

Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton Di Danau Siombak Marelان Medan

Muhammad Fariz (1) , Puji Prastowo (2)

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan,
Jl. Willem Iskandar Ps V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tua, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara
20221

muhammadfariz9448@gmail.com(1) puji.prastowo@unimed.ac.id (2)

ABSTRAK

Salah satu hal yang menjadi penyebab rusaknya ekosistem perairan adalah pencemaran air akibat penumpukan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi jenis, tingkat keanekaragaman, kelimpahan, serta hubungan rona lingkungan terhadap kelimpahan fitoplankton di Danau Siombak, Marelان, Medan. Pengambilan sampel dilakukan pada lima stasiun yang mewakili perbedaan aktivitas dan karakteristik perairan. Identifikasi fitoplankton dilakukan menggunakan Sedgwick Rafter Cell, sedangkan parameter fisika-kimia yang diukur meliputi suhu, kecerahan, pH, DO, dan BOD. Data dianalisis menggunakan Indeks Shannon-Wiener dan uji ANOVA satu arah untuk melihat perbedaan kelimpahan antar stasiun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan empat divisi fitoplankton dengan total 21 spesies, didominasi oleh Bacillariophyta dan Chlorophyta. Tingkat keanekaragaman fitoplankton berada pada kategori sangat baik dengan nilai H' rata-rata 2,406 dan total 2,623, mencerminkan komunitas yang stabil. Kelimpahan fitoplankton berada pada nilai rata-rata 8,608 sel/L, termasuk dalam kategori oligotrofik tercemar ringan. Parameter kualitas air menunjukkan kondisi tercemar ringan dengan nilai suhu 22,38°C, kecerahan 26 cm, pH 6,612, DO 5,428 mg/L, dan BOD 9,482 mg/L. Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi 0,418 ($p > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan kelimpahan fitoplankton antar stasiun, yang mengindikasikan rona lingkungan yang relatif homogen. Secara keseluruhan, Danau Siombak memiliki struktur komunitas fitoplankton yang stabil, namun berada pada kondisi perairan tercemar ringan sehingga diperlukan pengelolaan lanjutan untuk menjaga kualitas ekosistem danau

Kata Kunci: fitoplankton, kelimpahan, keanekaragaman, kualitas perairan, Danau Siombak, Anova

ABSTRACT

One of the main causes of aquatic ecosystem damage is water pollution due to accumulated waste. This study aims to analyze species composition, diversity levels, abundance, and the relationship between environmental conditions and phytoplankton abundance in Lake Siombak, Marelان, Medan. Sampling was conducted at five stations representing different activities and water characteristics. Phytoplankton identification was carried out using a Sedgwick Rafter Cell, while the measured physical-chemical parameters included temperature, transparency, pH, DO, and BOD. Data were analyzed using the Shannon–Wiener Index and one-way ANOVA to determine differences in abundance among stations. The results showed that four phytoplankton divisions were found, consisting of a total of 21 species, dominated by Bacillariophyta and Chlorophyta. The phytoplankton diversity level was classified as very good, with an average H' value of 2.406 and a total value of 2.623, indicating a stable community. Phytoplankton abundance reached an average of 8,608 cells/L, falling into the lightly polluted oligotrophic category. The water quality parameters indicated lightly polluted conditions, with a temperature of 22.38°C, transparency of 26 cm, pH of 6.612, DO of 5.428 mg/L, and BOD of 9.482 mg/L. The ANOVA test showed a significance value of 0.418 ($p > 0.05$), indicating no significant difference in phytoplankton abundance among stations, which reflects relatively homogeneous environmental conditions. Overall, Lake Siombak has a stable phytoplankton community structure, but the waters are in a lightly polluted state, indicating the need for further management to maintain the lake's ecosystem quality.

