

Analisis Keanekaragaman dan Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Rawas, Sumatra Selatan

(Analysis of Phytoplankton Diversity and Abundance in the Rawas River, South Sumatra)

Mardiyah Ulpa¹, Mahya Ihsan¹, Dawam Suprayogi^{1*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

*E-mail: dawamsuprayogi@unja.ac.id

Abstrak: Sungai Rawas, salah satu anak Sungai Musi di Sumatra Selatan, menghadapi tantangan kualitas air akibat berbagai aktivitas antropogenik seperti limbah rumah tangga, industri, dan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman, dan kelimpahan fitoplankton serta parameter perairan di Sungai Rawas. Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun selama Maret hingga Juni 2023. Identifikasi fitoplankton dilakukan di laboratorium menggunakan mikroskop trinokuler, dan analisis data mencakup indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dominansi (C), serta analisis PCA. Hasil menunjukkan 49 jenis fitoplankton dari 7 kelas, dengan kelas Bacillariophyceae mendominasi (69.86%). Stasiun II menunjukkan keanekaragaman tertinggi ($H' = 3.601$) berkat pengelolaan limbah industri melalui IPAL, sedangkan Stasiun I memiliki kelimpahan tertinggi (37.59%) akibat limbah rumah tangga. Analisis PCA mengidentifikasi nitrat, fosfat, kecerahan air, dan kecepatan arus sebagai parameter dominan yang memengaruhi distribusi fitoplankton. Penelitian ini menekankan pentingnya pengelolaan limbah untuk menjaga kualitas perairan dan kelestarian ekosistem Sungai Rawas.

Kata Kunci: Fitoplankton, Keanekaragaman, Kelimpahan, Sungai Rawas, Sumatera Selatan

Abstract: The Rawas River, a tributary of the Musi River in South Sumatra, faces water quality challenges due to various anthropogenic activities such as household waste, industrial discharge, and agricultural runoff. This study aimed to analyze the diversity and abundance of phytoplankton, as well as water parameters, in the Rawas River. Sampling was conducted at three stations from March to June 2023. Phytoplankton identification was performed in the laboratory using a trinocular microscope, and data analysis included diversity index (H'), evenness index (E), dominance index (C), and PCA analysis. Results identified 49 phytoplankton species across 7 classes, with Bacillariophyceae dominating (69.86%). Station II exhibited the highest diversity ($H' = 3.601$) due to effective industrial waste management through IPAL, while Station I showed the highest abundance (37.59%) due to household waste input. PCA analysis identified nitrate, phosphate, water transparency, and current velocity as dominant parameters influencing phytoplankton distribution. This study underscores the importance of waste management in maintaining water quality and preserving the Rawas River ecosystem.

Keywords: Phytoplankton, Diversity, Abundance, Rawas River, South Sumatra

PENDAHULUAN

Sungai Rawas, salah satu dari delapan anak Sungai Musi di Provinsi Sumatra Selatan, memiliki panjang sekitar 500 km dari total panjang Sungai Musi yang mencapai 750 km. Sungai ini mengalir dari Kota Lubuk Linggau hingga ke Kabupaten Musi Rawas Utara, dengan koordinat $102^{\circ}4'0''$ BT - $103^{\circ}22'13''$ BT dan $2^{\circ}19'15''$ LS - $3^{\circ}6'30''$ LS. Lebar Sungai Rawas berkisar ± 100 meter, dan kedalamannya mencapai rata-rata 3 meter selama musim hujan (Yusnaini dkk, 2022). Aliran sungai ini melewati perkebunan dan permukiman penduduk serta dihubungkan dengan puluhan anak sungai di wilayah Daerah Rawas. Secara umum, Sungai Rawas terdiri dari air permukaan dan air bawah permukaan (air tanah) dengan substrat batu di daerah dangkal. Sungai ini menerima limbah dari berbagai kegiatan industri yang mengandung bahan organik dan kimia, serta limbah rumah tangga dari aktivitas mandi, cuci, dan kakus (MCK) (Arbi dkk, 2021). Selain itu, sungai ini juga digunakan sebagai saluran irigasi pertanian yang melibatkan penggunaan pestisida dan pupuk, yang berkontribusi terhadap kontaminasi badan air.

Perubahan kualitas perairan dapat dipantau melalui keberadaan dan kelimpahan organisme tertentu yang mencerminkan kondisi ekosistem perairan. Salah satu kelompok organisme yang sering digunakan untuk tujuan ini adalah fitoplankton. Fitoplankton merupakan organisme mikroskopis yang mengandung klorofil dan mampu melakukan fotosintesis. Mulyani dkk (2021), menjelaskan bahwa fitoplankton merupakan penyumbang oksigen terbesar di perairan dan berfungsi sebagai parameter biologis yang dapat digunakan untuk menilai kualitas serta tingkat kesuburan perairan. Sebagai indikator biologis perairan, fitoplankton berperan dalam menentukan apakah suatu perairan berada dalam kondisi yang baik atau mengalami gangguan. Hal ini disebabkan oleh siklus hidup fitoplankton yang relatif singkat serta responsnya yang sangat cepat terhadap perubahan lingkungan.

Sebagai organisme yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, fitoplankton sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang memengaruhi proses fotosintesis (Anggara dkk, 2017). Tingkat cahaya yang cukup memungkinkan fitoplankton untuk berkembang biak secara optimal, sementara cahaya yang kurang dapat menekan pertumbuhannya dan memengaruhi komposisi spesies yang ada. Dengan demikian, keberadaan dan kelimpahan fitoplankton memberikan informasi penting tentang kondisi lingkungan perairan. Perairan yang subur atau kaya akan nutrisi biasanya memiliki keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton yang tinggi, menunjukkan ekosistem yang sehat dan mampu menopang beragam kehidupan akuatik (Ilham dkk, 2020; Aisoi, 2019; Hasan dkk, 2017). Sebaliknya, perairan yang tercemar atau minim nutrisi cenderung menunjukkan penurunan keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton, yang mengindikasikan kualitas air yang rendah.

