



## Struktur komunitas fitoplankton di Hilir Sungai Segedong, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat [Community structure of phytoplankton in Downstream of the Segedong River, Kubu Raya Regency, West Kalimantan]

Syifa Ulva Nara Dita<sup>1</sup>, Entin Daningsih<sup>2\*</sup>, Wolly Candramila<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Tanjungpura. Jln. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124

**ABSTRACT** | Mangrove forests on the banks of the Segedong River contribute nutrients to phytoplankton in the waters. The environmental condition also influences the existence of phytoplankton which fluctuates in different seasons. This research aims to determine the abundance and diversity of phytoplankton in downstream Segedong River and to determine water quality. Sampling was carried out in the dry and rainy seasons using a survey method at 3 stations. Water physicochemical factor parameters are measured in situ and ex situ. Identified phytoplankton species were calculated for their abundance, diversity, evenness, and dominance indices. A total of 59 phytoplankton species were identified and grouped into Bacillariophyceae (35 species), Dinophyceae (15 species), Chlorophyceae (4 species), Cyanophyceae (3 species), Chrysophyceae (1 species) and Xanthophyceae (1 species). Phytoplankton abundance in both seasons at all stations ranged from 1,314-10,185 Ind.L-1 or categorized as low (oligotrophic) to medium (mesotrophic). The diversity index ranges from 1.99-2.88 or is categorized as medium. The evenness index ranges from 0.53-0.80 or the medium to high category, while the dominance index is low of <0.4. This indicates the importance of protecting mangrove forest areas on riverbanks not only to maintain nutrient input into the waters but also the survival of the aquatic organisms.

**Key words** | Abundance, phytoplankton, mangrove forest, segedong river

**ABSTRAK** | Hutan mangrove yang berada di pinggir Sungai Segedong dapat memberikan kontribusi nutrisi bagi fitoplankton dalam perairan. Keberadaan fitoplankton juga dipengaruhi kondisi lingkungan yang dapat berubah pada musim berbeda. Penelitian ini bertujuan mengetahui kelimpahan serta keanekaragaman fitoplankton di hilir Sungai Segedong yang diperlukan untuk mengetahui kualitas perairan. Pengambilan sampel dilakukan pada musim kemarau dan penghujan dengan metode survei di 3 stasiun. Parameter faktor fisika kimia perairan diukur secara in situ dan ex situ. Jenis fitoplankton teridentifikasi dihitung kelimpahan, indeks keanekaragaman, keseragaman serta dominansinya. Sebanyak 59 spesies fitoplankton berhasil diidentifikasi kedalam 6 kelas yaitu Bacillariophyceae (35 spesies), Dinophyceae (15 spesies), Chlorophyceae (4 spesies), Cyanophyceae (3 spesies), Chrysophyceae (1 spesies) dan Xanthophyceae (1 spesies). Kelimpahan fitoplankton di kedua musim di seluruh stasiun berkisar antara 1.314-10.185 Ind.L-1 atau dikategorikan kesuburan rendah (oligotrofik) hingga sedang (mesotrofik). Indeks keanekaragaman berkisar antara 1,99-2,88 atau dikategorikan sedang. Indeks keseragaman berkisar antara 0,53-0,80 atau kategori sedang hingga tinggi, sementara indeks dominansi tergolong rendah yaitu <0,4. Nilai kelimpahan yang rendah hingga sedang menandakan pentingnya menjaga area hutan mangrove di pinggir sungai untuk tetap mempertahankan masukan nutrisi ke perairan yang sekaligus menjaga keberlangsungan hidup organisme akuatik di dalamnya....

**Kata kunci** | Fitoplankton, hutan mangrove, kelimpahan, sungai segedong

**Received** | 22 Oktober 2023, **Accepted** | 26 Oktober 2023, **Published** | 30 November 2023.

**\*Koresponden** | Entin Daningsih, Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Tanjungpura. Jln. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124. **Email:** entin.daningsih@fkip.untan.ac.id

**Kutipan** | Dita, S.U.N., Daningsih, E., Candramila, W. (2023). Struktur komunitas fitoplankton di Hilir Sungai Segedong, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 5(2), 184-195.

p-ISSN (Media Cetak) | 2637-0254

e-ISSN (Media Online) | 2797-3530



© 2023 Oleh authors. [Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan](#). Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

### PENDAHULUAN

Keberadaan fitoplankton sebagai produsen primer dipengaruhi oleh kualitas lingkungan termasuk unsur hara yang terkandung di dalamnya (Wiyarsih

*et al.*, 2019). Sebagai organisme autotrof mikroskopik yang keberadaannya selalu terbawa arus perairan (Hertika *et al.*, 2021) dan memiliki klorofil yang mampu mengubah senyawa anorganik menjadi

organik melalui proses fotosintesis (Wahyuni & Rosanti, 2016), fitoplankton menduduki tingkat trofik pertama pada rantai makanan sehingga memiliki peran yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup seluruh organisme di perairan (Hertika *et al.*, 2021). A'Yun *et al.* (2015) menyatakan parameter lingkungan perairan baik fisika, kimia, maupun biologi berpengaruh terhadap kelimpahan dan komposisi fitoplankton. Parameter fisika dan kimia perairan yang dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton di antaranya suhu, kecerahan, kecepatan arus, pH, *dissolved oxygen* (DO), salinitas, serta konsentrasi nitrat dan fosfat (Rahmah *et al.*, 2022). Misalnya, Samawi *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa fitoplankton akan semakin melimpah pada perairan dengan kandungan nitrat yang semakin tinggi.

Perubahan musim juga memiliki peran yang besar terhadap faktor fisika dan kimia perairan. Menurut Nirmalasari *et al.* (2016), perubahan pada sifat fisika dan kimia perairan akibat pengaruh musim juga dapat mempengaruhi perbedaan kelimpahan fitoplankton. Perbedaan kelimpahan fitoplankton juga dapat berpengaruh terhadap nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Perubahan musim khususnya musim penghujan yang memiliki curah hujan tinggi berdampak pada rendahnya suhu, salinitas, dan penetrasi cahaya, serta mengakibatkan kekeruhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau (Gurning *et al.*, 2020).

Hutan mangrove merupakan tempat yang ideal bagi pertumbuhan plankton (Halidah, 2016) karena beberapa unsur hara yang diperlukan fitoplankton berasal dari serasah tumbuhan mangrove yang terdekomposisi dan kemudian dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk kehidupannya (Fila *et al.*, 2020). Hutan mangrove adalah salah satu penyumbang nutrisi terbesar yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton sehingga perairan yang berdekatan dengan hutan mangrove akan cenderung memiliki tingkat kesuburan yang tinggi. Kabupaten Kubu Raya memiliki beberapa daerah aliran sungai (DAS) yang mengalir di antara hutan mangrove Tanjung Parapat Muda yang merupakan hutan lindung dengan panjang sungai mencapai 6.046,87 m (BPDASHL, 2022). Salah satu sungai di Kabupaten Kubu Raya yang mengalir di antara hutan mangrove Tanjung Parapat Muda adalah Sungai Segedong yang berada di Desa Tanjung Harapan, Kecamatan Batu Ampar.

Iklima *et al.* (2019) menyatakan bahwa hutan mangrove di wilayah perairan berkontribusi terhadap kandungan nutrisi di perairan tersebut. Dengan demikian, kehadiran hutan mangrove dapat meningkatkan kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan. Kesuburan suatu perairan dapat diindikasikan berdasarkan kelimpahan fitoplanktonnya. Perairan dengan produktivitas primer fitoplankton tinggi akan mempunyai potensi sumber daya hayati yang besar (Bagaskara *et al.*, 2020). Di sisi lain, ada jenis-jenis fitoplankton tertentu yang dapat memberikan gambaran (indikator) untuk mengetahui tingkat kesuburan atau pencemaran suatu perairan (Saragih & Erizka, 2018). Syafriani & Apriadi (2017) menyatakan bahwa kelimpahan fitoplankton yang tergolong rendah dan didominasi oleh Kelas Dinophyceae mengindikasikan bahwa perairan tersebut tidak stabil dan berpotensi untuk mengalami kondisi yang terganggu. Menurut Wulandari *et al.* (2014), kelimpahan fitoplankton akan jauh lebih tinggi pada daerah perairan yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi.