Keywords: phytoplankton, abundance, diversity, water quality, Lake Siombak, ANOVA.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Ekosistem merupakan suatu proses ekologi yang memiliki hubungan timbal balik untuk membentuk suatu kesatuan dengan proses interaksi organisme hidup dengan lingkungannya seperti aliran energi, rantai makanan, siklus biogeokimiawi, perkembangan dan pengendalian. Setiap ekosistem di dunia memiliki struktur yang sama serta berinteraksi antar komponen di dalamnya. Sehingga, antara ekosistem alami (daratan, perairan) dan ekosistem buatan (pertanian, perkebunan) memiliki kesamaan. Salah satu perbedaan yang signifikan antara ekosistem perairan dan daratan adalah pada produsen. Pada daratan dijumpai produsen berupa pohon besar dengan jaringan penguat yang kokoh sedangkan produsen utama perairan adalah fitoplankton yang berukuran mikroskopik meskipun sungai, waduk maupun danau membentuk suatu ekosistem yang berbeda tetapi proses, metabolisme dan kestabilan jangka panjang pengaruh oleh cahaya matahari serta masukan materi organik meliputi plankton, bentos (mikroalga dan makroalga bentik) dan kelompok ikan (Asriyana & Yuliana, 2012). Plankton merupakan organisme berupa hewan atau tumbuhan yang hidup terapung di air dan pergerakannya mengikuti pergerakan air. Plankton dalam perairan dikelompokkan menjadi dua berdasarkan fungsinya yaitu fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton merupakan organisme berbentuk tumbuhan atau nabati yang melayang mengikuti pergerakan air yang berfungsi sebagai produsen primer perairan dan menempati rantai makanan paling bawah. Hal ini terjadi karena fitoplankton mampu menghasilkan oksigen dari hasil fotosintesis dengan sinar matahari yang hasilnya berguna untuk biota perairan lain. sedangkan zooplankton merupakan organisme berbentuk hewan yang melayang-layang mengikuti gerakan air yang berfungsi sebagai produsen sekunder yaitu konsumen langsung dari hasil fotosintesis fitoplankton dan berperan penting dalam proses transfer energi pada rantai makanan (Nontji, 2008). Fitoplankton memiliki kandungan klorofil yang dapat digunakan untuk berfotosintesis sehingga fitoplankton disebut juga sebagai plankton nabati. Selain itu, fitoplankton memiliki peranan penting sebagai produsen primer, penghasil oksigen yang menjadi sumber makanan utama organisme perairan khususnya bagi zooplankton (Nontji, 2008). Keberadaan fitoplankton menjadi tolak ukur kualitas perairan yang subur atau tidak dan juga untuk mengetahui kepadatan fitoplankton dalam suatu wilayah (Nadia et al., 2019). Menurut (Jannah dan Muchlisin, 2012) keberadaan komunitas fitoplankton dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia perairan. Semakin rendah tingkat keragaman fitoplankton dalam di perairan menandakan bahwa tingkat pencemaran dan kerusakan ekosistem perairan tersebut tinggi. Salah satu hal yang menjadi penyebab rusaknya ekosistem perairan adalah pencemaran air akibat penumpukan sampah Danau Siombak merupakan salah satu danau pasang surut di Indonesia (Muhtadi, 2022). Danau ini terletak di pesisir kota Medan, Sumatera Utara. Danau Siombak memiliki luas 29.72 ha dengan kedalaman danau rata-rata berkisar antara 1.63 – 4.53 m saat hujan (pasang rata-rata = 3.27 m) dan 1.61 – 4.38 saat kering (pasang rata-rata = 3.25 m). Secara umum, dalam 1 hari perubahan tinggi muka air di Danau Siombak terjadi setiap 6 jam sekali (dalam 1 hari terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut), kecuali pada pasang mati (neap tide). Sepanjang tahun tinggi muka air Danau Siombak berfluktuasi mengikuti siklus pasut. Kondisi pasang surut sangat mempengaruhi kondisi perairan danau siombak. Hal ini disebabkan karena daerah perairan danau yang tidak jauh dari kawasan pesisir. Air permukaan danau akan naik apabila terjadi pasang di danau, sehingga menyebabkan jalan di sekitaran danau menjadi banjir. Sebaliknya, apabila sedang surut, perairan danau Siombak akan mengalami pendangkalan sehingga limbah dan sampah aktivitas masyarakat sekitar danau menjadi menumpuk. Terdapat banyak kegiatan pemanfaatan yang terjadi di danau Siombak sehingga memberikan tekanan ekologis terhadap ekosistem danau. Kegiatan masyarakat

sekitar danau meliputi perikanan pertambakan, pemukiman penduduk, industri, Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Terjun Kota Medan. Danau Siombak pun dijadikan sebagai salah satu kawasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan Badan Air (BA) di kota Medan. Aktivitas ini menyebabkan terjadinya perubahan kualitas lingkungan sekitar perairan Danau Siombak sehingga diperlukan pengelolaan guna menjaga kelestarian danau. Perubahan lingkungan ini memberikan dampak positif maupun negatif bagi struktur komunitas fitoplankton di Danau Siombak. Kesuburan fitoplankton dalam suatu ekosistem perairan ditentukan oleh interaksi fitoplankton terhadap faktor fisika, kimia dan biologi perairan karena fitoplankton berperan sebagai parameter ekologi untuk menggambarkan tingkat kesuburan suatu perairan maupun indikator perairan tercemar atau tidak tercemar.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton di Danau Siombak Marelan Medan dapat dilaksanakan dengan baik dan mendapatkan hasil yang signifikan.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil penelitian dari kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton di Danau Siombak Marelan Medan.