Perubahan kondisi air di Sungai Rawas yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat, limbah dari pabrik pengolahan karet, dan kegiatan perkebunan telah memengaruhi keanekaragaman serta kelimpahan fitoplankton, dan meningkatkan kekeruhan air, yang berdampak pada kualitas perairan di sungai ini (Arbi dkk, 2021). Penelitian oleh Yusnaini dkk (2022), menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Rawas terus menurun dari tahun ke tahun akibat tingginya beban sedimentasi dan pencemaran yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan masyarakat. Oleh karena itu, mengingat pentingnya peran Sungai Rawas dalam aktivitas sehari-hari masyarakat, diperlukan penelitian mendalam tentang keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton di sungai ini. Penelitian

ini bertujuan untuk menganalisis distribusi fitoplankton sebagai cerminan kualitas air terkini, sehingga dapat membantu mengantisipasi perubahan lingkungan di wilayah tersebut.

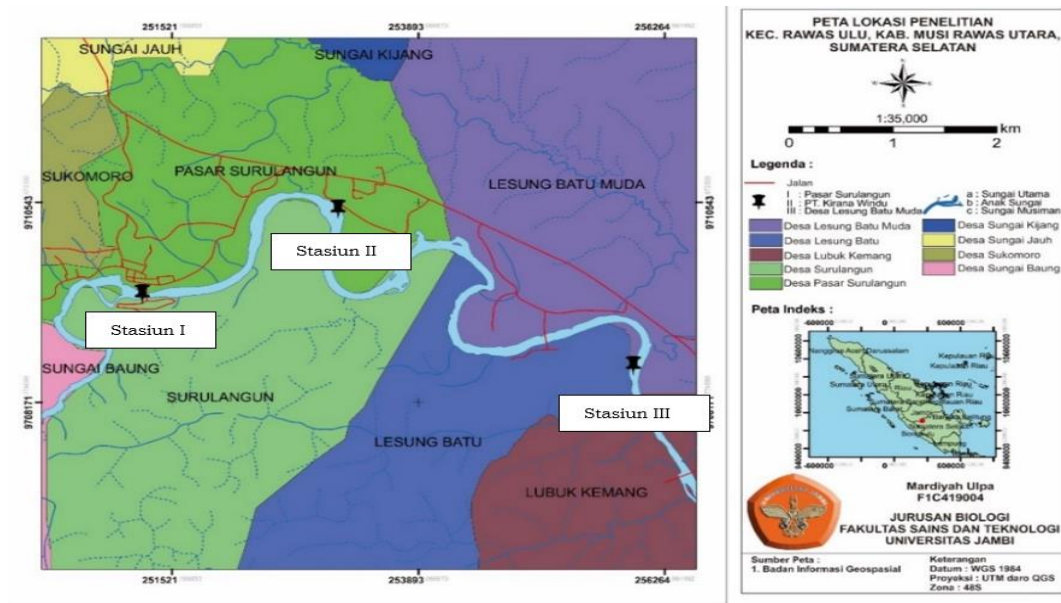
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi kuantitatif dengan menggunakan metode *Post Facto Deskriptif*, yaitu pengambilan sampel yang dilakukan secara langsung di lokasi penelitian dan sampel fitoplankton yang ditemukan diidentifikasi di laboratorium, untuk dapat menganalisis keanekaragaman dan kelimpahan di Sungai Rawas.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Juni 2023. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi dan sore hari, yaitu pukul 08.00-10.00 WIB dan pukul 15.00-17.00 WIB di Sungai Rawas, Kecamatan Musi Rawas Utara, Sumatra Selatan. Sampel yang diperoleh dari lokasi penelitian kemudian diidentifikasi di Laboratorium Bioteknologi dan Rekayasa II, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Untuk pengujian kadar nitrat dan fosfat dikirim ke Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi.

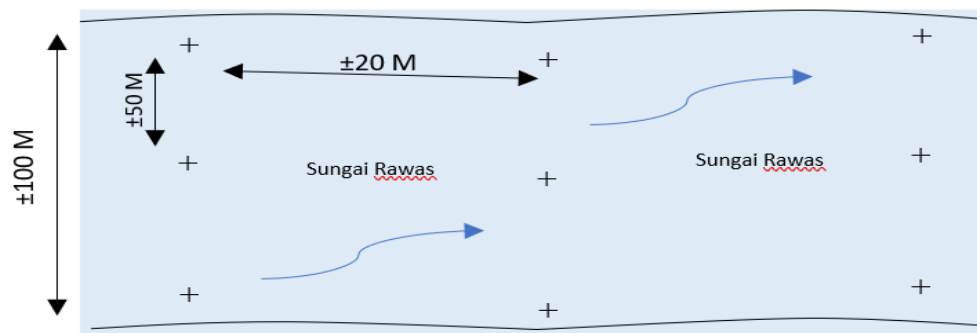
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sampel air dari Sungai Rawas, alkohol untuk sterilisasi, DO kit untuk mengukur kadar oksigen terlarut, formalin 4% untuk pengawetan sampel fitoplankton, dan H_2SO_4 untuk pengawetan sampel nitrat. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel fitoplankton terdiri dari *plankton net* berukuran 25 μm , ember berkapasitas 10 liter, spidol permanen, kertas label, dan botol sampel. Untuk pengukuran parameter kualitas perairan, alat yang digunakan meliputi lempeng secchi, pH meter, termometer, bola pingpong dan tali, stopwatch, GPS, meteran, botol berukuran 1 liter, dan *ice box*. Alat yang digunakan untuk identifikasi fitoplankton mencakup mikroskop trinokuler, kamera, cover glass, *Sedgwick Rafter Counting Chamber*, pipet tetes, alat tulis, gelas ukur, dan buku identifikasi fitoplankton.

