

STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DI SUNGAI MEMPAWAH, KALIMANTAN BARAT, INDONESIA

*(The Community Structure of Phytoplankton at Mempawah River,
West Kalimantan, Indonesia)*

Yunita Magrima Anzani*, Widadi Padmarsari Soetignya, dan Mardan Adijaya

*Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Tanjungpura*

yunita.magrima@faperta.untan.ac.id, fx.widadi.padmarsari.s@faperta.untan.ac.id, mardan.adijaya@faperta.untan.ac.id
*Corresponding author**

ABSTRAK: Pemanfaatan Sungai Mempawah untuk aktifitas masyarakat dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan. Pemantauan kualitas air dapat dilakukan melalui pendekatan biologi yaitu dengan mengkaji struktur komunitas plankton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa struktur komunitas fitoplankton dan kaitannya dengan parameter fisika kimia perairan di Sungai Mempawah, Kalimantan Barat. Penelitian dilakukan dari Juni sampai September 2021. Pengambilan contoh fitoplankton dan parameter fisika kimia perairan dilakukan pada enam stasiun (St-) pengamatan. Fitoplankton yang ditemukan di Sungai Mempawah adalah sebanyak 17 spesies yang tergolong ke dalam five kelas antara lain Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Zygnematophyceae, dan Chrysophyceae. Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton berkisar antara 10181-97031 sel/m³. Kelimpahan pada St-01, St-02, St-03, dan St-04 ditemukan lebih rendah dari pada kelimpahan pada St-05 dan St-06, Kelimpahan tertinggi pada keempat stasiun pertama adalah dari Ordo Cyanophyceae dan pada St-05 dan St-06 adalah dari Ordo Bacillariophyceae. Kondisi sebaliknya terjadi untuk nilai keragaman yaitu pada keempat stasiun pertama lebih tinggi dibandingkan dengan St-05 dan St-06. Kisaran nilai rata-rata indeks H' adalah 0.35-1.41, nilai rata-rata indeks E adalah 0.26-0.73, sedangkan nilai rata-rata indeks C adalah 0.37-0.80. Kelimpahan fitoplankton berkorelasi secara signifikan dengan tiga parameter kualitas air yaitu kecerahan, fosfat, dan nitrat, sedangkan keanekaragaman tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan parameter kualitas air.

Kata Kunci: Fitoplankton, kelimpahan, keanekaragaman, sungai, Mempawah

ABSTRACT: Utilization of the Mempawah River for community activities can cause a decrease in water quality. Water quality monitoring can be carried out through a biological approach, namely by studying the structure of the plankton community. This study aims to analyze the community structure of phytoplankton and its relation to the physical and chemical parameters of the waters in the Mempawah River, West Kalimantan. The research was conducted from June to September 2021. The phytoplankton and physico-chemical parameters were sampled at six observation stations (St-). Phytoplankton found in the Mempawah River are 17 species classified into five classes, i.e., Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Zygnematophyceae, and Chrysophyceae. The average abundance of phytoplankton ranges from 10181-97031 cells/m³. The abundance at St-01, St-02, St-03, and St-04 was lower than that at St-05 and St-06. The highest abundance at the first four stations was



from the Cyanophyceae Order, and at St-05 and St-06 is from the Order Bacillariophyceae. The opposite condition occurs for the value of diversity, namely at the first four stations; it is higher than St-05 and St-06. The H' index values is 0.35-1.41, the E index values is 0.26-0.73 and the C index values is 0.37-0.80. Phytoplankton abundance correlated significantly with three water quality parameters: brightness, phosphate, and nitrate, while diversity had no significant relationship with water quality parameters.

Keywords: Phytoplankton, abundance, diversity, river, Mempawah

PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Barat selain memiliki Sungai Kapuas, juga memiliki Sungai Mempawah. Wilayah Sungai Mempawah ini memiliki luas 3260 km² yang mencakup 4 (empat) sungai utama yaitu Sungai Raya, Sungai Duri, Sungai Kunit, dan Sungai Mempawah. Sungai Mempawah merupakan yang terluas (60% dari total Wilayah Sungai Mempawah) dan terpanjang (120 km) yang berada di Kabupaten Mempawah dan membelah dua Kecamatan di Kabupaten Mempawah yaitu Kecamatan Mempawah Hilir serta Kecamatan Mempawah Timur (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kalimantan Barat, 2015). Sungai Mempawah memiliki manfaat yang cukup besar bagi kehidupan masyarakat. Selain sebagai sumber air minum dan kebutuhan rumah tangga, juga dimanfaatkan untuk usaha penangkapan dan budidaya ikan sistem karamba jaring apung. Aktivitas pemanfaatan sungai oleh masyarakat dapat menurunkan kualitas perairan (Duncan, *et al.*, 2019). Salah satu cara untuk memantau kualitas perairan sungai yaitu dengan menggunakan analisis biologi. Dasar pemantauan kualitas perairan secara biologi dapat dilakukan melalui kajian struktur komunitas plankton (Lathifah *et al.*, 2017).