Di sisi lain, berbagai aktivitas manusia juga dapat mempengaruhi kualitas perairan. Menurut Dewanti *et al.* (2018), aktivitas manusia seperti pemukiman penduduk, budidaya perikanan, kegiatan pariwisata, serta jalur transportasi dapat mempengaruhi kualitas perairan serta struktur plankton pada suatu perairan. Di bagian hilir Sungai Segedong sendiri, terdapat pemukiman dan aktivitas budidaya perikanan yang dapat mempengaruhi kualitas perairan tersebut. Rona lingkungan yang berbeda di sekitar Sungai Segedong baik di bagian hulu maupun hilir tentu dapat memberikan kontribusi terhadap keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton di dalamnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kelimpahan fitoplankton di daerah hilir Sungai Segedong pada musim kemarau dan penghujan. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengukuran kualitas perairan untuk mendukung hasil kelimpahan serta keanekaragaman fitoplankton yang diperoleh.

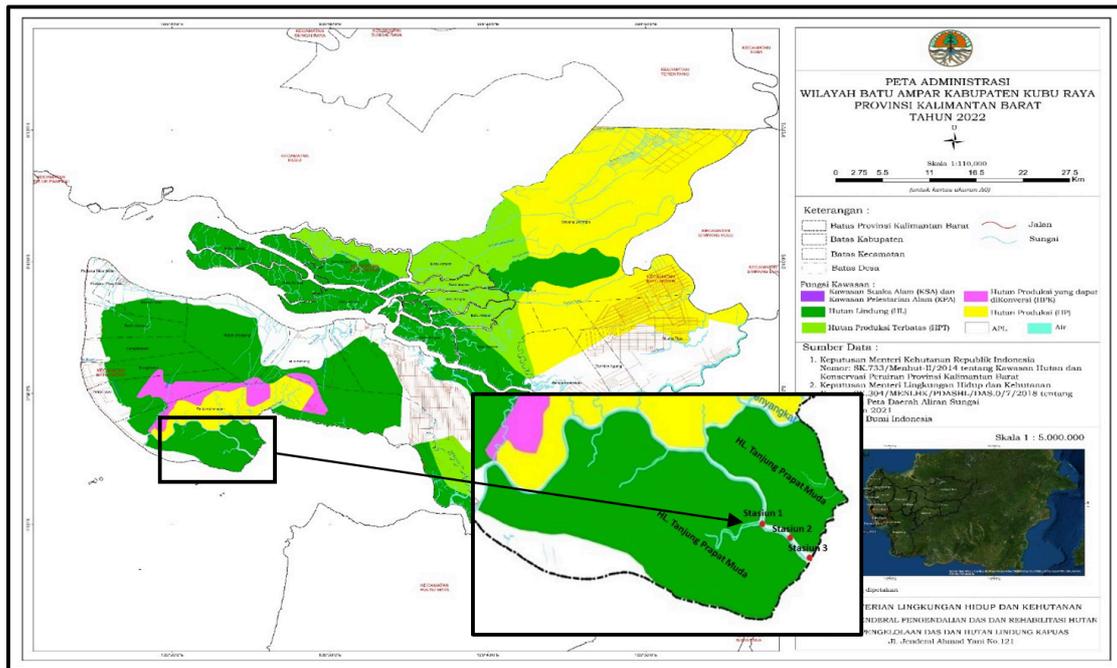
## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai Oktober 2022 di perairan Sungai Segedong, Desa Tanjung Harapan, Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Kegiatan penelitian dibagi dalam dua tahap, yaitu kegiatan di

lapangan dan di laboratorium. Pengambilan sampel fitoplankton dan sampel air serta pengukuran faktor fisika kimia dilakukan secara *in situ*, sementara identifikasi fitoplankton dan pengukuran faktor kimia dilakukan di laboratorium. Lama pengambilan sampel untuk setiap titik di masing-masing stasiun adalah satu hari sehingga pengamatan dan pengambilan sampel di titik lain pada stasiun yang sama atau stasiun berikutnya dilakukan pada waktu yang sama di hari berikutnya.

Metode yang digunakan adalah metode survei yang dilakukan pada dua musim yaitu kemarau (Agustus 2022) dan penghujan (Oktober 2022). Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun, di mana pada setiap stasiun terdapat tiga titik. Stasiun 1 berada pada koordinat 00°54'13,02" LS 109°24'11,61" BT, Stasiun 2 berada pada koordinat 00°54'26,47" LS 109°24'37,05" BT dan Stasiun 3 berada pada koordinat 00°54'45,07" LS 109°24'58,53" BT (Gambar 1).



**Gambar 1.** Peta wilayah Desa Tanjung Harapan, Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya dan posisi Sungai Segedong di Kawasan Hutan Lindung Tanjung Prapat Muda. Pada kotak yang diperbesar, ditunjukkan 3 stasiun pengamatan di Sungai Segedong. (Sumber: BPDASHL, 2022)

### Pengambilan Data

Data yang dikoleksi mencakup jumlah jenis dan jumlah individu fitoplankton, serta hasil pengukuran faktor fisika kimia perairan. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan pada tiga stasiun yang terletak ke arah hilir sungai tetapi masih berada pada kawasan hutan lindung mangrove. Pada masing-masing stasiun, diambil tiga titik yaitu pada bagian tepi kanan, tengah dan tepi kiri karena lebar sungai >5 meter mengacu pada Candramila et al. (2022). Sampel air disaring sebanyak 100 Liter ke dalam plankton net berukuran mesh 30  $\mu$ m dengan menggunakan ember bervolume 5 L sebanyak 20 kali. Kemudian, fitoplankton beserta sampel air yang tersaring dimasukkan ke dalam botol sampel bervolume 50 mL yang telah diberi label nama stasiun dan titik pengamatan. Pada setiap botol sampel ditambahkan 1 mL Formalin 4% sebagai pengawet (Marman et al., 2016).

Pengukuran faktor fisika kimia perairan dilakukan satu kali pada waktu yang sama di setiap titik dan setiap stasiun. Hal ini dilakukan untuk menghindari perbedaan kondisi lingkungan yang terukur akibat perbedaan waktu pengambilan. Pengukuran *in situ* meliputi temperatur, pH, salinitas menggunakan multitester, kecerahan dengan *secchi disk*, kecepatan arus dengan bola pingpong, DO dengan DO meter dan CO<sub>2</sub> terlarut dengan metode titrasi. Sementara, pengukuran *ex situ* dilakukan dengan membawa 100 mL sampel air dari setiap stasiun untuk dianalisis kadar Nitrat (NO<sub>3</sub>) dan Fosfat (PO<sub>4</sub>) di Laboratorium Sucofindo Pontianak.

### Identifikasi Fitoplankton

Jumlah individu dari masing-masing jenis fitoplankton dihitung dengan menggunakan *Sedgwick rafter* mengacu pada Syafriani & Apriadi (2017). Sampel fitoplankton yang telah

dihomogenkan diambil sebanyak 1 mL menggunakan pipet tetes dan dimasukkan ke dalam *Sedgwick rafter*. Perhitungan jumlah individu dari masing-masing jenis fitoplankton diulang sebanyak tiga kali pada sampel yang sama. Pengamatan dilakukan dibawah mikroskop Olympus CX21 yang dipasang kamera *Optilab Advance* pada lensa okuler. Fitoplankton diidentifikasi hingga tingkat spesies merujuk pada Biggs & Kilroy (2000), Botes (2003), Vuuren et al. (2006), Hasle et al. (1996), Hasle et al. (1997), Harris (1986), Pereira & Neto (2015), dan Hartoko (2013). Perhitungan kelimpahan fitoplankton pada setiap stasiun pengamatan menggunakan rumus APHA (2005) sebagai berikut:

$$N = \frac{C \times 1000}{L \times D \times W \times S}$$

Keterangan:

N = Kelimpahan plankton

C = Jumlah individu ditemukan

L = Panjang alur S-R, di mana 50 mm

D = Tinggi alur S-R = 1 mm

W = Lebar alur = 20 mm

S = Jumlah alur yang dihitung = 36x3

di mana L = 50 mm, D = 1 mm, dan W = 20 mm serta S = 36 kotak x 3 ulangan.