Penelitian ini dilakukan pada tiga stasiun yang mewakili kondisi perairan Sungai Rawas (Gambar 1). Stasiun I berlokasi di Desa Surulangun Rawas, Kecamatan Rawas Ulu, pada titik koordinat $2^{\circ}37'35.8''S$ $102^{\circ}45'45.5''E$. Lokasi ini dekat dengan pemukiman penduduk sehingga digunakan sebagai area mandi, cuci, dan kakus (MCK). Stasiun II terletak di Kelurahan Pasar Surulangun, Kecamatan Rawas Ulu, pada titik koordinat $2^{\circ}37'03.0''S$ $102^{\circ}46'46.7''E$. Daerah ini merupakan hulu dari pabrik karet dan menjadi sumber pencemaran limbah industri karet. Stasiun III berada di Desa Lesung Batu, Kecamatan Rawas Ulu, pada titik koordinat $2^{\circ}37'47.6''S$ $102^{\circ}48'05.9''E$, yang mewakili bagian hilir Sungai Rawas serta area perkebunan masyarakat Desa Lesung Batu. Stasiun ini memiliki substrat batu berukuran kecil hingga sedang serta pasir, dengan warna perairan kecoklatan dan kedalaman sekitar 3 meter.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan secara systematic sampling. Sampel air diambil pada pagi dan sore hari di permukaan air sebanyak 100 liter menggunakan ember berkapasitas 10 liter dan disaring dengan plankton net berukuran 25 μm . Air yang telah disaring kemudian dipindahkan ke botol sampel berkapasitas 10 ml dan diawetkan dengan larutan formalin 4% (Aryawati dkk., 2021). Sampel kemudian disimpan dalam ice box berisi es batu untuk menjaga suhu di bawah 4°C dan diberi label sesuai area perairan dan lokasi pengambilan sampel (Yuliana dkk, 2012; Suhenda, 2016).



Keterangan:

= Arus air

+ = Titik pengambilan sampel fitoplankton

Gambar 2. Desain Pengambilan Sampel Fitoplankton

Pengambilan sampel air untuk analisis fisika dan kimia dilakukan secara *in situ* dan *ex situ*. Setiap parameter diukur pada pagi dan sore hari dengan tiga kali pengulangan

untuk meningkatkan akurasi hasil. Parameter fisika dan kimia yang diukur secara *in situ* meliputi suhu, kecerahan, kecepatan arus, pH, dan oksigen terlarut (DO), sedangkan parameter yang diukur secara *ex situ* adalah nitrat dan fosfat.

Identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Rekayasa II, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Identifikasi dilakukan secara sensus, yaitu dengan mengamati keseluruhan botol sampel. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop trinokuler dengan pembesaran 10x10, dan perhitungan dilakukan menggunakan alat hitung (*counter*) sesuai dengan urutan kotak dalam *Sedgwick Rafter Counting Chamber*. Proses identifikasi mengacu pada beberapa referensi, yaitu *Identification Guide to Common Periphyton In New Zealand Streams and Rivers* (Biggs dan Kilroy, 2000), *Freshwater Algae: Identifikasi and Use as Bioindicators* (Billinger dan Sigeo, 2010), dan *Phytoplankton Identification Catalogue* (Botes, 2003). Setelah diidentifikasi, dilakukan beberapa analisis data yang meliputi:

1. Indeks Keanekaragaman (H')

Analisis indeks keanekaragaman dihitung menggunakan Persamaan *Shanon-Wiener* (Odum, 1993).

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

Keterangan:

H' : Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener

N : Jumlah total individu fitoplankton

n_i : Jumlah individu fitoplankton ke- i

P_i : n_i/N (proporsi jenis fitoplankton ke- i)

\ln : Logaritma natural

Menurut Aisoi (2019), Kisaran dari nilai indeks keanekaragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

$H' < 1$: Keanekaragaman rendah dan kestabilan komunitas rendah.

$1 \leq H' \leq 3$: Keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang

$H' > 3$: Keanekaragaman tinggi dan kestabilan komunitas tinggi

2. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Odum, 1993):

$$E = \frac{H'}{H'_{maks}} \text{ dengan } H'_{maks} = \ln S$$

Keterangan:

E : Indeks Keseragaman

H' : Indeks Keanekaragaman

H'_{maks} : Nilai keanekaragaman maksimum

S : Jumlah total individu

Menurut Ilham dkk (2020), Indeks keseragaman memiliki kisaran dari 0-1. Dimana nilai indeks keseragaman semakin kecil menunjukkan penyebaran jumlah individu fitoplankton dari setiap jenis tidak sama. Sebaliknya, nilai indeks keseragaman semakin besar maka populasi akan menunjukkan keseragaman dengan kisaran sebagai berikut:

- $E < 0.4$: Keseragaman jenis rendah
 $0.4 \leq E \leq 0.6$: Keseragaman jenis sedang
 $E > 0.6$: Keseragaman jenis tinggi

3. Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi dihitung menurut Odum (1993), menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \sum_i^n (ni/N)^2$$

Keterangan:

- C : Indeks dominansi *Simpson*
ni : Jumlah individu jenis ke-I (ind/cm²)
N : Jumlah total individu (ind/cm²)

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1. Jika nilai yang didapat mendekati nol dapat disimpulkan tidak ada individu mendominasi pada komunitas tersebut, Namun apabila mendekati 1 maka terdapat suatu individu yang mendominasi.

4. *Principal Component Analysis* (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk mengeksplorasi hubungan antar parameter fisik dan kimia perairan serta mengidentifikasi parameter lingkungan dominan yang memengaruhi kondisi di setiap stasiun pengamatan. Analisis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak R Studio dengan paket vegan. Data input berupa matriks parameter lingkungan, yang mencakup suhu, kecepatan arus, kecerahan air, pH, oksigen terlarut, nitrat, dan fosfat. Sebelum analisis, data dinormalisasi untuk memastikan bahwa semua parameter memiliki skala yang setara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan hasil identifikasi sampel fitoplankton yang telah dilakukan pada ketiga titik stasiun di Sungai Rawas Kabupaten Rawas Ulu, ditemukan sebanyak 49 Jenis fitoplankton yang dikelompokkan berdasarkan kelas. Secara keseluruhan jenis fitoplanton yang banyak termasuk ke dalam kelas Bacillariophyceae. Jumlah dan jenis fitoplankton dari ketiga stasiun di Sungai Rawas disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah dan Jenis Fitoplankton (Individu/100L) Di Sungai Rawas