Plankton adalah kelompok organisme yang dipengaruhi oleh arus, yang terdiri dari fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton sebagai organisme autotrof, memanfaatkan cahaya untuk tumbuh dan berkembang dengan mengubah bahan anorganik menjadi organik melalui fotosintesis (Junaidi *et al.*, 2018). Kelimpahan fitoplankton dapat menggambarkan kesuburan suatu perairan (Purina *et al.*, 2018) dan sebagai bioindikator kualitas air (Guo *et al.*, 2019). Selain itu juga, keanekaragaman jenis fitoplankton dapat menggambarkan kondisi

ekologi perairan (Rozirwan *et al.*, 2021). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas fitoplankton dan kaitannya dengan parameter fisika kimia perairan di Sungai Mempawah, Kalimantan Barat.

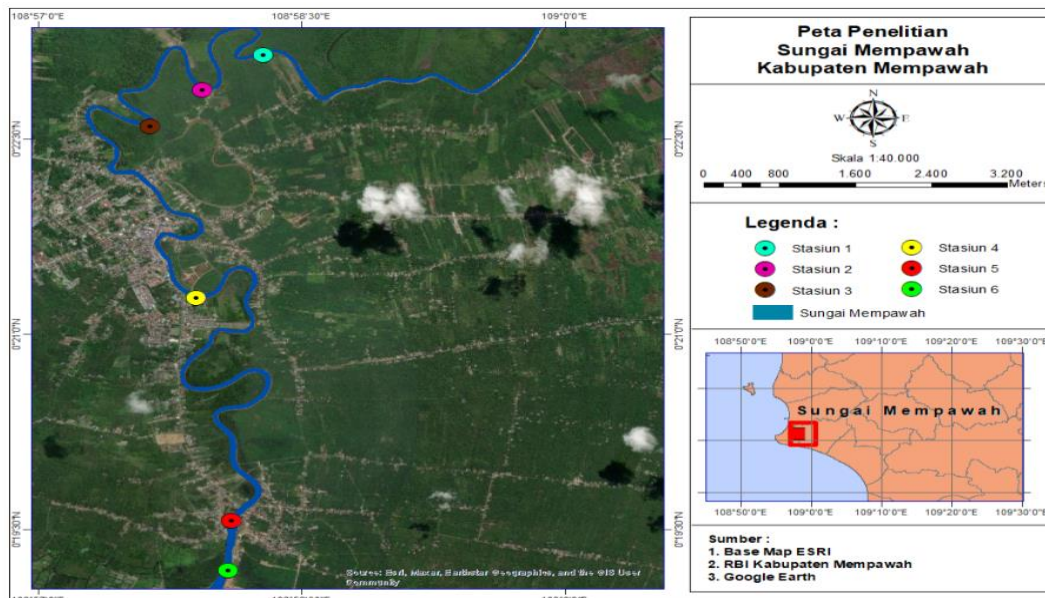
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada enam stasiun di Sungai Mempawah, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat (Gambar 1). Pengambilan contoh fitoplankton dan parameter fisika kimia perairan dilakukan dengan frekuensi satu kali setiap bulan, mulai dari bulan Juni-September 2021. Sampel air sungai sebanyak 100 liter diambil pada permukaan perairan, kemudian disaring menggunakan plankton net (mesh size: 25 µm). Sampel air yang disaring dimasukkan ke dalam botol sampel ukuran 250 ml dan ditambahkan larutan formalin dengan konsentrasi 4% untuk pengawetan. Sampel kemudian diberi label dan dianalisis di laboratorium. Identifikasi contoh fitoplankton menggunakan mikroskop serta buku identifikasi Davis (1995) dan Mizuno (1979), dengan pengamatan jumlah sel menggunakan *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRC). Perhitungan kelimpahan fitoplankton menggunakan formula (Baird *et al.*, 2017):

$$N = n \times \frac{V_t}{V_{src}} \times \frac{A_{src}}{A_a} \times \frac{1}{V_d}$$