Dengan kata lain, kelimpahan fitoplankton adalah jumlah individual jenis fitoplankton dalam satuan volume (Liter). Nilai kelimpahan ini berikutnya dijadikan patokan untuk penentuan status kesuburan perairan yang mengacu pada Raymond (1980). Status kesuburan perairan dikelompokkan menjadi tiga yaitu perairan oligotrofik dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0-2.000 Ind/L merupakan perairan dengan tingkat kesuburan rendah, perairan mesotrofik kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2.000-15.000 Ind/L merupakan perairan dengan tingkat kesuburan sedang, dan perairan eutrofik kelimpahan fitoplankton > 15.000 Ind/L merupakan perairan dengan tingkat kesuburan tinggi.

Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener dihitung dengan rumus yang tertera dalam Odum (1993) sebagai berikut:

$$H' = -\sum_i^i -0 \text{ pi ln pi}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman jenis *Shannon-Wiener*

Pi = ni/N

ni = jumlah individu spesies i

N = jumlah total fitoplankton

Indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui keanekaragaman spesies fitoplankton.

Penentuan kriteria indeks keanekaragaman jenis fitoplankton (H') menurut Odum (1993) dibagi menjadi tiga, yaitu keanekaragaman rendah jika H' < 1, keanekaragaman sedang jika 1 ≤ H' ≤ 3, dan keanekaragaman tinggi jika H' > 3.

Indeks keseragaman dihitung dengan rumus dari Odum (1993) sebagai berikut:

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

Keterangan:

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

Hmaks = Ln S (S = indeks keanekaragaman maksimum)

Indeks keseragaman digunakan untuk menunjukkan sebaran fitoplankton dalam suatu komunitas atau untuk melihat tingkat keseimbangan komposisi spesies fitoplankton. Kondisi komunitas fitoplankton berdasarkan indeks keseragaman (E) menurut Odum (1993) digolongkan menjadi 3, yaitu keseragaman komunitas rendah jika nilai E < 0,4, keseragaman komunitas sedang jika 0,4 ≤ E ≤ 0,6, dan indeks keseragaman komunitas tinggi jika E > 0,6.

Indeks dominansi Simpson dihitung dengan menggunakan rumus menurut Odum (1998) sebagai berikut:

$$D = \sum_{i=1}^n (ni / N)^2$$

Keterangan:

D = Indeks Dominansi Simpson

ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Indeks dominansi digunakan untuk melihat ada atau tidaknya dominansi oleh populasi spesies tertentu. Pengelompokan kondisi komunitas fitoplankton berdasarkan indeks dominansi (D) menurut Odum (1998) dibagi menjadi tiga kelompok yaitu dominansi komunitas rendah jika D < 0,4, dominansi komunitas sedang jika 0,4 ≤ D ≤ 0,6, serta dominansi komunitas tinggi jika D > 0,6.

## HASIL

### Faktor Fisika Kimia Perairan

Hasil pengukuran faktor fisika dan kimia perairan secara *in situ* dan *ex situ* pada musim kemarau dan penghujan disajikan pada Tabel 1. Nilai temperatur pada musim kemarau berkisar antara 30,1 hingga 31,9°C dan mengalami penurunan di musim penghujan menjadi 29,0 hingga 29,9°C. Penurunan temperatur akibat hujan juga dilaporkan di penelitian lain seperti Sinaga et al. (2021) dan

Syahrul et al. (2021). Kecerahan pada musim kemarau berkisar antara 16 hingga 20,5 cm dan mengalami perubahan pada musim penghujan menjadi 11 hingga 27 cm. Namun, kecepatan arus pada musim kemarau yang berkisar antara 0,05 hingga 0,10 m.s<sup>-1</sup> mengalami peningkatan pada musim penghujan menjadi 0,13 hingga 0,17 m.s<sup>-1</sup>. pH air pada musim kemarau relatif stabil berkisar antara 7,14 hingga 7,42, sedangkan pada musim penghujan cukup bervariasi mulai dari 6,56 hingga 7,83. Salinitas pada musim kemarau berkisar antara 9.063 hingga 9.250 ppm, mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada musim penghujan

menjadi 9.907 hingga 10.710 ppm. O<sub>2</sub> terlarut pada musim kemarau bervariasi yaitu 2,6 hingga 4,4 mg.L<sup>-1</sup>, sedangkan pada musim penghujan mengalami peningkatan menjadi 2,9 hingga 5,4 mg.L<sup>-1</sup>. CO<sub>2</sub> terlarut pada musim kemarau berkisar antara 22,0 hingga 26,4 mg.L<sup>-1</sup>, dan mengalami peningkatan selama musim penghujan menjadi 35,2 mg.L<sup>-1</sup>. Kadar nitrat pada musim kemarau berkisar antara 3,06 hingga 3,52 mg.L<sup>-1</sup>, sedangkan pada musim penghujan meningkat menjadi 4,19 hingga 5,27 mg.L<sup>-1</sup>. Kadar fosfat pada musim kemarau berkisar antara 0,19 hingga 0,28 mg.L<sup>-1</sup>, meningkat selama musim penghujan menjadi 0,27 hingga 0,39 mg.L<sup>-1</sup>.

**Tabel 1.** Pengukuran faktor fisika kimia di hilir Sungai Segedong

No	Parameter	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Baku Mutu
		MK	MP	MK	MP	MK	MP	
1.	Temperatur (°C)	30,1	29,6	31,1	29,9	31,9	29,0	28-32**
2.	Kecerahan (cm)	16,5	27	18,5	11	16	18,5	>3 m**
3.	Kecepatan Arus (m.s <sup>-1</sup> )	0,05	0,13	0,07	0,15	0,10	0,17	-
4.	pH	7,14	6,56	7,14	6,74	7,42	7,83	6-9*
5.	Salinitas (ppm)	9.735	9.907	9.063	10.220	9.250	10.710	11.000-40.000***
6.	O <sub>2</sub> terlarut (mg.L <sup>-1</sup> )	2,6	2,9	3,2	5,4	4,4	5,0	1-6*
7.	CO <sub>2</sub> Terlarut (mg.L <sup>-1</sup> )	26,4	35,2	26,4	35,2	22,0	35,2	20****
8.	Nitrat (mg.L <sup>-1</sup> )	3,52	4,19	3,06	5,27	3,27	4,66	10-20*
9.	Fosfat (mg.L <sup>-1</sup> )	0,28	0,39	0,19	0,27	0,23	0,30	0,2-1,0*

Keterangan: MK (Musim Kemarau), MP (Musim Penghujan), - (Tidak ada baku mutu).

Baku mutu air nasional menurut PP RI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI\*; PP RI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VIII\*\*; Nontji (2008) \*\*\*; Idrus (2018) \*\*\*\*.

### Jumlah Spesies Fitoplankton

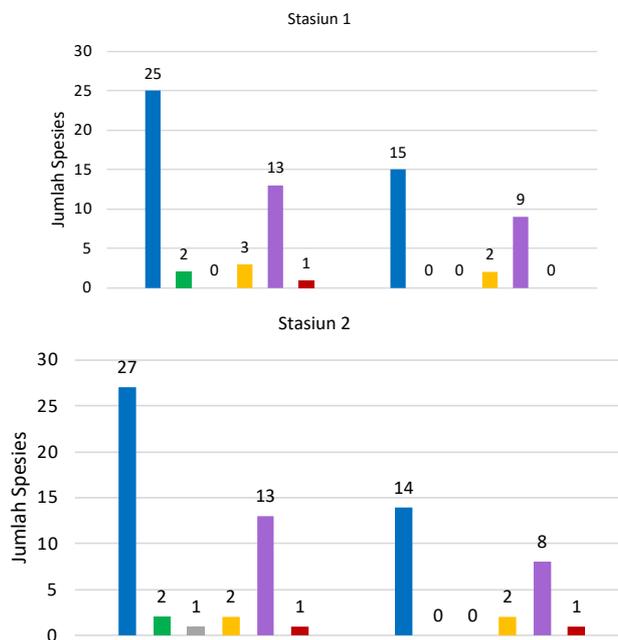
Jumlah spesies fitoplankton yang ditemukan di musim kemarau dan penghujan tahun 2022 sebanyak 59 spesies yang termasuk ke dalam 6 kelas yaitu Bacillariophyceae (35 spesies), Dinophyceae (15 spesies), Chlorophyceae (4 spesies), Cyanophyceae (3 spesies), Chrysophyceae (1 spesies) dan Xanthophyceae (1 spesies) (Tabel 2). Genus fitoplankton terbanyak yang ditemukan secara

