



Diversity and Abundance of Microalgae in the Jumpinang River Pasuruan Regency East Java

Keanekaragaman dan Kelimpahan Mikroalga di Aliran Sungai Jumpinang Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur

Samsul Arif^{1*}, Arga Triyandana², Nur Lina Safitri³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi/Fakultas Ilmu Pendidikan/Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: samsularif.pas@gmail.com

Article Information	ABSTRACT
Submitted: 20 – 05 – 2025 Accepted: 30 – 05 – 2025 Published: 30 – 06 – 2025	Microalgae play an important role as bioindicators of water quality and the main component in aquatic ecosystems. This study analyzed the diversity and abundance of microalgae in the Jumpinang River, Pasuruan Regency, East Java. Sampling was carried out at three stations during the period January-February 2024 using the plankton net method. The physicochemical parameters measured included temperature, pH, dissolved oxygen (DO), brightness, current velocity, nitrate, and phosphate. Identification of microalgae was carried out to the genus level using a microscope and standard taxonomic references. The results showed 15 genera of microalgae from 6 classes, namely Cyanophyceae, Zygnematophyceae, Trebouxiophyceae, Ulvophyceae, Chlorophyceae, and Bacillariophyceae. The Shannon-Wiener diversity index (H') ranged from 2.366 (moderate). The average abundance of microalgae was 35,506.33 cells/L indicating a high level of fertility.
	Keywords: Microalgae, Diversity, River, Jumpinang, Pasuruan
Publisher	How to Cite
Department of Biology Education, Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan, Indonesia	Arif S., Triyandana A & Safitri N L. (2025). Keanekaragaman dan Kelimpahan Mikroalga di Aliran Sungai Jumpinang Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. <i>Bromopedia Jurnal Eksplorasi Pendidikan Biologi</i> , 1(1): 1-11.



Pendahuluan

Mikroalga merupakan kelompok organisme autotrof mikroskopis yang memiliki peran fundamental dalam ekosistem perairan sebagai produsen primer dan bioindikator kualitas lingkungan (Reynolds, 2021). Sebagai komponen fitoplankton, mikroalga sangat sensitif terhadap perubahan kondisi fisiko-kimia perairan sehingga sering digunakan dalam program biomonitoring (Bellinger & Sigeo, 2015). Struktur komunitas mikroalga dapat mencerminkan status trofik perairan dan tingkat pencemaran, menjadikannya indikator yang efektif untuk evaluasi kualitas ekosistem akuatik (Stevenson et al., 2020).

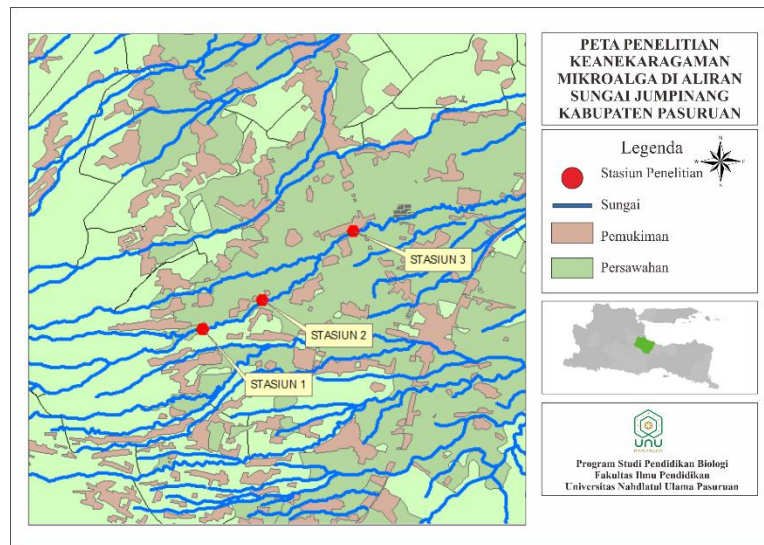
Indonesia memiliki jaringan sungai yang luas dengan keanekaragaman hayati akuatik yang tinggi, namun menghadapi tekanan antropogenik yang meningkat (Budiyono et al., 2021). Sungai Jumpinang di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, merupakan salah satu ekosistem perairan yang strategis karena bersumber dari lereng Gunung Arjuna dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan masyarakat seperti pertanian, perikanan, dan pariwisata. Peningkatan aktivitas antropogenik di daerah aliran sungai berpotensi mempengaruhi kualitas perairan dan struktur komunitas biota akuatik termasuk mikroalga (Kumar et al., 2022).