Keterangan:

- N = Kelimpahan fitoplankton (sel/m³)
- n = Jumlah plankton yang diamati
- V_t = Volume air di botol sampel (m³)
- V_{src} = Volume air pada SRC (ml)
- A_{src} = Area pengamatan SRC (1000 mm²)
- A_a = Area yang diamati pada SRC (mm²)
- V_d = Volume air yang disaring (m³)



Gambar 1. Peta stasiun penelitian di Sungai Mempawah

Saidin (2016) menyatakan telah banyak penelitian dilakukan untuk menilai perubahan lingkungan perairan dan kualitas air. Indeks keanekaragaman, kemerataan, dominansi, dan kelimpahan spesies merupakan indeks yang telah banyak digunakan oleh para peneliti dalam studi lingkungan dan mengestimasi kekayaan spesies (Omayio&Mzungu, 2019). Formula perhitungan keanekaragaman jenis fitoplankton pada penelitian ini yang menggunakan indeks Shannon-Wiener (Zar, 2010):

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Keterangan:

- H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener
- Pi = ni/N
- ni = Jumlah individu spesies ke-i
- N = Total jumlah individu

Indeks keseragaman jenis diperoleh dengan menggunakan formula berikut:

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

Keterangan:

- E = Indeks Keseragaman

$$H_{max} = \ln S$$

$$S = \text{Jumlah genus}$$

Analisis perhitungan dominansi diperoleh dengan menggunakan indeks dominansi Simpson:

$$C = \sum_{i=1}^n (p_i)^2 = \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan:

- C = Indeks dominansi Simpson
- ni = Jumlah individu spesies ke-i
- N = Total jumlah individu

Parameter fisika dan kimia perairan yang diukur secara in situ yaitu suhu, kecerahan, kedalaman, kekeruhan, kecepatan arus, pH dan *dissolved oxygen* (DO). Parameter yang diukur secara ex situ adalah N-nitrat, P-fosfat, dan *biological oxygen demand* (BOD). Seluruh parameter diukur dengan mengacu pada metode standar APHA (Baird *et al.*, 2017). Selain itu, dilakukan analisis korelasi kanonikal untuk mengetahui hubungan parameter fisika dan kimia perairan dengan kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton. Analisis korelasi kanonik adalah metode analisis peubah ganda yang digunakan untuk melihat hubungan antara gugus peubah dengan prinsip kombinasi linier

dari peubah-peubah tersebut (Suryana *et al.*, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fitoplankton yang ditemukan di Sungai Mempawah berasal dari 5 kelas dan 17 spesies (Tabel 1). Kelompok-kelompok kelas yang ditemukan yaitu Chlorophyceae (1 spesies), Bacillariophyceae (8 spesies), Cyanophyceae (2 spesies), Zygnematophyceae (5 spesies), dan Chrysophyceae (1 spesies). Kelompok yang paling banyak ditemukan jenisnya ialah Bacillariophyceae. Kelas Bacillariophyceae diketahui memiliki distribusi luas dan umumnya mendominasi komunitas fitoplankton (Audah *et al.*, 2021). Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa *Melosira* sp. hanya ditemukan pada St-05 dan St-06. Kedua lokasi stasiun tersebut merupakan area yang sudah dekat dengan laut. Spesies tersebut ditemukan cukup melimpah di daerah pesisir

(Kekenusa *et al.*, 2019). Spesies ini juga ditemukan pada perairan dengan karakter sungai yang memiliki substrat berlumpur (A'ayun *et al.*, 2015). Karakter substrat pada kedua stasiun adalah lumpur (Tabel 2).