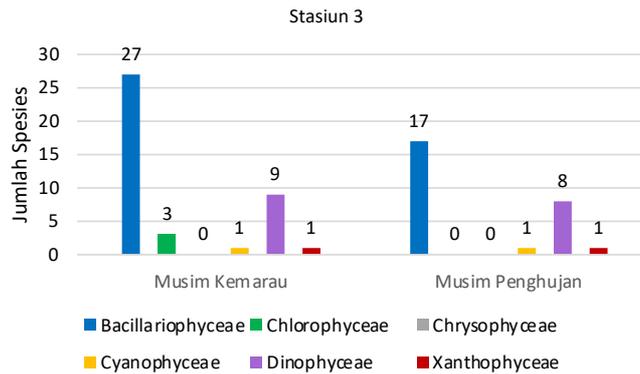
berurutan yaitu *Chaetoceros*, *Pleurosigma*, dan *Thalassiosira* (Bacillariophyceae) masing-masing 5 spesies, *Protoperidinium* (Dinophyceae) 7 spesies, sementara Chlorophyceae, Cyanophyceae, Chrysophyceae, dan Xanthophyceae genus fitoplankton ditemukan masing-masing 1 spesies. Perbandingan jumlah spesies fitoplankton di hilir Sungai Segedong pada musim kemarau dan penghujan dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 2.** Spesies fitoplankton pada setiap kelas di Hilir Sungai Segedong

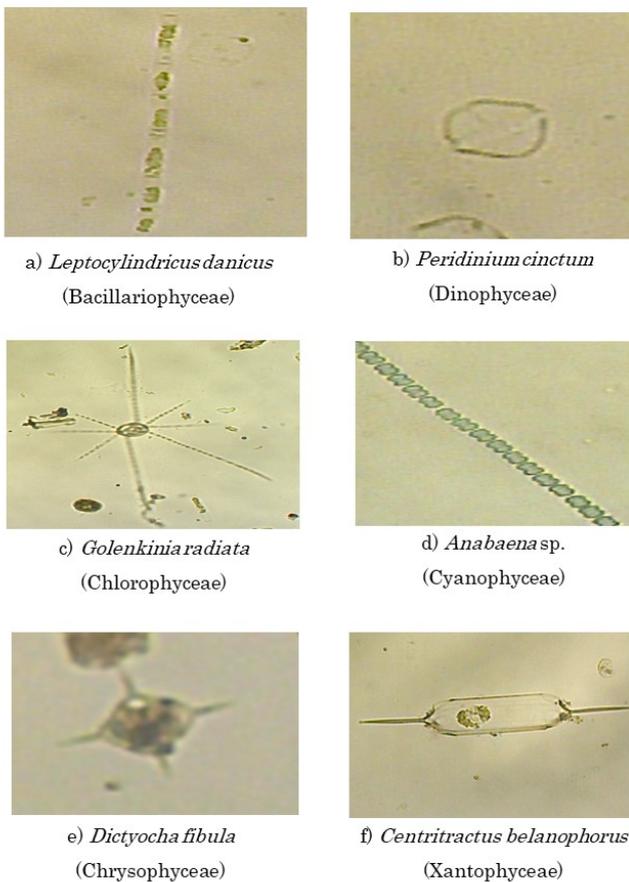
Kelas dan Jenis	Kelimpahan Individu (Ind./L)					
	Musim Kemarau			Musim Penghujan		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
<b>Bacillariophyceae</b>						
<i>Amphiprora paludosa</i>	1	3	2	0	0	0
<i>Amphiprora</i> sp.	3	18	13	9	21	44
<i>Aulacoseira</i> sp.	9	1	2	4	0	2
<i>Caloneis bacillum</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros diversus</i>	10	35	94	0	0	0
<i>Chaetoceros gelidus</i>	1	0	19	0	0	0
<i>Chaetoceros constrictus</i>	5	3	13	0	0	0
<i>Chaetoceros danicus</i>	24	30	124	5	12	38
<i>Chaetoceros</i> sp.	27	107	166	3	5	9
<i>Coscinodiscus stellaris</i>	0	0	0	0	0	2
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	3	1	3	0	2	3
<i>Diploneis elliptica</i>	0	0	0	0	0	2
<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	0	3	2	0	0	0
<i>Leptocylindricus danicus</i>	79	235	1.158	1	2	2
<i>Melosira</i> sp.	2	24	34	0	0	0
<i>Nitzschia longissima</i>	0	0	0	1	0	4
<i>Nitzschia sigma</i>	0	1	1	0	0	0

<i>Planktonniella blanda</i>	1	11	8	0	0	0
<i>Pleurosigma aestuarii</i>	2	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma fasciola</i>	4	2	0	0	0	0
<i>Pleurosigma intermedium</i>	0	0	1	0	4	2
<i>Pleurosigma normanni</i>	3	5	0	1	7	4
<i>Pleurosigma sp.</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Rhizosolenia pungens</i>	0	27	40	1	2	1
<i>Skeletonema costatum</i>	4	13	3	2	2	0
<i>Striatella unipunctata</i>	1	8	1	0	0	0
<i>Surirella ovalis</i>	5	3	1	0	0	0
<i>Synedra ulna</i>	9	12	1	4	0	2
<i>Thalassiosira decipiens</i>	27	20	10	2	5	0
<i>Thalassiosira faurii</i>	7	90	28	6	11	22
<i>Thalassiosira hyaline</i>	22	44	17	2	0	7
<i>Thalassiosira punctigera</i>	237	215	59	35	41	50
<i>Thalassiosira weissflogii</i>	110	240	145	0	0	1
<i>Triceratium sp.</i>	0	5	1	0	1	0
<b>Chlorophyceae</b>						
<i>Coelastrum sp.</i>	2	3	1	0	0	0
<i>Golenkinia radiata</i>	0	5	20	0	0	0
<i>Hormidium sp.</i>	16	74	72	0	0	0
<i>Spirogyra prolifica</i>	1	0	1	0	0	0
<b>Chrysophyceae</b>						
<i>Dictyocha fibula</i>	0	2	0	0	0	0
<b>Cyanophyceae</b>						
<i>Anabaena sp.</i>	2	3	1	0	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i>	6	0	0	2	1	0
<i>Oscillatoria rubescens</i>	3	2	0	4	1	1
<b>Dinophyceae</b>						
<i>Ceratium fusus</i>	15	8	2	18	13	1
<i>Ceratium lineatum</i>	34	99	28	116	68	8
<i>Dinophysis acuminata</i>	31	10	0	0	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	100	17	2	162	42	33
<i>Peridinium cinctum</i>	531	5	0	208	3	4
<i>Peridinium quinquecorne</i>	6	35	14	52	19	23
<i>Prorocentrum micans</i>	8	6	0	23	19	3
<i>Proto-peridinium depressum</i>	3	12	5	0	0	0
<i>Proto-peridinium obtusum</i>	50	55	12	0	0	0
<i>Proto-peridinium pellucidum</i>	11	44	18	0	0	0
<i>Proto-peridinium pentagonum</i>	20	3	2	0	0	0
<i>Proto-peridinium pyriforme</i>	0	0	0	5	2	1
<i>Proto-peridinium steinii</i>	17	3	0	0	0	0
<i>Proto-peridinium thorianum</i>	4	10	4	61	21	5
<i>Pyrophacus horologium</i>	10	76	47	7	0	0
<b>Xanthophyceae</b>						
<i>Centritractus belanophorus</i>	58	116	113	0	1	1





Gambar 2. Jumlah spesies fitoplankton pada musim kemarau dan penghujan di Hilir Sungai Segedong.