Penelitian tentang mikroalga di perairan Indonesia masih terbatas, terutama untuk perairan sungai di Jawa Timur (Sulastris et al., 2019). Padahal, informasi tentang komposisi dan struktur komunitas mikroalga sangat diperlukan untuk mengembangkan protokol biomonitoring yang sesuai dengan kondisi lokal (Round et al., 2020). Selain itu, karakterisasi komunitas mikroalga dapat memberikan baseline data untuk program konservasi dan pengelolaan ekosistem perairan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi komposisi spesies mikroalga di Sungai Jumpinang; (2) menganalisis struktur komunitas dan keanekaragaman mikroalga.

Material Dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Sungai Jumpinang, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur pada periode Januari-Februari 2024. Tiga stasiun pengamatan dipilih berdasarkan karakteristik ekologi dan tingkat aktivitas antropogenik: Stasiun 1 (S07°45'12" E112°58'30") di area wisata River Tubing Jumpinang, Stasiun 2 (S07°46'18" E112°59'45") di area pertanian Desa Sumberejo, dan Stasiun 3 (S07°47'24" E113°01'12") di kawasan Dam Sengon dekat pemukiman penduduk.



Gambar 1. Peta Lokasi Data Penelitian Keanekaragaman Mikroalga

Jenis penelitian adalah penelitian survey sehingga pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara observasi. Populasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah seluruh jenis mikroalga yang ada di aliran Sungai Jumpinang. Sampel pada penelitian ini adalah sebagian air yang diambil dan akan diteliti. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Plankton net, Mikroskop, *Sedgwick rafter*, pH meter, termometer, DO meter, *Secchi Disk*, *lux meter*, botol sampel, Pipet ukur, gelas ukur 50ml, kertas label, alat tulis, tissue/ kain lap, dan kamera. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Sampel air, dan Formalin 4%.

Sampling dilakukan setiap bulan selama 2 bulan dengan tiga kali ulangan per stasiun. Pada setiap stasiun, sampel diambil di tiga titik (pinggir kanan, tengah, dan pinggir kiri sungai). Parameter Abiotik yang diukur pada penelitian ini adalah pH, oksigen terlarut, intensitas cahaya, arus air dan suhu. Pengambilan sampel air dilaksanakan pada pagi hari pukul 08.00-10.00 WIB. Sampel diambil dengan menggunakan *plankton net* dengan cara meletakkan plankton net secara horizontal di permukaan aliran sungai. Plankton net diposisikan menghadap aliran air selama 20 – 25 menit. Air yang tertampung di dalam setiap tabung penampung (*bucket*) diambil sebanyak 50ml kemudian dipindahkan ke dalam botol sampel ukuran 150ml dan diberi label. Selanjutnya sampel air yang diperoleh ditetesi larutan Formalin 4% untuk pengawetan. Sampel penelitian yang diperoleh dibawa ke laboratorium Botani, Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan untuk di amati dan diidentifikasi. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop binokuler, dengan pembesaran 10X sampai 40X. Penghitungan mikroalga dilakukan dengan menggunakan *Sedgwick rafter* dengan cara mengambil 1 ml sampel air dari botol 100ml, kemudian ditutup dengan gelas penutup lalu diamati dan dihitung jumlah Mikroalga yang terdapat dalam *Sedgwick rafter*. Mikroalga yang berhasil diamati di foto menggunakan bantuan kamera mikroskop.

Mikroalga yang ditemukan akan diidentifikasi jenis genus menggunakan acuan buku identifikasi (Sulastri, 2019), (Bellinger dan Sige, 2010), (Wehr dan Sheath, 2003),



dan (Wehr dan Sheath, 2003). Jenis mikroalga yang ditemukan kemudian di klasifikasikan sesuai dengan sistem klasifikasi alga modern yang merujuk pada situs *algae base*. Keanekaragaman jenis mikroalga dihitung dengan menggunakan indeks Shannon Wiener dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Jenis

n_i = Jumlah Individu jenis ke-i

P_i = n_i/N

N = Total Individu

Kriteria nilai indeks Keanekaragaman Shannon Wiener : H' < 1 komunitas tidak stabil atau kualitas air tercemar berat, 1 ≤ H' ≤ 3 stabilitas komunitas sedang atau kualitas air tercemar sedang, dan H' > 3 stabilitas dalam kondisi prima (stabil) atau kualitas air bersih.