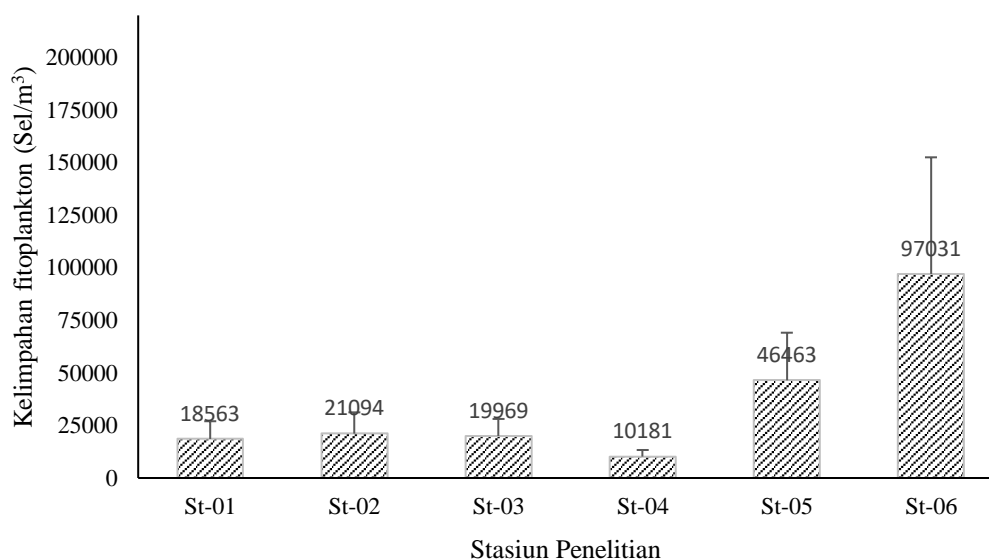
Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton yang diperoleh pada Sungai Mempawah adalah 10181-97031 sel/m³. Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton pada St-01, St-02, St-03, dan St-04 lebih rendah dibandingkan dengan St-05 dan St-06 (Gambar 2). Hal ini dikarenakan kandungan nutrisi berupa nitrat dan fosfat yang diukur pada keempat stasiun tersebut memiliki konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan dua stasiun lainnya (Tabel 2). Beberapa penelitian membuktikan kelimpahan fitoplankton dipengaruhi nutrisi (Meirinawati&Fitriya, 2018). Rahmah *et al.* (2022) dan Rumanti *et al.* (2014) menyatakan bahwa terdapat keeratan yang tinggi antara kandungan nitrat dan fosfat di perairan dengan kelimpahan fitoplankton.

Tabel 1. Distribusi kelompok dan spesies fitoplankton di stasiun pengamatan di Sungai Mempawah

Jenis Fitoplankton	St-01	St-02	St-03	St-04	St-05	St-06
Chlorophyceae						
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	v	v	v	v	v	v
Bacillariophyceae						
<i>Cocconeis</i> sp.	v	v	v	v	v	v
<i>Cyclotella</i> sp.	v	v	v	v		v
<i>Navicula</i> sp.	v	v	v	v	v	v
<i>Nitzschia</i> sp.	v		v	v	v	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	v	v	v		v	v
<i>Rhizosolenia</i> sp.		v	v	v	v	
<i>Surirella</i> sp.				v	v	
<i>Melosira</i> sp.					v	v
Cyanophyceae						
<i>Oscillatoria</i> sp.	v	v	v	v	v	v
<i>Spirulina</i> sp.	v					
Zygnematophyceae						
<i>Staurastrum</i> sp.	v	v	v	v	v	
<i>Cosmarium</i> sp.		v	v		v	
<i>Spirogyra</i> sp.	v	v	v	v	v	
<i>Closterium</i> sp.	v	v		v		v
<i>Desmidium</i> sp.	v	v	v			
Chrysophyceae						
<i>Synedra</i> sp.	v	v	v	v	v	v

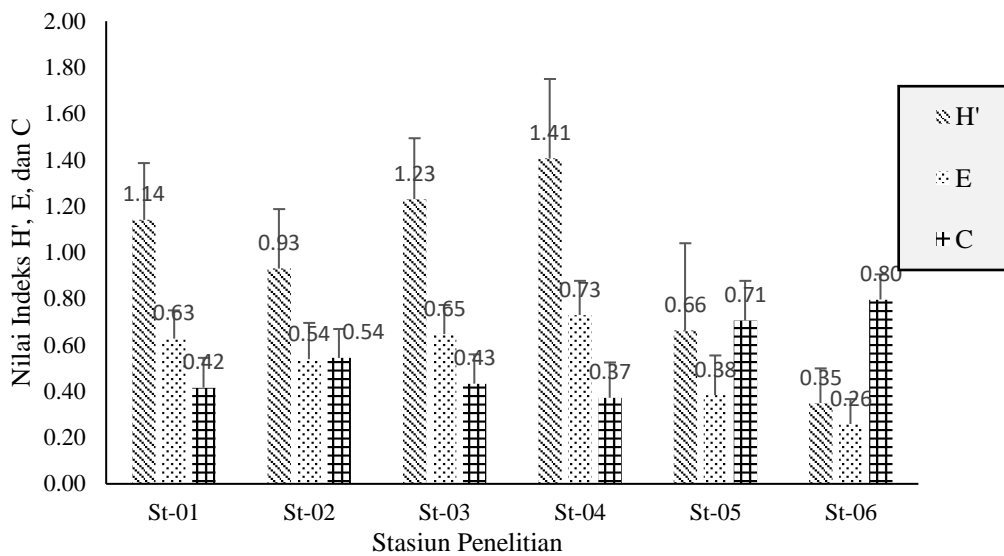
Tabel 2. Nilai rata-rata parameter fisika dan kimia perairan Sungai Mempawah