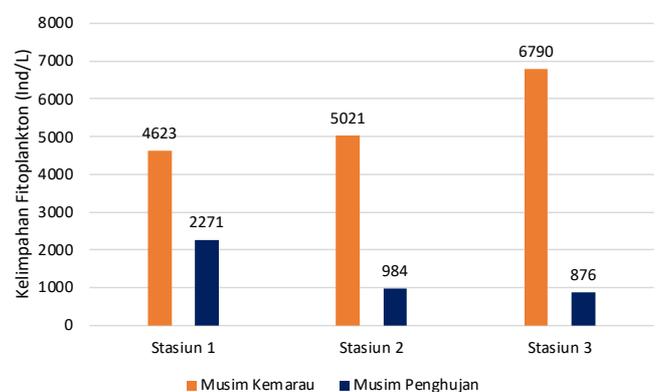
Gambar 3. Spesies fitoplankton yang ditemukan paling banyak di hilir Sungai Segedong dari setiap kelas.

Terdapat perbedaan jumlah spesies fitoplankton pada kedua musim. Jumlah spesies fitoplankton ditemukan lebih tinggi pada musim kemarau dibandingkan dengan musim penghujan. Kelas fitoplankton yang ditemukan pada kedua musim di seluruh stasiun adalah Bacillariophyceae dengan jumlah spesies paling tinggi, diikuti Kelas Dinophyceae dan Cyanophyceae. Kelas Xanthophyceae ditemukan pada semua stasiun dan kedua musim kecuali Stasiun 1 musim penghujan. Kelas Chlorophyceae hanya ditemukan pada musim kemarau di seluruh stasiun, sementara

Chrysophyceae hanya ditemukan satu spesies di Stasiun 2 musim kemarau. Contoh spesies fitoplankton yang ditemukan paling banyak dari setiap kelas di perairan Sungai Segedong dapat dilihat pada Gambar 3.

### Kelimpahan Fitoplankton

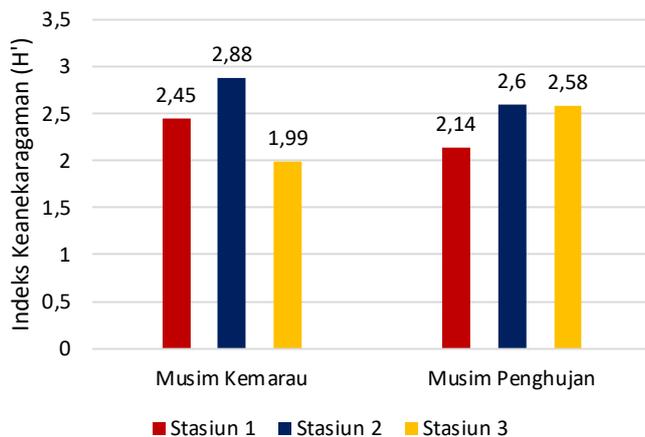
Kelimpahan fitoplankton di Sungai Segedong pada Stasiun 1, 2 dan 3 di musim kemarau dan penghujan disajikan pada Gambar 4. Kelimpahan fitoplankton pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan dengan musim penghujan. Kelimpahan fitoplankton pada musim kemarau berkisar antara 4.623 hingga 6.790 Ind/L sedangkan pada musim penghujan berkisar antara 876 hingga 2.271 Ind/L. Kelimpahan fitoplankton pada musim kemarau mengalami peningkatan seiring lokasi yang semakin ke arah hilir, sementara pada musim penghujan kelimpahan meningkat searah posisi menjauh dari hilir. Kelimpahan tertinggi diperoleh pada Stasiun 3 di musim kemarau dengan total kelimpahan 6.790 Ind/L dan kelimpahan terendah diperoleh pada Stasiun 3 di musim penghujan dengan kelimpahan hanya 876 Ind/L.



Gambar 4. Grafik kelimpahan fitoplankton pada musim kemarau dan penghujan di Hilir Sungai Segedong.

### Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )

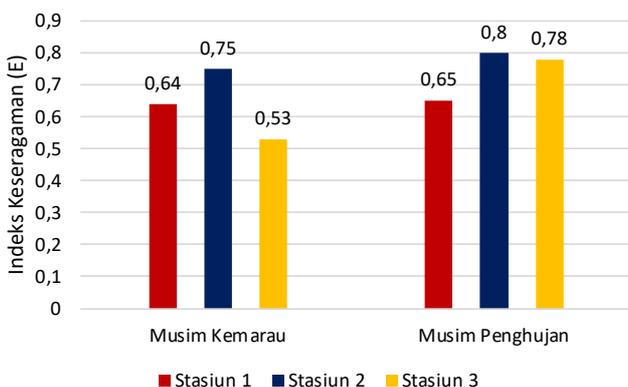
Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) fitoplankton di hilir Sungai Segedong pada Stasiun 1, 2 dan 3 di musim kemarau dan penghujan disajikan pada Gambar 5. Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) fitoplankton pada musim kemarau dan penghujan berkisar antara 1,99-2,88. Indeks keanekaragaman pada musim kemarau tertinggi yaitu 2,88 pada stasiun 2 dan terendah 1,99 pada stasiun 3. Sedangkan pada musim penghujan yang tertinggi yaitu 2,60 pada stasiun 2 dan terendah 2,14 pada stasiun 1.



**Gambar 5.** Indeks keanekaragaman fitoplankton pada musim kemarau dan penghujan di Hilir Sungai Segedong.

### Indeks Keseragaman (E)

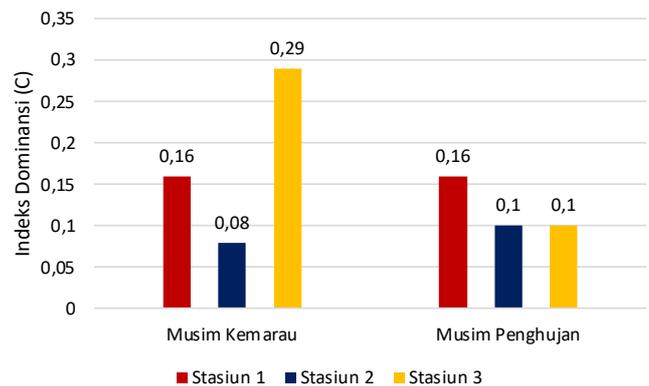
Nilai indeks keseragaman (E) fitoplankton di hilir Sungai Segedong pada Stasiun 1, 2 dan 3 di musim kemarau dan penghujan disajikan pada Gambar 6. Nilai indeks keseragaman (E) fitoplankton pada musim kemarau dan penghujan berkisar antara 0,53-0,80. Indeks keseragaman pada musim kemarau tertinggi yaitu 0,75 pada stasiun 2 dan terendah 0,53 pada stasiun 3. Sedangkan pada musim penghujan yang tertinggi yaitu 0,80 pada stasiun 2 dan terendah 0,65 pada stasiun 1.



**Gambar 6.** Grafik indeks keseragaman fitoplankton pada musim kemarau dan penghujan di hilir Sungai Segedong.

### Indeks Dominansi (C)

Nilai indeks dominansi (C) fitoplankton di hilir Sungai Segedong pada Stasiun 1, 2 dan 3 di musim kemarau dan penghujan disajikan pada Gambar 7. Nilai indeks dominansi (C) pada musim kemarau dan penghujan berkisar antara 0,08-0,29. Indeks dominansi (C) pada musim kemarau tertinggi yaitu 0,29 pada Stasiun 3 dan terendah 0,08 pada Stasiun 2, sedangkan pada musim penghujan yang tertinggi yaitu 0,16 pada Stasiun 1 dan terendah 0,10 pada Stasiun 2 dan 3.