Kelimpahan plankton dihitung menggunakan metode sampling dengan *Sedgwick rafter counting cell* menggunakan formula *Sedgwick-Rafter cell* dari B Karlson *et al.*, (2010) pada buku *microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*.

$$F = \frac{N}{C} * 1000$$

Keterangan:

F : Jumlah Sel/L

C : Individu yang dihitung

N : Kotak yang dihitung

Kriteria nilai klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan perhitungan kelimpahan fitoplankton: <2000 sel/L kesuburan perairan kurang, 2000 - 15000 sel/L kesuburan perairan sedang, dan >15000 sel/L kesuburan perairan tinggi.

Hasil Penelitian

Parameter fisiko-kimia perairan Sungai Jumpinang menunjukkan kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroalga (Tabel 1). Suhu air berkisar 25,6-27,8°C, masih dalam rentang optimal untuk pertumbuhan mikroalga tropis (24-32°C) (Hainuna *et al.*, 2015). Nilai pH 6,77-7,68 menunjukkan kondisi netral hingga sedikit basa yang sesuai untuk sebagian besar spesies mikroalga (Stevenson *et al.*, 2020).



Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisiko-kimia aliran Sungai Jumpinang

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Rata-rata $\pm$ SD
Suhu ($^{\circ}$ C)	$25,6 \pm 1,2$	$27,7 \pm 1,5$	$27,8 \pm 1,3$	$27,0 \pm 1,4$
pH	$7,68 \pm 0,21$	$6,77 \pm 0,18$	$7,56 \pm 0,19$	$7,34 \pm 0,48$
DO (mg/L)	$7,2 \pm 0,8$	$6,8 \pm 0,7$	$6,1 \pm 0,6$	$6,7 \pm 0,8$
Kecerahan (cm)	121 ± 15	119 ± 12	50 ± 8	97 ± 39
Arus (m/s)	$0,7 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,3$
Nitrat (mg/L)	$1,2 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,5$	$3,4 \pm 0,6$	$2,5 \pm 1,1$
Fosfat (mg/L)	$0,08 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,03$	$0,22 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,07$

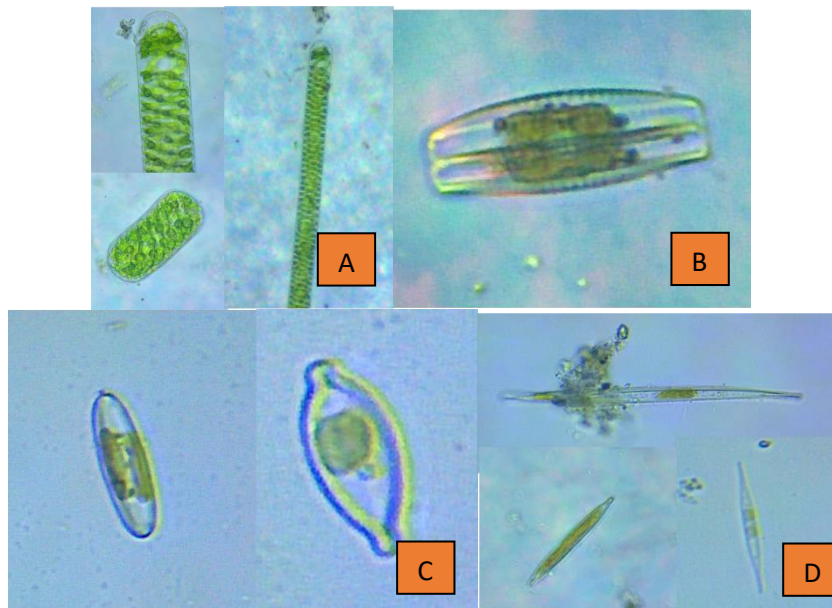
Hasil identifikasi menunjukkan 15 genus mikroalga dari 6 kelas (Tabel 2). Bacillariophyceae (diatom) mendominasi dengan 8 genus, diikuti Chlorophyceae 2 genus spesies, Ulvophyceae 2 genus, Zygnematophyceae 1 genus, Cyanophyceae 1 genus, dan Trebouxiophyceae 1 genus.