Parameter	Satuan	St-01	St-02	St-03	St-04	St-05	St-06
Kedalaman	m	6,98	4,74	11,54	12,28	14,44	15,26
Suhu	°C	28,1	29,3	28,7	29,4	30,2	30,3
DO	mg/L	6,0	5,5	6,2	5,8	5,1	4,8
pH	-	6,7	6,7	6,8	6,5	6	5,8
Kecerahan	cm	18	19	19	20,5	23	24
Kecepatan arus	m/s	0,24	0,42	0,69	0,53	0,74	0,72
Fosfat	mg/L	0,22	0,24	0,5	0,7	1,69	1,26
Nitrat	mg/L	0,4	0,6	0,7	0,5	1,2	1,3
Kekeruhan	NTU	51,9	52	52,45	55,7	57,25	65,6
BOD	mg/L	2,27	2,38	2,45	2,14	2,03	2,04
Substrat	-	pasir dan liat	pasir dan liat	pasir dan liat	pasir dan liat	lumpur	lumpur

Gambar 2. Rata-rata kelimpahan fitoplankton (sel/m³) di Sungai Mempawah

Kisaran nilai rata-rata indeks keanekaragaman pada Sungai Mempawah di enam stasiun penelitian adalah 0.35-1.41, nilai rata-rata indeks keseragaman adalah 0.26-0.73 dan nilai rata-rata indeks dominansi adalah 0.37-0.80 (Gambar 3). Indeks keanekaragaman pada St-01, St-02, St-03, dan St-04 diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan St-05 dan St-06. Hal ini dipengaruhi diantaranya oleh kondisi lingkungan seperti kandungan DO pada keempat stasiun tersebut lebih tinggi dibandingkan pada stasiun lainnya (Tabel 2). Pambudi *et al.*, (2016) menyatakan bahwa penurunan nilai oksigen

terlarut mempengaruhi keanekaragaman fitoplankton. Indeks dominansi pada St-05 dan St-06 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Hal ini mengindikasikan kondisi perairan pada kedua stasiun tersebut mengalami gangguan ekologi ketidakseimbangan dalam perairan, diantaranya dapat juga dilihat dari kandungan DO rendah, nutrisi (nitrat dan fosfat) rendah, dan kekeruhan tinggi dibandingkan keempat stasiun lainnya. Adanya dominansi di suatu perairan menandakan adanya ketidakstabilan kondisi lingkungan perairan (Rahmatullah *et al.*, 2016).