No	Kelas	Spesies	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Jumlah
1	Bacillariophyceae	<i>Diatoma elongatum</i>	1.961	1.423	1.568	4.952
2		<i>Navicula</i> sp.	1.747	1.275	1.550	4.572
3		<i>Cocconeis plasentula</i>	1.444	1.020	1.086	3.55
4		<i>Pinnularia</i> sp.	1.045	908	996	2.949
5		<i>Diatoma tenuis</i>	1.133	610	1.025	2.768
6		<i>Cymbella</i> sp.	955	842	896	2.693
7		<i>Pinnularia viridis</i>	894	620	860	2.374
8		<i>Synedra ulna</i>	860	641	814	2.315
9		<i>Pinnularia gibba</i>	781	644	744	2.169
10		<i>Stephanodiscus</i> sp.	720	451	611	1.782
11		<i>Placoneis placentula</i>	627	482	599	1.708

12		<i>Synedra delicatissima</i>	593	467	506	1.566
13		<i>Cyclotella</i> sp.	474	402	452	1.328
14		<i>Nitzschia curvula</i>	466	371	453	1.29
15		<i>Nitzschia cf. linearis</i>	469	212	427	1.108
16		<i>Bacillaria paxillifera</i>	309	213	248	770
17		<i>Surirella angusta</i>	308	186	262	756
18		<i>Frustuila</i> sp.	296	213	239	748
19		<i>Pinnularia interrupta</i>	271	197	212	680
20		<i>Gyrosigma</i> sp.	218	158	194	570
21		<i>Triceratium</i> sp.	176	152	169	497
22		<i>Surirella elegans</i>	177	109	172	458
23		<i>Nitzschia closterium</i>	165	119	169	453
24		<i>Nitzschia sigma</i>	168	124	159	451
25		<i>Synedra acus</i>	179	107	141	427
26		<i>Fragilaria</i> sp.	84	160	102	346
27		<i>Rhabdonema arcuatum</i>	72	68	77	217
28		<i>Pseudo-nitzschia australis</i>	75	50	70	195
29		<i>Achnanthes linearis</i>	40	23	32	95
30	Chlorophyceae	<i>Characium</i> sp.	653	569	591	1.813
31		<i>Tetraedron</i> sp.	559	501	526	1.586
32		<i>Tetraedron minimum</i>	546	411	459	1.416
33		<i>Volvox</i> sp.	512	363	391	1.266
34		<i>Tetraedron muticum</i>	321	267	298	886
35		<i>Scendesmus</i> sp.	340	262	269	871
36		<i>Cylindrocapsa</i> sp.	322	214	272	808
37		<i>Ankistrodesmus</i> sp.	263	181	210	654
38	Zygnematophyceae	<i>Staurastrum sebaldi</i>	496	423	418	1.337
39		<i>Netrium interruptum</i>	360	374	357	1.091
40		<i>Cloosterium acutum</i>	343	365	345	1.053
41		<i>Zygogonium ericetorum</i>	243	262	237	742
42		<i>Spirogyra</i> sp.	236	195	229	660
43		<i>Cosmarium punctulatum</i>	189	225	200	614
44		<i>Closterium moniliferum</i>	174	192	161	527
45		<i>Zygnema</i> sp.	170	178	157	505
46	Xanthophyceae	<i>Vaucheria</i> sp.	667	538	591	1.796
47	Cyanophyceae	<i>Coelosphaerium</i> sp.	353	221	330	904
48	Florideophyceae	<i>Audouinella</i> sp.	93	135	87	315
49	Dinophyceae	<i>Ceratium</i> sp.	13	18	15	46
Total			23.560	18.141	20.976	62.677

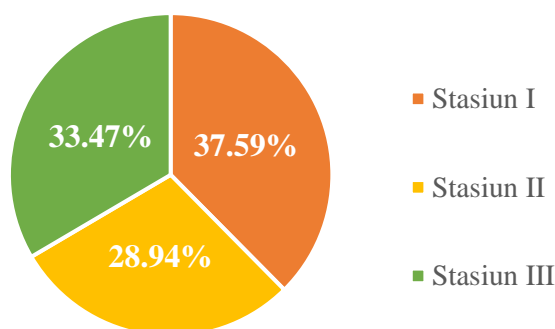
Jenis-jenis fitoplankton yang ditemukan terdiri atas 7 kelas yang terbagi ke dalam 3 kingdom. Kingdom Plantae yang ditemukan diantaranya yaitu kelas Chlorophyceae, Florodeophyceae, Zygnomatophyceae. Kingdom Chormista yang ditemukan diantaranya yaitu kelas Bacillariophyceae, kelas Dinophyceae dan kelas Xantophyceae dan Kingdom Bakteria ditemukan kelas Cyanophyceae

Hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton pada tiap taksa kelas dari ketiga stasiun didapatkan kelimpahannya tertinggi yaitu kelas Bacillariophyceae dengan kelimpahan 69.86% dan kelimpahan terendah yaitu kelas Dinophyceae sebanyak 0.07%. Tingginya jumlah jenis fitoplankton kelas Bacillariophyceae disebabkan karena kemampuan beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopilit, dan mempunyai daya reproduksi yang tinggi serta mempunyai respon yang sangat cepat terhadap penambahan nutrient dan mampu beradaptasi dengan lingkungan tempat hidupnya dibandingkan

dengan genera dari kelas yang lainnya (Aisoi, 2019). Hal ini diperkuat oleh Amelia dkk (2012), menyatakan bahwa pada saat terjadi peningkatan konsentrasi zat hara, bacillariophyta mampu melakukan reproduksi sebanyak tiga kali dalam 24 jam.

Dinophyceae merupakan kelas dengan presentase kelimpahan terendah pada ketiga stasiun penelitian. Menurut Praseno dan Sugestningsih (2000), dinophyceae hanya mampu melakukan reproduksi satu kali dalam 24 jam. Sedangkan Purnamasari, (2016) mengatakan kelas Dinophyceae berlimpah pada perairan bersuhu hangat berkisar antara 26.2°C-31.3°C. Berdasarkan hal tersebut akibat suhu yang kurang mendukung pada ketiga stasiun untuk pertumbuhan Dinophyceae suhu pada masing-masing stasiun berkisar antara 24.7°C-26.8°C. (Tabel 3). Sedangkan kelas Chlorophyceae juga lebih sedikit dibanding kelas Bacillariophyceae karena banyak jenis dari kelas ini bersifat perifiton dibanding planktonik (Ikhsan dkk, 2014).