Tabel 2. Temuan Mikroalga di aliran Sungai Jumpinang

Filum	Kelas	Ordo	Famili	Genus	Stasiun
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Merismopedia</i>	S3
Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra</i>	S1,S2,S3
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	<i>Actinastrum</i>	S1
		Ulvophyceae	Ulotrichales	<i>Ulothrix</i>	S1,S2,S3
	Chlorophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium</i>	S1,S2
		Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum</i>	S1,S2
		Sphaeropleales	Selenestraceae	<i>Ankistrodesmus</i>	S1,S2,S3
		Bacillariophyceae	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	S1,S2,S3
			Cymbellales	<i>Cymbella</i>	S1,S2,S3
			Frugilariaceae	<i>Frugilaria</i>	S1,S2,S3
			frugilariales	<i>Synedra</i>	S1,S2,S3
		Naviculinales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>	S1,S2,S3
		Naviculales		<i>Navicula</i>	S1,S2,S3
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	S1,S2
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzsch</i>	S1,S2,S3

Dominasi Bacillariophyceae konsisten dengan penelitian di perairan sungai tropis lainnya (Sulastri et al., 2019; Round et al., 2020). Diatom memiliki adaptasi yang baik terhadap kondisi perairan mengalir dan toleransi yang luas terhadap variasi parameter lingkungan (Stevenson et al., 2020).

Beberapa gambar temuan Mikroalga di aliran Sungai Jumpinang dapat dilihat di gambar 2.



Gambar 2. Beberapa temuan Mikroalga di aliran Sungai Jumpinang
(A) Genus Spirogyra, (B) Genus Cymbella, (C) Genus Navicula, (D) Genus Nitzsch

Kelimpahan total mikroalga berkisar 24.562-51.327 sel/L dengan rata-rata 35506.33 sel/L (Tabel 3). Berdasarkan kriteria Karlson (1010), nilai ini mengindikasikan tingkat kesuburan mesotrofik (sedang). Kelimpahan tertinggi tercatat di Stasiun 3, mencerminkan peningkatan nutrisi dari aktivitas antropogenik.

Tabel 3. Kelimpahan Mikroalga di aliran Sungai Jumpinang

Kelas	Genus	Kelimpahan (sel/L)		
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Cyanophyceae	<i>Merismopedia</i>			1066
Zygnematophyceae	<i>Spirogyra</i>	766	800	1133
Trebouxiophyceae	<i>Actinastrum</i>	1066		
Ulvophyceae	<i>Ulothrix</i>	633	900	1933
	<i>Rhizoclonium</i>		833	2266
Chlorophyceae	<i>Chlorococcum</i>		1900	5466
	<i>Ankistrodesmus</i>	833	666	1433
Bacillariophyceae	<i>Gomphonema</i>	1766	2933	4066
	<i>Cymbella</i>	3433	3933	4866
	<i>Fragilaria</i>	3133	3600	4566
	<i>Synedra</i>	3600	3833	4633
	<i>Gyrosigma</i>	2533	2966	4600
	<i>Navicula</i>	3266	4066	6966
	<i>Cocconeis</i>		300	2533
	<i>Nitzsch</i>	3533	3900	5800
Total		24562	30630	51327
Rata-rata			35506.33	



Analisis keanekaragaman menunjukkan indeks Shannon-Wiener (H') berkisar 2.243-2.503 dengan rata-rata 2.366, mengindikasikan keanekaragaman sedang (Tabel 4). Stasiun 3 menunjukkan keanekaragaman tertinggi ($H' = 2.503$), diikuti Stasiun 2 ($H' = 2.35$) dan Stasiun 1

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman Mikroalga di aliran Sungai Jumpinang