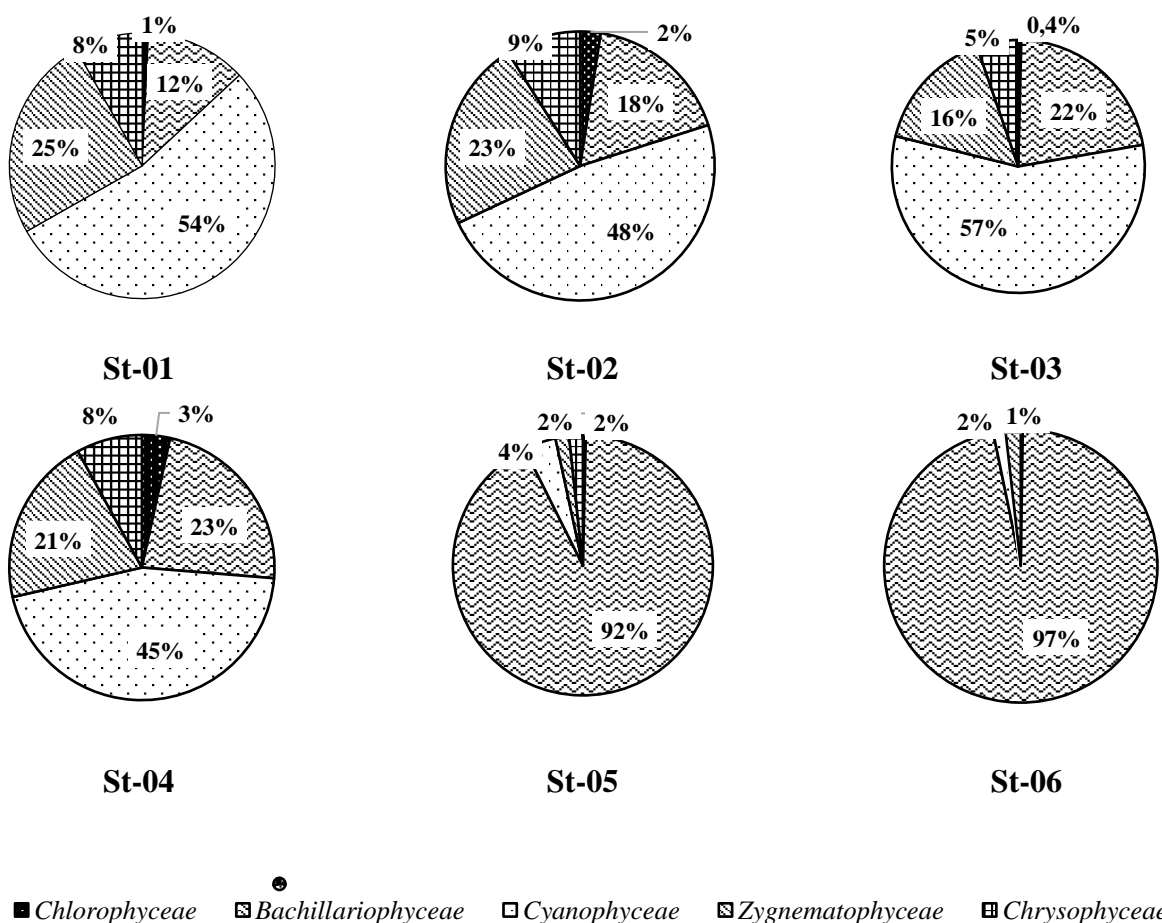


Gambar 3. Indeks keanekaragaman Shanon Wiener (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi Simpson (C) fitoplankton di Sungai Mempawah

Nilai kelimpahan presentase kelompok taksa Cyanophyceae tinggi pada St-01-St-04, sedangkan presentase kelompok taksa Bacilariophyceae ditemukan tinggi pada St-05 dan St-06 (Gambar 4). Kedua kelompok tersebut merupakan taksa yang ditemukan melimpah di perairan sungai (Dwirastina&Atminarso, 2021). Tingginya persentase kelimpahan Cyanophyceae dibandingkan dengan kelompok lain disebabkan oleh kandungan nutrisi yang juga tinggi (Tabel 2). Kelompok Cyanophyceae memiliki pertumbuhan yang baik pada kondisi lingkungan perairan yang kaya akan unsur hara (Sulastri, 2018). Selain itu, kelimpahan kelompok tersebut juga dipengaruhi oleh kandungan bahan organik di perairan (Sulawesty *et al.*, 2020). Nilai BOD pada keempat stasiun diketahui cukup tinggi dibandingkan stasiun lainnya (Tabel 2). Jenis yang melimpah dari kelompok Cyanophyceae adalah *Oscillatoria* sp. Spesies tersebut adalah jenis plankton yang umum ditemukan di perairan alami seperti sungai (Madusari *et al.*, 2021). Selain itu, jenis ini diketahui merupakan salah satu organisme yang toleran dan juga ditemukan melimpah pada perairan sungai (Thammasane&Kaosol, 2018; Harmoko&Sepriyaningsih, 2019; Sulawesty *et al.*, 2022).

Kelimpahan kelompok taksa Bacilariophyceae tinggi ditemukan pada daerah estuari Sungai Mempawah yaitu pada St-05 dan St-06. Area tersebut merupakan perairan yang mengalami *mixing* pasang-surut dan perubahan karena terjadinya pasang surut secara terus menerus. Kelompok Bacilariophyceae ditemukan dominan pada area tersebut dibandingkan kelompok lain (Pambudi *et al.*, 2016). Selain itu juga kelompok taksa ini diketahui memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap perubahan-perubahan faktor lingkungan dan juga adaptasi terhadap kondisi arus (Nirmalasari, 2018; Lestari *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil analisis korelasi kanonikal, kelimpahan fitoplankton diketahui memiliki hubungan yang signifikan ($p < 0.05$) dengan tiga variabel karakter fisika dan kimia perairan yaitu kecerahan, fosfat dan nitrat. Nilai korelasi ketiga variabel tersebut adalah kecerahan (0.69), fosfat (0.60), dan nitrat (0.69). Hal ini menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton di Sungai Mempawah memiliki keterkaitan erat dengan kecerahan dan nutrisi (nitrat dan fosfat) perairan. Sedangkan keanekaragaman tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan karakter fisika dan kimia perairan.