Kelas Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Florideophyceae, Xantophyceae, dan Cyanophyceae merupakan kelas dengan jumlah yang lebih sedikit, karena ketiga kelas tersebut memiliki habitat yang berbeda dan memiliki distribusi yang berbeda pada masing-masing kelas. Menurut Bellinger dan Sigeo (2010), kelas Chlorophyceae, banyak ditemukan pada kondisi perairan air tawar, dataran rendah, dan hidup di iklim tropis. Kelas ini umumnya banyak ditemukan karena sifatnya yang mudah beradaptasi dan cepat berkembang biak. kelas Cyanophyceae dapat ditemukan pada berbagai lingkungan baik Air Tawar atau Air Asin, Kelas ini berkembang pada perairan dengan bahan organik tinggi terutama kaya nitrogen dan fosfat (Widiana, 2012). Pada kelas Xantophyceae dan Florideophyceae Menurut Ramadansur dan Dinata (2021), pertumbuhan Xantophyceae dan Florideophyceae lebih optimum pada epilimnion karena penetrasi yang diperlukan untuk fotosintesis. Selanjutnya Pada kelas Zygnematophyceae hidup pada perairan air tawar (Khairunnisa dkk, 2017).



Gambar 3. Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton Setiap Stasiun

Kelimpahan fitoplankton berdasarkan lokasi stasiun menunjukkan variasi yang signifikan, dengan Stasiun 1 memiliki kelimpahan tertinggi (37.59%), diikuti oleh Stasiun 3 (33.47%), dan Stasiun 2 memiliki kelimpahan terendah (28.94%) (Gambar 3). Tingginya kelimpahan fitoplankton di Stasiun 1 terkait dengan lokasinya yang berdekatan dengan permukiman warga, sehingga menerima limbah rumah tangga secara langsung ke badan air Sungai Rawas. Limbah ini mengandung bahan organik dan anorganik, seperti nitrat dan fosfat, yang menjadi faktor utama dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton. Mariana dkk (2016), menyebutkan bahwa kadar fosfat dan nitrat yang tinggi

pada ekosistem sungai sering kali bersumber dari limbah rumah tangga dan kegiatan industri di sekitar wilayah aliran sungai.

Sebaliknya, Stasiun 2 memiliki kelimpahan fitoplankton paling rendah dibandingkan dengan kedua stasiun lainnya. Rendahnya kelimpahan di lokasi ini kemungkinan disebabkan oleh fakta bahwa Stasiun 2 hanya menerima limbah dari industri pabrik karet yang telah dikelola melalui Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL), sehingga kandungan nutrisi di perairan lebih terbatas. Selain itu, lokasinya yang jauh dari sumber limbah rumah tangga menyebabkan zat hara seperti nitrat dan fosfat dari limbah domestik terdistribusi oleh arus sungai sebelum mencapai lokasi ini. Kecepatan arus juga menjadi faktor penting dalam migrasi dan distribusi plankton sebagai organisme pasif. Wahyudi dkk (2011), menyatakan bahwa pergerakan plankton dipengaruhi oleh arus, dan nutrisi yang terangkut oleh arus berkontribusi terhadap produktivitas perairan.

Stasiun 3 memiliki kelimpahan fitoplankton yang berada di antara Stasiun 1 dan Stasiun 2. Kondisi ini dapat dikaitkan dengan adanya kontribusi limbah dari aktivitas perkebunan di sekitar lokasi, terutama penggunaan pupuk NPK 16:16:16, yang merupakan sumber nitrat dan fosfat. Selain itu, Stasiun 3 juga menerima limbah rumah tangga dari Desa Lesung Batu, meskipun dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan Stasiun 1. Faktor-faktor ini mendukung peningkatan kelimpahan fitoplankton dibandingkan dengan Stasiun 2. Ikhsan dkk (2014), mencatat bahwa kelimpahan fitoplankton di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan zat hara, terutama nitrat dan fosfat, yang dapat mendorong pertumbuhan fitoplankton di perairan.

Variasi kelimpahan ini menunjukkan bahwa masukan limbah dan pengelolaan lingkungan di masing-masing stasiun memengaruhi ketersediaan nutrisi dan kondisi perairan, yang pada akhirnya berdampak pada kelimpahan fitoplankton. Faktor-faktor seperti jenis limbah, pengelolaan limbah, dan arus sungai tampaknya memainkan peran penting dalam menentukan distribusi dan kelimpahan fitoplankton di Sungai Rawas.

Analisis Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E) dan Dominansi (C) Fitoplankton

Kestabilan komunitas suatu perairan dapat digambarkan melalui nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C). Hasil perhitungan pada ketiga stasiun di Sungai Rawas, Kabupaten Rawas Ulu, menunjukkan variasi kecil pada nilai indeks, seperti disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Indeks Biologi (Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi)

Stasiun	Nilai Indeks		
	Keanekaragaman (H')	Keseragaman (E)	Dominansi (C)
I	3.478	0.894	0.036
II	3.601	0.925	0.034
III	3.449	0.886	0.035

Nilai indeks keanekaragaman fitoplankton di ketiga stasiun tergolong tinggi, meskipun Stasiun III memiliki nilai keanekaragaman paling rendah ($H' = 3.449$). Putri dkk (2019), menyatakan bahwa nilai indeks keanekaragaman yang tinggi menunjukkan ekosistem yang baik, seimbang, dan stabil. Hal ini berarti ketiga stasiun di Sungai Rawas mendukung komunitas fitoplankton yang sehat, meskipun terdapat sedikit perbedaan antara stasiun. Keanekaragaman yang tinggi dapat dikaitkan dengan beragamnya sumber

nutrien, seperti nitrat dan fosfat, serta minimnya tekanan ekologis yang memungkinkan berbagai jenis fitoplankton untuk berasosiasi dengan baik dalam ekosistem.