Kelas	Genus	Indeks Keanekaragaman		
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Cyanophyceae	<i>Merismopedia</i>			0.080
Zygnematophyceae	<i>Spirogyra</i>	0.108	0.095	0.084
Trebouxiophyceae	<i>Actinastrum</i>	0.136		
Ulvophyceae	<i>Ulothrix</i>	0.094	0.104	0.123
	<i>Rhizoclonium</i>		0.098	0.137
	<i>Chlorococcum</i>		0.172	0.238
Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus</i>	0.114	0.083	0.099
	<i>Gomphonema</i>	0.189	0.225	0.200
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i>	0.275	0.264	0.223
	<i>Fragilaria</i>	0.262	0.252	0.215
	<i>Synedra</i>	0.281	0.260	0.217
	<i>Gyrosigma</i>	0.234	0.226	0.216
	<i>Navicula</i>	0.268	0.268	0.271
	<i>Cocconeis</i>		0.045	0.148
	<i>Nitzsch</i>	0.278	0.262	0.246
Jumlah		2.243	2.354	2.503
Rata-rata				2.366

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data indeks keanekaragaman mikroalga pada tiga stasiun pengamatan aliran Sungai Jumpinang kabupaten Pasuruan diperoleh nilai rata-rata indeks keanekaragaman (H') sebesar 2.366 yang menandakan keanekaragaman sedang. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas, kondisi ekosistem dan tekanan ekologi yang stabil. Indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun 3 dengan nilai 2.503, indeks keanekaragaman pada stasiun 2 diperoleh nilai 2.354, dan indeks keanekaragaman pada stasiun 1 diperoleh nilai 2.243. Hal tersebut di sebabkan pengaruh faktor abiotik seperti suhu, kecepatan arus, kecerahan, Do (*Dissolved Oxygen*), dan pH.

Suhu yang diperoleh dari penelitian di aliran Sungai Jumpinang berkisar 25.6° C- 27.7° C. Nilai suhu pada aliran Sungai Jumpinang tergolong optimal untuk pertumbuhan mikroalga. Hal ini sesuai dengan pendapat Hainuna *et al.*, (2015) menyatakan bahwa rata-rata suhu air optimal pada kisaran 24 – 32°C dimana plankton dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Kecerahan di aliran Sungai Jumpinang berkisar 50 - 121cm, nilai rata-rata kecerahan yang diperoleh terbilang optimal untuk pertumbuhan mikroalga. Hal ini sesuai dengan pendapat Sofarini (2012), nilai kecerahan yang baik bagi kelangsungan hidup organisme perairan salah satunya fitoplankton adalah > 45 cm. Do di aliran Sungai Jumpinang berkisar 6.1 mg/l – 7.2 mg/l, kadar oksigen terlarut di aliran



Sungai Jumpinang tergolong optimal untuk pertumbuhan mikroalga. Nilai oksigen terlarut yang mendukung bagi kehidupan organisme akuatik perairan adalah > 5 mg/l. pH di aliran Sungai Jumpinang berkisar 6.77 – 7.68. Nilai pH di aliran Sungai Jumpinang tergolong optimal untuk pertumbuhan mikroalga. Nilai pH yang optimal untuk pertumbuhan mikroalga adalah antara 4 hingga 11 (Harmoko & Sepriyaningsih, 2017). Kecepatan arus pada aliran Sungai Jumpinang berkisar 0.3 m/s – 0.8 m/s, pada Lokasi pengambilan sampel di stasiun 3 kecepatan arus sebesar 0,3 m/s yang mana lebih lambat dari kecepatan arus di stasiun lain. Kondisi perairan yang tenang memungkinkan terjadinya peningkatan konsentrasi nutrisi yang ada di dalamnya.