Gambar 4. Persentase kelimpahan taxa fitoplankton di Sungai Mempawah

KESIMPULAN DAN SARAN

Fitoplankton yang ditemukan di Sungai Mempawah yaitu berasal dari 5 kelas dan 17 spesies. Kelompok-kelompok yang ditemukan yaitu Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Zygnematophyceae, dan Chrysophyceae. Kelimpahan fitoplankton pada keempat stasiun awal dari arah hulu lebih rendah dibandingkan dengan dua yang dekat muara. Sebaliknya keanekaragaman lebih tinggi pada keempat stasiun awal dibandingkan dengan dua lainnya. Kelimpahan fitoplankton diketahui memiliki hubungan yang signifikan dengan tiga variabel karakter fisika dan kimia perairan yaitu kecerahan, fosfat dan nitrat. Sedangkan keanekaragaman tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan karakter fisika dan kimia perairan. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan diantaranya yaitu mengkaji kesuburan

atau tingkat pencemaran perairan dengan menggunakan fitoplankton.

DAFTAR PUSTAKA

- Audah, N. Japa, L. Yamin, M. 2021. Abundance and Diversity of Diatom Class Bacillariophyceae in The Waters of Tanjung Luar Fish Landing Based. *Jurnal Biologi Tropis* 21(2): 448-455.
- A'ayun, N., Q. Perdana, T., A., P. Pramono, P., A. Laily, A., N. 2015. Identifikasi Fitoplankton di Perairan yang Tercemar Lumpur Lapindo, Porong Sidoarjo. *Bioedukasi* 8(1):48-51. DOI: <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v8i1.3414>
- Baird, R., B. Eaton, A., D. Rice, E., W. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23rd Edition, American Public Health Association,