Nilai indeks keseragaman pada ketiga stasiun tergolong tinggi ($E > 0.6$), berdasarkan kriteria yang disampaikan oleh Fachrul (2007). Tingginya nilai indeks keseragaman menunjukkan bahwa penyebaran individu fitoplankton pada setiap jenis relatif merata di seluruh stasiun. Leidonald dkk (2022), menjelaskan bahwa keseragaman yang tinggi mencerminkan peluang yang sama bagi setiap genus untuk berkembang, meskipun ketersediaan nutrien seperti nitrat dan fosfat terbatas. Dengan demikian, keseragaman yang tinggi menunjukkan distribusi nutrien yang cukup baik di perairan Sungai Rawas, yang mendukung keberadaan berbagai jenis fitoplankton.

Nilai indeks dominansi pada ketiga stasiun sangat rendah, berkisar antara 0.034 hingga 0.036, yang mengindikasikan tidak adanya jenis fitoplankton yang mendominasi. Menurut Anggara dkk (2017), kondisi ini menunjukkan bahwa tidak ada tekanan ekologis yang signifikan dari jenis tertentu, sehingga semua jenis fitoplankton mampu berasosiasi dengan baik dalam komunitasnya. Hal ini juga mencerminkan bahwa ekosistem di Sungai Rawas dalam kondisi stabil, di mana berbagai jenis fitoplankton dapat berkontribusi terhadap proses ekosistem tanpa adanya dominansi spesies tertentu.

Perbedaan kecil pada nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi di antara ketiga stasiun dapat mencerminkan variasi pada kondisi lingkungan lokal, seperti sumber limbah, tingkat sedimentasi, dan distribusi nutrien. Stasiun II memiliki nilai keanekaragaman tertinggi ($H' = 3.601$) dan dominansi terendah ($C = 0.034$), yang dapat dikaitkan dengan pengelolaan limbah industri melalui IPAL. Sebaliknya, Stasiun III menunjukkan nilai keanekaragaman paling rendah ($H' = 3.449$), yang mungkin disebabkan oleh pengaruh langsung limbah dari aktivitas pertanian yang mengandung pupuk, seperti NPK.

Fenomena kelimpahan fitoplankton yang rendah tetapi keanekaragaman yang tinggi di Stasiun 2 mencerminkan dinamika ekologi yang unik. Stasiun ini hanya menerima limbah dari industri pabrik karet yang telah dikelola melalui Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL), sehingga masukan nutrien seperti nitrat dan fosfat lebih terkendali dibandingkan dengan stasiun lainnya. Nutrien dalam jumlah yang moderat menciptakan kondisi yang seimbang, di mana kompetisi antar spesies fitoplankton lebih terdistribusi secara merata, memungkinkan berbagai spesies untuk hidup berdampingan tanpa dominasi spesies tertentu. Selain itu, kecepatan arus di Stasiun 2 berperan dalam menyebarkan nutrien secara merata, yang mendukung peluang yang sama bagi setiap spesies fitoplankton untuk berkembang, seperti yang dijelaskan oleh Wahyudi dkk (2011).

Minimnya tekanan ekologis akibat jauhnya Stasiun 2 dari limbah rumah tangga juga menjadi faktor pendukung tingginya keanekaragaman. Limbah rumah tangga sering kali menyebabkan dominasi oleh spesies yang toleran terhadap kondisi eutrofik, yang dapat menurunkan keanekaragaman. Dengan tekanan ekologis yang rendah, Stasiun 2 mencerminkan komunitas yang lebih beragam. Hal ini diperkuat oleh nilai indeks dominansi yang rendah ($C = 0.034$), yang menunjukkan tidak adanya spesies dominan di komunitas fitoplankton. Menurut Anggara dkk (2017), rendahnya dominansi menunjukkan ekosistem yang stabil, di mana spesies dapat berinteraksi tanpa hambatan signifikan dari spesies lain.

Dengan kondisi ini, ekosistem Stasiun 2 mencerminkan keseimbangan ekologis yang mendukung keberagaman spesies meskipun kelimpahan individu tidak besar. Distribusi nutrisi yang cukup, tanpa kelebihan bahan organik, menciptakan ekosistem yang sehat dan stabil. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan limbah dan nutrisi untuk mempertahankan keanekaragaman hayati yang tinggi di perairan seperti Sungai Rawas.

Faktor Fisik dan Kimia Perairan

Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia perairan Sungai Rawas pada tiga stasiun penelitian menunjukkan variasi yang mencerminkan pengaruh aktivitas manusia dan kondisi lingkungan setempat. Data yang tercantum pada Tabel 3 memberikan gambaran parameter kualitas perairan, termasuk suhu, kecepatan arus, kecerahan air, pH, oksigen terlarut (DO), nitrat, dan fosfat.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan

Parameter kualitas perairan	Satuan	Stasiun								
		I			II			III		
		Pagi	Sore	Rerata	Pagi	Sore	Rerata	Pagi	Sore	Rerata
Suhu	°C	25.8	26.8	26.3	24.7	26.5	25.6	25	26.5	25.75
Kecepatan Arus	m/s	0.13	0.14	0.13	0.20	0.25	0.22	0.17	0.23	0.2
Kecerahan Air	m	0.45	0.37	0.41	0.70	0.74	0.72	0.66	0.60	0.63
pH	-	6.83	7.37	7.1	6.5	6.5	6.5	7.18	7.22	7.2
Oksigen terlarut	mg/L	5	5	5	7	7	7	5	5	5
Nitrat	mg/L	0.1	0.2	0.15	0.0	0.1	0.05	0.3	0.2	0.15
Fosfat	mg/L	0.5	1.0	0.75	0.9	0.8	0.85	0.6	1.0	0.8