**Gambar 7.** Grafik indeks dominansi fitoplankton pada musim kemarau dan penghujan di hilir Sungai Segedong.

## PEMBAHASAN

Sebanyak 59 spesies fitoplankton dikoleksi dari Sungai Segedong pada musim kemarau dan penghujan tahun 2022 yang terbagi menjadi 6 kelas yaitu Bacillariophyceae (35 spesies), Dinophyceae (15 spesies), Chlorophyceae (4 spesies), Cyanophyceae (3 spesies), Chrysophyceae (1 spesies) dan Xanthophyceae (1 spesies). Kelas Bacillariophyceae ditemukan paling banyak yang juga umum dijumpai di perairan (Nontji, 2008). Menurut Ginting et al. (2020), Kelas Bacillariophyceae memiliki daya tahan dan kemampuan adaptasi yang baik dengan lingkungannya. Jika dikaitkan dengan temperatur air di lokasi penelitian yang berkisar antara 29,0-31,9°C mendukung pertumbuhan Bacillariophyceae. Menurut Umiatun et al. (2017), Bacillariophyceae dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 20-35°C. Selain itu, Gurning et al. (2020) menyatakan bahwa Bacillariophyceae memiliki kemampuan reproduksi yang cukup tinggi di mana dalam waktu 18-36 jam jumlah populasinya bisa bertambah 2x lipat.

Selain Bacillariophyceae, banyaknya spesies Dinophyceae dapat didukung oleh kemampuannya membentuk sista (cysta) untuk bertahan hidup (Syafriani & Apriadi, 2017). Menurut Fitriadi et al.

(2021), Kelas Dinophyceae juga memiliki hubungan yang kuat dengan nutrien. Namun, kadar nitrat dan fosfat yang ditemukan di Sungai Segedong tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan baku mutu kehidupan air kelas 3 dan 4 yang memiliki nilai ambang nitrat 20 mg.L<sup>-1</sup> dan fosfat 1,0 mg.L<sup>-1</sup> (PP RI No. 22 Tahun, 2021). Jika dibandingkan antarstasiun, Dinophyceae ditemukan paling banyak di musim kemarau Stasiun 1 dan 2. Hertika *et al.* (2021) menyatakan bahwa fitoplankton pada kelas Dinophyceae memiliki kemampuan berenang yang cukup baik sehingga memungkinkan tersebar luas pada permukaan perairan.

Secara biologi, tingginya kelimpahan spesies pada Kelas Bacillariophyceae dan Dinophyceae serta rendahnya jumlah spesies dan kelimpahan dari Kelas Cyanophyceae dapat menandakan bahwa perairan di Sungai Segedong pada semua stasiun masih cukup baik dan tidak terlalu tercemar. Dari Kelas Cyanophyceae hanya ditemukan 3 spesies dan jumlah individu untuk setiap spesies relatif kecil. Sachlan (1982) menyatakan bahwa kehadiran fitoplankton dari Kelas Cyanophyceae akan mendominasi baik jenis maupun densitasnya pada perairan yang cenderung tercemar. Sementara, anggota Kelas Xanthophyceae umumnya ditemukan di laut Sachlan (1982). Ditemukannya satu spesies dari Kelas Xanthophyceae pada kedua musim terutama di Stasiun 2 dan 3 bisa disebabkan Stasiun 2 dan 3 yang cenderung lebih dekat dengan laut.

Berikutnya, Kelas Chlorophyceae dan Chrysophyceae hanya ditemukan pada musim kemarau. Kelas Chlorophyceae ditemukan sebanyak 4 spesies di seluruh stasiun sementara Kelas Chrysophyceae hanya ditemukan 1 spesies di Stasiun 2. Menurut Maresi *et al.* (2015), Chlorophyceae pada umumnya memiliki sifat yang mudah beradaptasi dan berkembangbiak sehingga banyak ditemukan di perairan terutama air tawar yang memiliki intensitas cahaya yang cukup. Sedikitnya jumlah spesies dari Kelas Chlorophyceae diduga karena pada lokasi penelitian memiliki tingkat kecerahan yang rendah. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai kecerahan pada kedua musim yang masih dibawah baku mutu kecerahan perairan yaitu <3 m. Rendahnya nilai kecerahan dapat terjadi karena faktor cuaca pada saat pengukuran serta tingginya masukan sedimen dan partikel terlarut dari bahan organik dan anorganik melalui proses *run-off* (Hamuna *et al.*, 2018). Sementara, sedikitnya spesies Chrysophyceae menandakan bahwa kulaitas

perairan di hilir Sungai Segedong dalam kondisi baik. Menurut Suhadi *et al.* (2020), sedikitnya spesies fitoplankton dari Kelas Chrysophyceae menandakan baiknya kondisi fisika kimia perairan, namun jika mendominasi maka perairan tersebut cenderung tercemar. Chrysophyceae hanya ditemukan di Stasiun 2 pada musim kemarau yang mana merupakan stasiun dengan kecerahan tertinggi.

Secara keseluruhan, kelimpahan fitoplankton di hilir Sungai Segedong pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan dengan musim penghujan. Menurut Sulistiowati *et al.* (2018), tingginya kelimpahan fitoplankton disebabkan penetrasi cahaya pada musim kemarau cenderung lebih tinggi sehingga akan menunjang pertumbuhan serta perkembangan fitoplankton melalui fotosintesis. Hal ini terlihat dari temperatur pada musim kemarau yang lebih tinggi dan berkisar antara 30,1 hingga 31,9 °C. Menurut Ayuningsih *et al.* (2014), laju fotosintesis akan meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur perairan. Alifuddin & Arisandi (2020) menambahkan bahwa tinggi rendahnya kelimpahan dipengaruhi oleh temperatur di mana kisaran temperatur 30-32 °C merupakan suhu yang sesuai bagi kelimpahan fitoplankton.

Kelimpahan fitoplankton di hilir Sungai Segedong tergolong rendah yaitu kurang dari 12.000 Ind.L<sup>-1</sup> dengan kategori tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) hingga sedang (mesotrofik). Hal ini sesuai dengan pendapat Nirmalasari *et al.* (2016) bahwa kelimpahan fitoplankton dikategorikan rendah jika kurang dari 12.000 Ind.L<sup>-1</sup>. Kelimpahan fitoplankton dapat bervariasi meski pada perairan yang berdekatan dan memiliki masa air yang sama akibat adanya perbedaan parameter fisika dan kimia perairan (Samawi *et al.*, 2020). Selain itu, kategori tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) pada Stasiun 2 dan 3 di musim penghujan karena memiliki nilai kecepatan arus paling tinggi dari stasiun yang lain sehingga memungkinkan fitoplankton terbawa arus perairan. Pambudi *et al.* (2017) menyatakan selain kurang dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan, rendahnya kelimpahan fitoplankton juga dipengaruhi oleh kecepatan arus. Kecepatan arus yang tinggi berakibat pada rendahnya kelimpahan fitoplankton karena kecepatan arus mempengaruhi pergerakan fitoplankton.

Indeks keanekaragaman (H') pada kedua musim berkisar antara 1,99-2,88 atau termasuk dalam kategori sedang (Odum, 1998). Menurut Sirait *et al.*

(2018), indeks keanekaragaman sedang menandakan produktivitas dan kondisi ekosistem perairan sedang atau cukup stabil. Jika dilihat dari kandungan nutrisi, Sungai Segedong tidak menunjukkan kadar nitrat dan fosfat yang tinggi. Wisna et al. (2021) menyatakan bahwa fosfat merupakan unsur esensial sebagai bahan nutrisi bagi organisme akuatik terutama fitoplankton. Dalam hal ini, fitoplankton sebagai produsen primer perairan dapat dijadikan sebagai bioindikator untuk mengetahui kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan (Sirait et al., 2018). Dilihat dari nilai indeks keseragaman (E) yang berkisar antara 0,53-0,80 atau termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi, menandakan bahwa keseragaman spesies di hilir Sungai Segedong cukup merata. Leidonald et al. (2022) menyatakan jika indeks keseragaman tinggi berarti penyebaran individu merata sehingga setiap spesies memiliki kesempatan yang sama dalam memanfaatkan nutrisi meskipun dalam jumlah yang terbatas. Indeks keseragaman pada Stasiun 3 di musim kemarau merupakan yang terendah yaitu 0,53 atau termasuk dalam kategori sedang. Nilai keseragaman yang terendah di Stasiun 3 musim kemarau menunjukkan adanya kemungkinan dominansi. Nilai indeks dominansi pada Stasiun 3 musim kemarau yaitu 0,29 yang merupakan nilai tertinggi dari seluruh stasiun.