- American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington D.C.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat. 2015. *Bidang Sumberdaya Air: Wilayah Sungai Di Provinsi Kalimantan Barat*.
- Dwirastina, M. and Atminarso, D. 2021. Evaluation of The Conditions of Memberamo River Water with and Phytoplankton Community Approach. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 13(1): 38-47. DOI=10.20473/jipk.v13i1.17565
- Duncan, A. E., J. Oti, M. E. Potakey. 2019. Impacts of Human Activities on The Quality of River Water: A Case Study of River Densu in Nsawam Adoagyiri of The Akwapim South District, Eastern Region of Ghana. *Open Access Library Journal* 6, 1-13. doi: [10.4236/oalib.1105785](https://doi.org/10.4236/oalib.1105785).
- Guo, F., G. Jiang, H. Zhao, J. Polk, S. Liu. 2019. Physicochemical Parameters and Phytoplankton as Indicators of The Aquatic Environment in Karstic Springs of South China. *Science of the Total Environment*. 659: 74-83. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.329>
- Harmoko dan Sepriyaningsih. 2019. Keanekaragaman Sianobakteri di Sungai Kelingi Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan. *Al-Kauniah: Journal of Biology* 12(1):54-62. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v12i1.8628>
- Junaidi, M., Nurliah, F. Azhar. 2018. Community Structure of Phytoplankton and Its Relationship to Water Quality in Lombok Strait, North Lombok District, West Nusa Tenggara, Indonesia. *International Journal of Oceans and Oceanography* 12(2): 159-172.
- Kekenusa, N., Mantiri, R., O., S., E. Manu, G., D. 2019. Struktur Komunitas Fitoplankton di Ekosistem Lamun Kelurahan Tongkeina Kecamatan Bunaken Darat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis* 10(2): 60-68. DOI: <https://doi.org/10.35800/jpkt.10.2.2019.24478>
- Lathifah, N., Hidayat, J.W., Muhammad, F. 2017. Struktur Komunitas Fitoplankton Sebagai Dasar Pengelolaan Kualitas Perairan Pantai Mangrove di Tapak Tugurejo Semarang. *Bioma* 19(2):164-169. DOI: <https://doi.org/10.14710/bioma.19.2.164-169>
- Lestari, A., Sulardiono, B., Rahman, A. 2021. Struktur Komunitas Perifiton, Nitrat, dan Fosfat di Sungai Kaligarang, Semarang. *Jurnal Pasir Laut* 5(1): 48-56. DOI: <https://doi.org/10.14710/pasir%20laut.2021.34536>
- Madusari, B. D., Soeprapto, H., Wafi, A., Permatasari, M. N. 2021. Struktur Kelimpahan Plankton di DAS (Daerah Aliran Sungai) Pantai Utara Kota Pekalongan. *Pena Akuatika*. 20(2): 60-67. DOI: <http://dx.doi.org/10.31941/penaakuatika.v20i2.1550>
- Meirinawati, H. dan Fitriya, N. 2018. Pengaruh Konsentrasi Nutrient Terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Halmahera-Maluku. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 3(3):183-195. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i3.129>
- Nirmalasari, R. 2018. Analisis Kualitas Air Sungai Sebangau Pelabuhan Kereng Bengkiray Berdasarkan Keanekaragaman dan Komposisi Fitoplankton. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 9(17): 48-58.
- Omayio, D. and Mzungu, E. 2019. Modification of Shannon-Wiener Diversity Index Towards Quantitative Estimation of Environmental Wellness and Biodiversity Levels Under a non-Comparative Scenario. *Journal of Environment and Earth Science*. 9(9):46-57. DOI: 10.7176/JEES
- Pambudi, A. Priambodo, T., W. Noriko, N. Basma. 2016. Keanekaragaman Fitoplankton Sungai Ciliwung Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi* 3(4): 204-212. DOI: <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v3i4.235>
- Purina, I., A. Labucis, I. Barda, I. Jurgenson, J. Aigars. 2018. Primary Productivity in The Gulf of Riga (Baltic Sea) in Relation to Phytoplankton Species and Nutrient Variability. *Oceanologia* 60(4): 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2018.04.005>
- Rahmah, N., Zulfikar, A. Apriadi, T. 2022. Kelimpahan Fitoplankton dan Kaitannya Dengan Beberapa Parameter Lingkungan Perairan di Estuari Sei Carang, Tanjungpinang. *Journal of Marine Research* 11(2): 189-200. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945>
- Rahmatullah, Ali, M. S., Karina, S. 2016. Keanekaragaman dan Dominansi Plankton di Estuari Kuala Rigaih Kecamatan Setia Bakti Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(3): 325-330.
- Rozirwan, Melki, Apri, R., Nugroho R.Y., Fauziyah, Agussalim, A., Iskandar, I. 2021. Assessment of Phytoplankton Community Structure in Musi Estuary, South Sumatera, Indonesia. *AACL Bioflux* 14(3): 1451-1463.

- Rumanti, M., Rudiyaniti, S., Nitisuparjo, M. 2014. Hubungan Antara Kandungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)* 3(1): 168-176. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4434>
- Saidin, A. N. B. 2016. Water Quality and Zooplankton Community Structure of Tembat River, Hulu Terengganu. *Thesis*. School of Biological Sciences University Sains Malaysia Pulau Pinang, Malaysia. 38p
- Sulastris. 2018. *Fitoplankton Danau-danau di Pulau Jawa: Keanekaragaman dan Perannya Sebagai Bioindikator Perairan*. LIPI Press. Jakarta. 122p.
- Sulawesty, F., Yustiawati, Aisyah, S. 2020. Komunitas Fitoplankton di Daerah Litoral Danau Maninjau dan Sungai Ranggeh Kabupaten Agam; Kaitannya Dengan Kandungan Nutrien di Perairan. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 5(1): 47-59. DOI: 10.14203/oldi.2020.v5i1.289
- Sulawesty, F., Larashati, S., Triyanto, Dina, R., Samir, O., Widoretno, M. R. 2022. Composition and Abundance of Phytoplankton in Segara Anakan Lagoon and Cibereum River, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1062:1-7. doi:10.1088/1755-1315/1062/1/012013
- Suryana, N.A.D., Sulvianti, I. D., Aidi, M. N. 2021. Analisis Korelasi Kanonik Pada Kualitas Air Sungai Ciliwung. *Xplore: Journal of Statistics* 10(2): 182-196. DOI: <https://doi.org/10.29244/xplore.v10i2.245>
- Thammasane, S. and Kaosol, T. 2018. Impact of Chemical Coagulants for *Oscillatoria* sp. Removal from Raw Water on Chemical Coagulation Process. *American Journal of Environmental Sciences* 14(6): 257-265. DOI: 10.3844/ajessp.2018.257.265
- Zar, H.J. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition, Prentice Hall Inc. Upper Saddle River, New Jersey.