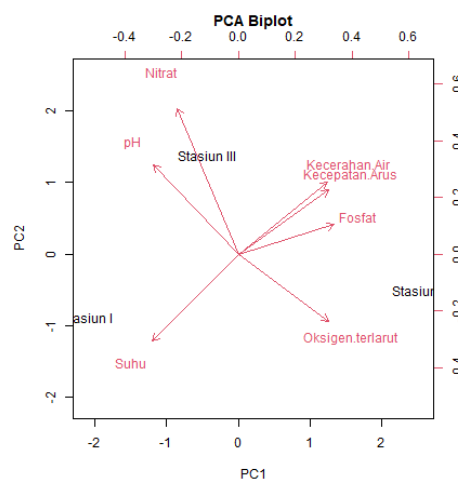
Kecerahan perairan di Sungai Rawas berkisar antara 0.37-0.74 m, dengan kecerahan tertinggi di Stasiun 2 karena pengelolaan limbah industri karet melalui IPAL yang baik, sedangkan kecerahan terendah di Stasiun 1 akibat limbah rumah tangga yang meningkatkan suspensi partikel organik. Kecepatan arus berkisar antara 0.13-0.25 m/s, dengan Stasiun 2 memiliki arus tertinggi, yang mendukung distribusi nutrisi dan mikroorganisme melayang seperti fitoplankton (Pambudi dkk, 2017). Nilai pH berkisar antara 6.5-7.37, sesuai baku mutu PP RI Nomor 22 Tahun 2021 dan optimal untuk kehidupan fitoplankton (Rahman dkk, 2016). Suhu perairan 24.7-26.8°C juga tergolong baik untuk pertumbuhan fitoplankton. Kadar oksigen terlarut (DO) berkisar 5-7 mg/L, dengan nilai tertinggi di Stasiun 2 yang mencerminkan perairan lebih baik, sedangkan Stasiun 1 dan 3 tergolong perairan dengan pencemaran sedang (Effendi, 2003).

Kadar nitrat berkisar antara 0.0-0.3 mg/L, dengan nilai tertinggi di Stasiun 1 karena limbah rumah tangga dan di Stasiun 3 akibat limpasan pupuk, sementara Stasiun 2 memiliki kadar nitrat terendah. Fosfat berkisar antara 0.5-1.0 mg/L, dengan nilai tertinggi di Stasiun 2 karena limbah industri karet dan terendah di Stasiun 1. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap stasiun memiliki kondisi lingkungan yang unik, di mana Stasiun 1 dipengaruhi oleh limbah rumah tangga, Stasiun 2 menunjukkan pengelolaan limbah yang baik, dan Stasiun 3 dipengaruhi oleh limpasan pupuk dari aktivitas pertanian, tetapi tetap mendukung kualitas perairan yang baik untuk ekosistem fitoplankton. Menurut Rumanti dkk (2014), kadar fosfat yang dapat ditolerir oleh fitoplankton berkisar

antara 0.27-5.51 mg/L, sehingga nilai fosfat di Sungai Rawas masih dalam batas optimal untuk mendukung kehidupan fitoplankton.

Principal Component Analysis (PCA) terhadap Faktor Fisik dan Kimia Perairan

Hasil analisis *Principal Component Analysis* (PCA) pada biplot (Gambar 4) menunjukkan distribusi parameter fisik dan kimia yang memengaruhi kualitas air di tiga stasiun Sungai Rawas. Komponen utama pertama (PC1) dan kedua (PC2) menjelaskan sebagian besar variasi data, dengan nitrat, fosfat, kecerahan air, kecepatan arus, suhu, dan pH memberikan kontribusi signifikan. Nitrat dominan di arah positif PC2 pada Stasiun III akibat limpasan pupuk, sementara fosfat, kecerahan, dan kecepatan arus dominan di arah positif PC1 pada Stasiun II, mencerminkan kondisi perairan yang lebih baik karena pengelolaan limbah IPAL. Suhu mendominasi arah negatif PC1 di Stasiun I, yang dipengaruhi oleh limbah rumah tangga.



Gambar 4. Biplot PCA Hubungan Parameter Fisik dan Kimia dengan Stasiun Penelitian Di Sungai Rawas

Distribusi stasiun pada biplot menunjukkan karakteristik unik masing-masing. Stasiun I, di kuadran negatif PC1 dan PC2, didominasi suhu akibat limbah rumah tangga. Stasiun II, di kuadran positif PC1 dan PC2, mencerminkan kondisi stabil dengan dominasi oksigen terlarut, fosfat, dan kecerahan. Stasiun III, di kuadran positif PC2 dan negatif PC1, dipengaruhi oleh nitrat dan pH akibat aktivitas pertanian. Secara keseluruhan, PCA menegaskan bahwa aktivitas manusia, seperti limbah rumah tangga, pengelolaan limbah industri, dan limpasan pertanian, memengaruhi parameter utama seperti nitrat, fosfat, kecerahan, dan kecepatan arus yang berdampak pada distribusi fitoplankton di Sungai Rawas.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas perairan Sungai Rawas dipengaruhi oleh variasi parameter fisik dan kimia di setiap stasiun. Stasiun I memiliki kelimpahan fitoplankton tertinggi akibat limbah rumah tangga, sementara Stasiun II menunjukkan keanekaragaman tertinggi karena pengelolaan limbah industri melalui IPAL. Stasiun III,

yang dipengaruhi oleh limpasan pupuk pertanian, memiliki kelimpahan sedang dengan dominasi nitrat dan pH. Indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi menunjukkan ekosistem yang stabil tanpa dominasi spesies tertentu. Analisis PCA mengidentifikasi nitrat, fosfat, kecerahan air, dan kecepatan arus sebagai faktor utama yang memengaruhi distribusi fitoplankton.