Berdasarkan hasil analisis data kelimpahan mikroalga pada aliran Sungai Jumpinang dari 3 stasiun pengamatan diperoleh nilai rata-rata 35.506.33 sel/L. Hal ini menunjukkan bahwa kesuburan perairan Sungai Jumpinang tergolong tinggi sebab lebih dari 15.000 sel/L. Nilai kelimpahan mikroalga pada stasiun 1 sebesar 24.562 sel/L. Pada Stasiun 1 teridentifikasi lima kelas alga, yaitu *Zygnematophyceae*, *Trebouxioophyceae*, *Ulvophyceae*, *Chlorophyceae*, dan *Bacillariophyceae*. Kelima kelas tersebut mencakup 11 genus, antara lain *Spirogyra*, *Actinastrum*, *Ulothrix*, *Ankistrodesmus*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Gyrosigma*, *Navicula*, dan *Nitzsch*. Genus dengan kelimpahan tertinggi pada Stasiun 1 adalah *Synedra*, dengan jumlah 3.600 sel/L. Tingginya nilai kelimpahan yang dimiliki oleh genus *Synedra* diduga karena kemampuan bertahan terhadap perubahan lokasi lingkungan yang tidak menguntungkan. Hal ini dimungkinkan karena *Synedra* memiliki bentuk yang diatom. *Synedra* umumnya dapat ditemukan di berbagai habitat misalnya tanah basah, dinding batu, karang terjal, gambut, dan kulit kayu.

Nilai kelimpahan mikroalga pada stasiun 2 sebesar 30.630 sel/L. Pada stasiun 2 ditemukan 4 kelas alga yaitu *Zygnematophyceae*, *Ulvophyceae*, *Chlorophyceae*, dan *Bacillariophyceae*. 4 kelas yang ditemukan terdiri dari 13 genus yaitu, *Spirogyra*, *Ulothrix*, *Rhizoclonium*, *Chlorococcum*, *Ankistrodesmus*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Cocconeis*, dan *Nitzsch*. Mikroalga dengan nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun 2 adalah *Navicula* dengan nilai 4.066 sel/L. Tingginya nilai kelimpahan *Navicula* diduga karena kemampuan yang dimiliki oleh genus *Navicula* untuk bertahan pada lokasi perairan yang tidak menguntungkan. *Navicula* ditemukan di semua jenis perairan mulai dari laut hingga air tawar serta di perairan mulai dari oligotrofik hingga eutropik (Vuuren, 2005).

Nilai kelimpahan mikroalga pada stasiun 3 sebesar 51.327 sel/L. Pada stasiun 1 ditemukan 5 kelas alga yaitu *Cyanophyceae*, *Zygnematophyceae*, *Ulvophyceae*, *Chlorophyceae*, dan *Bacillariophyceae*. 5 kelas yang ditemukan terdiri dari 14 genus yaitu, *Merismopedia*, *Spirogyra*, *Ulothrix*, *Rhizoclonium*, *Chlorococcum*, *Ankistrodesmus*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Cocconeis*, dan *Nitzsch*. Pada stasiun 3 mikroalga yang memiliki kelimpahan tertinggi adalah genus *Navicula*. Nilai kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 3. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroalga. Pada Lokasi pengambilan



sampel di stasiun 3 kecepatan arus sebesar 0,3 m/s yang mana lebih lambat dari kecepatan arus di stasiun lain. Kondisi perairan yang tenang memungkinkan terjadinya peningkatan konsentrasi nutrien yang ada di dalamnya. Nilai pH pada stasiun 3 sebesar 7,56 menurut Gunawan (2012) pH dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton dalam beberapa hal, antara lain mengubah keseimbangan dari karbon organik, mengubah ketersediaan nutrient, dan dapat mempengaruhi fisiologis sel. Pada lingkungan netral, CO₂ berada dalam bentuk bebas sehingga dapat berdifusi dengan mudah ke dalam sel mikroalga (Reynolds, 1987). Hal tersebut menyebabkan CO₂ sebagai sumber karbon utama bagi proses fotosintesis mikroalga pada stasiun 3 cukup tersedia sehingga proses metabolisme mikroalga dapat berlangsung cepat dan kerapatan sel meningkat.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 15 genus mikroalga dari 6 kelas di Sungai Jumpinang, dengan dominasi Bacillariophyceae. Keanekaragaman mikroalga tergolong sedang ($H' = 2,42$) dengan kelimpahan rata-rata 35.506.33 sel/L yang mengindikasikan status mesotrofik. Kondisi perairan di aliran Sungai Jumpinang memiliki nilai yang optimal untuk perkembangan dan pertumbuhan mikroalga dengan nilai rata-rata suhu 27,0°C, Dissolved Oxygen 36,6 mg/l, pH 7,33, kecepatan arus 0,6 m/s, dan kecerahan 97 cm.