Namun, secara keseluruhan nilai indeks dominansi (C) menunjukkan kisaran 0,08-0,29 yang termasuk dalam kategori rendah  $D < 0,4$  (Odum, 1998). Nilai dominansi komunitas rendah menandakan tidak adanya dominansi spesies tertentu di hilir Sungai Segedong. Rendahnya nilai indeks dominansi berkaitan dengan nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman, di mana indeks keanekaragaman yang diperoleh termasuk dalam kategori sedang serta indeks keseragaman yang termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi. Perbedaan nilai kelimpahan, indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi juga dapat terjadi karena adanya perbedaan faktor fisika air, ketersediaan bahan organik atau nutrisi pada setiap stasiun serta kemampuan masing-masing jenis fitoplankton dalam beradaptasi dengan lingkungannya (Leidonald et al., 2022; Habibi, 2020; Sirait et al., 2018).

Secara keseluruhan, Sungai Segedong termasuk ke dalam jenis perairan payau dengan salinitas yang relatif lebih rendah dari salinitas air laut. Kehadiran spesies fitoplankton yang biasa ditemukan di laut menandakan bahwa beberapa organisme terbawa

arus di bagian hilir sungai. Meskipun berada di kawasan hutan mangrove, namun kandungan nutrisi terutama nitrat dan fosfat tidak terlalu tinggi. Kandungan nutrisi yang relatif rendah ini menjelaskan tingkat keanekaragaman spesies fitoplankton yang juga berada dalam kategori sedang. Sebagai tindak lanjut, dari nilai kelimpahan yang rendah ini menandakan pentingnya menjaga area hutan mangrove di pinggiran sungai untuk tetap mempertahankan asupan nutrisi ke perairan yang sekaligus menjaga keberlangsungan hidup organisme akuatik di dalamnya. Selain sebagai pemasok nutrisi ke perairan, hutan mangrove yang ada di pinggiran Sungai Segedong juga berfungsi untuk menahan abrasi air laut ke daratan yang lebih jauh.

## KESIMPULAN

Keenam kelas fitoplankton ditemukan di Sungai Segedong dengan kelimpahan bervariasi pada setiap stasiun pengamatan dan musim. Jumlah spesies dari Kelas Bacillariophyceae dan Dinophyceae ditemukan paling banyak. Secara fisika kimia, Sungai Segedong termasuk ke dalam perairan payau yang senantiasa mendapatkan masukan air laut. Beberapa spesies yang umum ditemukan di laut juga dapat ditemukan di Sungai Segedong. Sungai Segedong juga tergolong perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) hingga sedang (mesotrofik) dengan tingkat dominansi yang rendah dan keseragaman sedang hingga tinggi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai sebagian oleh dana FKIP Universitas Tanjungpura Tahun Anggaran 2022 dan sebagian oleh dana mandiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- A'Yun, N.Q., Perdana, T.A.P., Pramono, P.A., & Laily, A.N. (2015) Identifikasi Fitoplankton di Perairan yang Tercemar Lumpur Lapindo, Porong Sidoarjo. *BIOEDUKASI Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 85-51. doi: 10.20961/bioedukasi-uns.v8i1.3414
- Alifuddin, M., & Arisandi, A. (2020). Kepadatan Fitoplankton di Pesisir Kalianget Kabupaten Sumenep. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(4), 567-573. doi: 10.21107/juvenil.v1i4.9038
- APHA. (2005). *Standard Method For The Examination Of Water And Wastewater*. Washington DC, American Public Health.
- Ayuningsih, M.S., Hendrarto, B., & Purnomo, P.W. (2014). Distribusi Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-a

- di Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara: Hubungannya dengan Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, 3(2), 138-147. doi: [10.14710/marj.v3i2.5017](https://doi.org/10.14710/marj.v3i2.5017)
- Bagaskara, W.B., Ario, R., & Riniatsih, I. (2020). Kualitas Perairan di tinjau dari Distribusi Fitoplankton serta Indeks Saprobik di Pantai Marina Semarang Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 333–342. doi: [10.14710/jmr.v9i3.27561](https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27561)
- Botes, L. (2003). *Phytoplankton Identification Catalogue-Saldanha Bay*. South Africa, Globallast Monograph Series No.7.
- Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL). (2022). *Peta Administrasi Wilayah Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kubu Raya. (2021). *Identifikasi dan Inventarisasi Kawasan Pedesaan Kecamatan Batu Ampar*. Kubu Raya: Bappeda Kubu Raya.
- Biggs, B.J.F., & Kilroy, C. (2000). *Stream Periphyton Monitoring Manual*. New Zealand, NIWA.
- Candramila, W., Lorensa, S.M., Pristalika, Y., & Junardi. (2022). *BioLink: Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 8(2), 218-228. doi: [10.31289/biolink.v8i2.6131](https://doi.org/10.31289/biolink.v8i2.6131)
- 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.
- Fila, R., Nurcahyani, N., & Ardiansyah, F. (2020). Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Mangrove Pulau Santen Banyuwangi. *Jurnal Biosense*, 2(1), 38-50. doi: [10.36526/biosense.v2i01.373](https://doi.org/10.36526/biosense.v2i01.373)
- Fitriadi, R., Pratiwi, N.T.M., & Kurnia, R. (2021). Komunitas Fitoplankton dan Konsentrasi Nutrien di Waduk Jatigede. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Indonesia (JIPI)*, 26(1), 143-150. doi: [10.18343/jipi.26.1.143](https://doi.org/10.18343/jipi.26.1.143)
- Ginting, F.R., Pratiwi, D.C., Rohadi, E., Muslihah, N., Alviyanti, D., & Sartimbul, A. (2021). Struktur Komunitas Fitoplankton Pada Perairan Mayangan Probolinggo, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(1), 146-153. doi: [10.21776/ub.jfmr.2021.005.01.20](https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.01.20)
- 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](https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27483)
- Habibi, A. (2020). Komunitas Fitoplankton di Sungai Krueng Mane Aceh Utara. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 2(1), 30-37. doi: [10.51179/jipsbp.v2i1.374](https://doi.org/10.51179/jipsbp.v2i1.374)
- Halidah. (2016). Keanekaragaman Plankton pada Hutan Mangrove di Kepulauan Togeon Sulawesi Tengah. *Jurnal Info Teknis EBONI*, 13(1), 37-44. doi: [10.20886/buleboni.5074](https://doi.org/10.20886/buleboni.5074)
- Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito., Maury, H.K., & Alianto. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35-43. doi: [10.14710/jil.16.1.35-43](https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43)
- Harris, G.P. (1986). *Phytoplankton Ecology*. London, Chapman and Hall.
- Hartoko, A. (2013). *Oceanographic Characters and Plankton Resources of Indonesia*. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Hasle, et al. (1996). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. San Diego, Academic Press.
- Hasle, et al. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton*. San Diego, Academic Press.
- Hertika, A.M.S., Arsad, S., & Putra. R.B.D.S. (2021). *Ilmu Tentang Plankton dan Peranannya di Lingkungan Perairan*. Malang, Universitas Brawijaya Press.
- Idrus, S.W.A. (2018). Analisis Kadar Karbon Dioksida di Sungai Ampenen Lombok. *Jurnal Pijar MIPA*, 13(2), 167-170. doi: [10.29303/jpm.v13.i2.760](https://doi.org/10.29303/jpm.v13.i2.760)
- Iklima, R., Diansyah, G., Agussalim, A., & Mulia, C. (2019). Analisis Kandungan N-Nitrogen (Amonia, Nitrit, Nitrat) dan Fosfat di Perairan Teluk Pandan Provinsi Lampung. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 8(1), 57–66. doi: [10.33230/JLSO.8.1.2019.377](https://doi.org/10.33230/JLSO.8.1.2019.377)
- Lampiran VI PP RI No. 22 Tahun 2001 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Lampiran VIII PP RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Leidonald, R., Yusni, E., Siregar, R.F., Rangkuti, A.M., & Zulkifli, A. (2022). Keanekaragaman Fitoplankton dan Hubungannya dengan Kualitas Air di Sungai Aek Pohon, Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Aquacoastmarine*, 1(2), 85-96. doi: [10.32734/jafs.v1i2.8753](https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.8753)
- Maresi, S.R.P., Priyanti, & Yunita, E. (2015). Fitoplankton sebagai Bioindikator Saprobitas Perairan di situ Bulakan Kota Tangerang. *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*, 8(2), 113-122. doi: [10.15408/kauniyah.v8i2.2697](https://doi.org/10.15408/kauniyah.v8i2.2697)
- Marman, T.M., Purnawan, S., & Dewiyanti, I. (2016). Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Laguna Gampong Pulot Kecamatan Leupung Aceh Besar. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 1(2), 158-167. doi: [10.24198/jaki.v1i2.29156](https://doi.org/10.24198/jaki.v1i2.29156)
- Nirmalasari, K P., Lukitasari, M., & Widiyanto, J. (2016). Pengaruh Intensitas Musim Hujan Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Di Waduk Bening Saradan. *JEMS: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 2(1), 41-47. doi: [10.25273/jems.v2i1.178](https://doi.org/10.25273/jems.v2i1.178)
- Nontji, A. (2008). *Plankton Laut*. Jakarta, LIPI Press.
- Odum, E.P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ke-3*. Yogyakarta, UGM Press.
- Odum, E. P. (1998). *Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ke-3*. Yogyakarta, UGM Press.
- Pambudi, A., Priambodo, T.W., Noriko, N., & Basma. (2017). Keanekaragaman Fitoplankton Sungai Ciliwung Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 3(4), 204-212. doi: [10.36722/sst.v3i4.235](https://doi.org/10.36722/sst.v3i4.235)
- Pereira, L., & Neto, J.M. (2015). *Marine algae: Biodiversity, Taxonomy, Enviromental Assessment, and Biotechnology*. Boca Raton, CRC Press.
- Prescott, G.W. (1964). *The Fresh Water Algae*. East Lansing Michigan, W.M.C. Brown Company Publishers

- Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan Fitoplankton dan Kaitannya dengan Beberapa Parameter Lingkungan Perairan di Estuari Sei Carang Kota Tanjungpinang. *Journal of Marine Research*, 11(2), 189-200. doi: [10.14710/jmr.v11i2.32945](https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945)
- Raymont, J.E.G. (1980). *Plankton and Productivity in The Ocean*. Mc Millan, A Pergamon Press Book.
- Sachlan, M. (1982). *Planktonologi*. Semarang, Undip Fakultas Peternakan dan Perikanan.
- Samawi, M.F., Tahir, A., Tambaru, R., Amri, K., Lanuru, M., & Armi, N.K. (2020). Fitoplankton dan Parameter Fisika Kimia Perairan Estuaria Pantai Barat Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal Torani: JFMarSci*, 3(2), 61-70.
- Saragih, G.M., & Erizka, W. (2018). Keanekaragaman Fitoplankton Sebagai Indikator Kualitas Air Danau Sipin Di Kota Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 22-28. doi: [10.33087/daurling.v1i1.5](https://doi.org/10.33087/daurling.v1i1.5)
- Sari, T.E.Y., & Usman. (2012). Studi Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penangkapan Ikan Perairan Selat Asam Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 17(1), 88-100. doi: [10.31258/jpk.17.01.%25p](https://doi.org/10.31258/jpk.17.01.%25p)
- Siagian, J., Arthana, I.W., Pebriani, D.A.A. (2019). Tingkat Kesuburan Muara Tukad Aya, Jembrana Bali Berdasarkan Kelimpahan Plankton dan Ketersediaan Nutrien. *Journal of Current Trends in Aquatic Science*, 2(2), 72-78.
- Sinaga, A., Rosmaiti, Isma, M. F. (2021). Pemetaan Kualitas Perairan Payau yang Potensial di Tambak Kuala Langsa. *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 5(2), 39-44.
- Sirait, M., Rahmatia, F., & Patulloh. (2018). Komparasi Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Fitoplankton di Sungai Ciliwung Jakarta. *Jurnal Kelautan*, 11(1), 75-79. doi: [10.21107/jk.v11i1.3338](https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.3338)
- Sirait, M., Rahmatia, F., & Pattulloh. (2018). Komparasi Indeks Keanekaragaman Dan Indeks Dominansi Fitoplankton di Sungai Ciliwung. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 75-79. doi: [10.21107/jk.v11i1.3338](https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.3338)
- Suhadi, M., Gustomi, A., & Supratman, O. (2020). Struktur Komunitas Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Upang Desa Tanah Bawah Kecamatan Puding Besar. *Akuatik Jurnal Sumber Daya Perairan*, 14(1), 26-32. doi: [10.33019/akuatik.v14i1.2014](https://doi.org/10.33019/akuatik.v14i1.2014)
- Sulistiowati, D., Tanjung, R.H.R., & Lantang, D. (2018). Keragaman dan Kelimpahan Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan di Perairan Pantai Jayapura. *Jurnal Biologi Papua*, 8(2). doi: [10.31957/jbp.56](https://doi.org/10.31957/jbp.56)
- Suryanto, A.M., & Umi, H. (2009). Pendugaan Status Trofik Dengan Pendekatan Kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sengguruh, Karangates, Lahor, Wlingi Raya dan Wonorejo Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 7-13. doi: [10.20473/jipk.v1i1.11692](https://doi.org/10.20473/jipk.v1i1.11692)
- Syafriani, R., & Apriadi, T. (2017). Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Estuari Sei Terusan, Kota Tanjungpinang. *Jurnal Limnotek*, 24(2), 74-82. doi: [10.14203/limnotek.v24i2.150](https://doi.org/10.14203/limnotek.v24i2.150)
- Syahrul, Nur, M., Fajriani, Fitriah, R. (2021). Analisis Kesesuaian Kualitas Air Sungai Dalam Mendukung Kegiatan Budidaya Perikanan di Desa Batetangnga, Kecamatan Binuang, Prvinsi Sulawesi Barat. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*, 3(1), 172-181. doi: [10.31605/signanus.v3i1.1210](https://doi.org/10.31605/signanus.v3i1.1210)
- Umiatun, S., Carmudi., & Christiani. (2017). Hubungan Antara Kandungan Silika Dengan Kelimpahan Diatom Benthik di Sepanjang Sungai Pelus Kabupaten Banyumas. *Jurnal Scripta Biologica*, 4(1), 61-67. doi: [10.20884/1.sb.2017.4.1.387](https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.1.387)
- Umiatun, S., Carmudi, C., & Christiani. (2017). Hubungan Antara Kandungan Silika Dengan Kelimpahan Diatom Benthik di Sepanjang Sungai Pelus Kabupaten Banyumas. *Jurnal Scripta Biologica*, 4(1), 61-67. doi: [10.20884/1.sb.2017.4.1.387](https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.1.387)
- Vuuren, et al. (2006). *Easy identification of the most common freshwater algae*. Pretoria, RQS.
- Wahyuni, I.S., & Rosanti, D. (2016). Keanekaragaman Fitoplankton di Kolam Retensi Kambang Iwak Kota Palembang. *Jurnal Sainmatika*, 13(2), 48-57.
- Widianingsih., Hartati, R., Djamali, A., & Sugestiningih. (2007). Kelimpahan dan Sebaran Horizontal Fitoplankton di Perairan Pantai Timur Pulau Belitung. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 12(1), 6-11. doi: [10.14710/ik.ijms.12.1.6-11](https://doi.org/10.14710/ik.ijms.12.1.6-11)
- Wiyarsih, B., Endrawati, H., & Sedjati, S. (2019). Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Laguna Segara Anakan, Cilacap. *Jurnal BULETIN OSEANOGRAFI MARINA*, 8(1), 1-8. doi: [10.14710/buloma.v8i1.21974](https://doi.org/10.14710/buloma.v8i1.21974)
- Wisha, U. J., Ondara, K., & Ilham. (2018). The Influence of Nutrient (N and P) Enrichment and Ratios on Phytoplankton Abundance in Keunekai Waters, Weh Island, Indonesia. *Makara Journal of Science*, 22(4), 187-197. doi: [10.7454/mss.v22i4.9786](https://doi.org/10.7454/mss.v22i4.9786)
- Wulandari, D.Y., Pratiwi, N.T.M., & Adiwilaga, E.M. (2014). Distribusi Spasial Fitoplankton di Perairan Pesisir Tangerang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 19(3), 156-162.