SARAN

Penelitian lanjutan disarankan untuk dilakukan dengan cakupan yang lebih luas, baik dari segi lokasi maupun parameter yang diukur, seperti logam berat atau mikroplastik, untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kualitas air dan dampaknya terhadap ekosistem perairan. Pengembangan metode monitoring berbasis teknologi, seperti penginderaan jauh atau sistem deteksi otomatis, juga dapat menjadi alternatif untuk memantau perubahan kualitas air secara lebih efisien dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, yang telah memberikan dukungan fasilitas laboratorium selama penelitian ini berlangsung, serta kepada Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi atas bantuannya dalam pengujian kadar nitrat dan fosfat, yang merupakan bagian penting dari penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas kontribusi masyarakat sekitar Sungai Rawas yang memberikan akses dan informasi terkait lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisoi, L. E. (2019). Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Pesisir Holtekamp Kota Jayapura. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, Vol. 2, No. 1, 6–15.
- Amelia, C. D., Hasan, Z., dan Mulyani Y. (2012). Distribusi Spasial Komunitas Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Situ Bagendit Kecamatan Banyuresmi, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 3, No. 4, 301–311.
- Anggara, A. P., Kartijono, N. E., dan Bodijantoro, P. M. H. (2017). Keanekaragaman Plankton di Kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo, Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah. *Jurnal MIPA*, Vol. 40, No. 2, 74–79.
- Arbi, B. P., Martono, A., dan Budiyanto. (2021). Kajian Sistem Pengelolaan Air Limbah Pabrik Karet PT Kirana Windu Terhadap Kualitas Air Sungai Rawas Kabupaten Musi Rawas Utara. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Vol. 10, No. 1, 1–11.
- Aryawati, R., Ulqodry, T. Z., Isnaini, dan Surbakti H. (2021). Fitoplankton Sebagai Bioindikator Pencemaran Organik di Perairan Sungai Musi Bagian Hilir Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 13, No. 1, 163–171.
- Bellinger, E. G., & Sigeo, D. C. (2010). *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. John Wiley & Sons Ltd.
- Biggs, B. J. F., & Kilroy, C. (2000). *Identification Guide to Common Periphyton in New Zealand Streams and Rivers*. In *Stream Periphyton Monitoring Manual* (Chapter 10). NIWA, New Zealand.

- Botes, L. (2003). *Phytoplankton Identification Catalogue—Saldanha Bay, South Africa, April 2001*. Globallast Monograph Series No. 7. International Maritime Organization (IMO), London.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Fachrul, F. M. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta
- Hasan, O. D. S., Sudinno, D., Danapraja, S., Suhaedy, E., dan Djunaidah, I. S. (2017). Diversitas Plankton dan Kualitas Perairan Waduk Darma Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, Vol. 11, No. 3, 144–159.
- Merina, G., Afrizal S., dan Izmiarti. (2014). Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton di Danau Maninjau Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)*, Vol. 4, No. 2, 267–274.
- Ilham, T., Adriani, Y., Herwati, H., dan Hasan, Z. (2020). Hubungan Antara Struktur Komunitas Plankton dan Tingkat Pencemaran di Situ Gunung Putri, Kabupaten Bogor. *Limnotek: Perairan Darat Tropis di Indonesia*, Vol. 27, No. 2, 79–92.
- Khairunnisa, E. N., Hanafiah, Z., dan Priadi D. P. (2017). Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Saluran Irigasi Pasang Surut di Desa Mulya Sari Kecamatan Tanjung Lago. *Maspuri Journal*, Vol. 9, No. 2, 159–168.
- Leidonald, R., Yusni E., Siregar, R. F., Rangkuti, A. M., dan Zulkifli A. (2022). Keanekaragaman Fitoplankton dan Hubungannya dengan Kualitas Air di Sungai Aek Pohon, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. *J. Aquat. Fish. Sci*, Vol. 1, No. 2, 85–96.
- Mariana, R., Rudiyantri, S., dan Hendrarto, B.** (2016). Kondisi Perairan Sungai Morosari Demak pada Lokasi yang Berbeda Ditinjau dari Kandungan Klorofil-a, Nitrat, Fosfat, dan Fitoplankton. *Journal Of Maquares*, Vol. 5, No. 4, 233–241.
- Mulyani, L. S., **Mardiani, R., Nurkhamila S., Ardiana, C.** (2021). Relationship Between Distribution of Phytoplankton with Cimanuk River Water Quality. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098, 052020.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi* (Edisi Ke-3, Terjemahan oleh Samingan T, Editor: Srigando). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Pambudi, A. (2017). Keanekaragaman Fitoplankton Sungai Ciliwung Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, Vol. 3, No. 4, 204.
- Praseno, D. P., & Sugestiningasih. (2000). *Retaid di Perairan Indonesia*. P3O-LIPI. Jakarta
- Purnamasari. (2016). Struktur Komunitas Plankton di Perairan Mangrove Karangsong, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Biologi*, Vol. 5, No. 1, 39–51.
- Putri, C. R., Djunaidi, A., dan Subagyo. (2019). Ekologi Fitoplankton: Ditinjau dari Aspek Komposisi, Kelimpahan, Distribusi, Struktur Komunitas dan Indeks Saprobitas di Perairan Morosari, Demak. *Journal of Marine Research*, Vol. 8, No. 2, 197–203.
- Rahman, E. C., Masjamsir, dan Rizal A. (2016). Kajian Variabel Kualitas Air dan Hubungannya dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Waduk Darma, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, Vol. 7, No. 1, 93–102.

- Ramadansur, R., & Dinata, M. (2021). Kemelimpahan Fitoplankton sebagai Bioindikator dan Status Trofik di Aliran Sungai Siak, Pekanbaru. *Bio-Lectura*, Vol. 8, No. 1, 57–70.
- Rumanti, M., Rudiyantri, S., dan Nitisupardjo, M. (2014). Hubungan antara Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, Vol. 3, No. 1, 168–176.
- Suhenda, E. (2016). Teknik Pengambilan, Identifikasi, dan Penghitungan Kelimpahan Plankton di Perairan Teluk Jakarta. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, Vol. 7, No. 2, 51.
- Wahyudi, R., Adnan, dan Ritonga, I. R. (2011). Korelasi Parameter Fisika Kimia Air Terhadap Kepadatan Fitoplankton di Perairan Kampung Batu Licin, Bintan. *Jurnal FKIP Umrah*, Vol. 2, No. 4, 20–28.
- Widiana, R. (2012). Komposisi Fitoplankton yang Terdapat di Perairan Batang Palangki Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Pelangi*, Vol. 5, No. 1, 23–30.
- Yuliana, E. M., Adiwikaga, Haris, E., Niken, T. M., dan Pratiwi. (2012). Hubungan antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatik*, Vol. 3, No. 2, 169–179.
- Yusnaini, E., Wardianti, Y., dan Arisandi, D. A. (2022). Keanekaragaman Jenis Ikan Air Tawar di Sungai Rawas Desa Lawang Agung, Muara Rupit, Musi Rawas Utara, Sumatera Selatan. *Borneo Journal of Biology Education*, Vol. 4, No. 1, 8–14.