabupaten Bintan. *Simbiosis*. 6(2) : 85 – 94.
- Raymont, J.E.G. (1963). *Plankton And Productivity in the Ocean*. New York: Pergamon Press.
- Sari, A.N., S. Hutabarat, dan P. Soedarsono. 2014. Struktur Komunitas Plankton Pada Padang Lamun di Pantai Pulau Pajang, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(2) : 82 – 91.
- Sofarini, Dini. 2012. Keberadaan dan Kelimpahan Fitoplankton Sebagai Salah Satu Indikator Kesuburan Lingkungan Perairan di Waduk Riam Kanan. *EnviroScienteeae*. 8(1) : 30 – 34.
- Syamsuddin, R. 2014. Pengelolaan Kualitas Air : Teori dan Aplikasi di Sektor Perikanan. Makassar: Pijar Press.
- . Wisha, U.J., M. Yusuf, dan L. Maslukah. 2016. Kelimpahan Fitoplankton dan Konsentrasi TSS Sebagai Indikator Penentu Kondisi Perairan Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*. 9(2) : 122 – 129.
- Yuliana dan F. Ahmad. 2017. Kondisi Perairan Teluk Buli Halmahera Timur Berdasarkan Komposisi Jenis, Kelimpahan, dan Indeks-Indeks Biologi Fitoplankton. *Jurnal Harpodon Borneo*. 10(2) : 60 – 67.