Saran

Mengingat kondisi fisik-kimia perairan Sungai Jumpinang yang optimal bagi pertumbuhan mikroalga serta tingkat kesuburannya yang tinggi, disarankan dilakukan pemantauan kualitas air secara berkala untuk mengantisipasi perubahan kondisi lingkungan yang dapat memicu eutrofikasi atau pertumbuhan mikroalga berlebih (algal bloom).

Daftar Rujukan

- APHA. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). American Public Health Association. <https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.001>
- Bellinger, E. G., & Sigeo, D. C. (2015). Freshwater algae: Identification, enumeration and use as bioindicators (2nd ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118917152>
- Duli, N. (2019). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Sleman: CV Budi Utama.
- Budiyono, A., Shin, H. J., Lee, S., & Park, M. S. (2021). River water quality assessment using algal metrics across land use gradients in Indonesia. *Water Research*, 200, 117242. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117242>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2023). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Gunawan, G. (2021). Pengaruh Perbedaan pH pada Pertumbuhan Mikroalga Klas Chlorophyta. *Bioscientiae*, 9(2), 62-65.



- Hainuna, R., Warsa, A., & Astuti, L. P. (2015). Struktur komunitas fitoplankton dan keterkaitannya dengan parameter fisika kimia perairan di Danau Sentani Papua. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 21(1): 29-40. <https://doi.org/10.15578/jppi.21.1.2015.29-40>
- Jansen van V. S. Taylor, J. Gerber, A. van Ginkei. 2006. Easy identification of the most common freshwater algae. A guide for identification of microscopic Algae in South Africa Freshwater. Digital version publish by North-West University and the Departement of Water.
- Kamaruddin, S. A., Abu Seman, N. A. F., Idris, N. S., Hashim, A. R., Juhari Kangsar, N. H., Mahadzir, A. J., ... & Nasiruddin, S. T. A. (2023). Peranan dan kepentingan fitoplankton di perairan hutan paya bakau. *Epitome of Nature (EON)*.
- Karlson, B., Cusack, C., & Bresnan, E. (2010). *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*.
- Kumar, V., Sharma, A., Kaur, P., Sidhu, G. P. S., Bali, A. S., Bhardwaj, R., ... & Cerda, A. (2022). Pollution assessment of heavy metals in soils of India and ecological risk assessment: A state-of-the-art. *Chemosphere*, 291, 132972. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132972>
- Leonard, F., & Hasanuddin, H. (2023). Analisis kesesuaian mutu air pada muara kanal Pannampu Kota Makassar. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(2), 142–147. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v17i2.35654>
- Lestari, A. D. (2022). Pengaruh pencemaran limbah detergen terhadap ekosistem perairan. *Jurnal Sains Indonesia*, 3(1), 24-36.
- Round, F. E., Crawford, R. M., & Mann, D. G. (2020). *Diatoms: Biology and morphology of the genera* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108677998>
- Odum, E.P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi*. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rahayu, R. I., & Susilo, H. (2021). Keanekaragaman Mikroalga sebagai Bioindikator Pencemaran di Situ Cibanten Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang Banten. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 4(2): 104–116. <https://doi.org/10.47080/jls.v4i2.1459>
- Reynolds, C. S. (2021). *The ecology of phytoplankton* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108235020>
- Sepriyaningsih & Harmoko. (2020). Keanekaragaman Mikroalga Bacillariophyta di Sungai Mesat Kota Lubuklinggau. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 12(2): 156-162. doi: 10.25134/quagga.v12i2.2768.
- Stevenson, R. J., Pan, Y., & van Dam, H. (2020). Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. In S. Dixit (Ed.), *The diatoms: Applications for the environmental and earth sciences* (2nd ed., pp. 57-85). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511763175.004>
- Sulastri. (2018). *Fitoplankton Danau-Danau di Pulau Jawa: Keanekaragaman dan Perannya sebagai Bioindikator Perairan*. Jakarta: LIPI Press.



Wehr, J. D., Sheath, R. G., & Kociolek, J. P. (Eds.). (2015). *Freshwater algae of North America: Ecology and classification* (2nd ed.). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385876-4.00001-4>