4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah : diharapkan sebagai salah satu sumber bacaan atau referensi tentang kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton di Danau Siombak Marelan Medan dan dapat menjadi bahan bagi penelitian selanjutnya..

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Danau Siombak Marelan sebagai tempat pengambilan sampel dan pengidentifikasian Fitoplankton di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Medan. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan secara terencana dan acak sesuai kriteria yang ditetapkan dengan menentukan 5 stasiun dan dilakukan pengulangan 3 kali. Penelitian yang digunakan adalah penelitian *ex post facto* yaitu bertujuan untuk mengungkapkan data yang diperoleh dilapangan yang harus merujuk kepustakaan dan berdasarkan kondisi lingkungan perairan danau (Anhar *et al.*, 2023). Identifikasi sampel fitoplankton diidentifikasi dan diberinama sesuai dengan buku acuan identifikasi (Ward & Whipple, 1959) dan (Brierley, 2017). Alat yang digunakan Adalah ember plastik, botol sampel, lugol 4%, plankton net no.25, kertas label, *secchi disk*, tali berskala, buku identifikasi, *hand counter*, pipet tetes, mikroskop, *sedgwick rafter*, kamera, thermometer, pH meter, botol winkler dan *coolbox*. Parameter fisika-kimia yang diuji meliputi suhu, keceraham, pH, DO dan BOD. Pengujian parameter fisika-kimia dilakuan di UPT. Pengelolaan Sampah Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Utara.

Pengambilan Sampel Fitoplankton

Sampel dalam penelitian ini adalah semua organisme fitoplankton yang terjaring menggunakan Plankton Net secara horizontal. Plankton Net yang digunakan adalah plankton net nomor 25 dengan ukuran mata jaring/mesh 55 μ m dan ukuran botol 100 ml. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive random sampling* yaitu pengambilan sampel fitoplankton terencana dan acak sesuai kriteria yang ditetapkan. Pengambilan sampel air menggunakan Ember plastik +10L. Sampel ini dituangkan ke dalam Botol berukuran 1L dengan kedalaman kurang dari 0,5 meter sebanyak 100 L sebanyak 10 kali. Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan di waktu yang berbeda yaitu pada bagian pinggir dan tengah danau sesuai dengan stasiun yang telah ditentukan. Air yang

telah tertampung di dalam ember plastik dituang kedalam Net Plankton No. 25 dengan ukuran mata jaring sekitar 55 µm dan diposisikan horizontal. Siram bagian luar Plankton Net menggunakan air perairan kearah botol penampung untuk menghindari fitoplankton tertinggal di dalam Net Plankton. dan menurunkan fitoplankton kedalam botol penampung. Sampel yang telah disortir dan dibersihkan dimasukkan kedalam botol sampel yang telah disiapkan. Tetesi sampel di dalam botol sampel 100 ml dengan larutan lugol sebanyak 3 – 4 tetes untuk setiap sampel per stasiun. Tutup rapat botol sampel dan beri label dari luar botol sampel. Sampel dibawa ke Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan untuk dianalisis dan diidentifikasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Jenis Fitoplankton

Penelitian fitoplankton dilakukan di Danau Siombak dan dibagi menjadi 5 stasiun. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 28 jenis fitoplankton dari 4 divisi ditemukan di danau Siombak. Berikut merupakan data total individu fitoplankton dalam setiap stasiun :

Tabel 1. Identifikasi Fitoplankton di Danau Siombak (Phytoplankton Identification in Lake Siombak)

No.	Divisi	Spesies	Stasiun					Total Individu
			I	II	III	IV	V	
1	Bacillariophyta	<i>Amphora.spp</i>	0	2	1	0	0	3
2		<i>Asterinoela.spp</i>	0	0	4	6	2	12
3		<i>Aulacoseira.spp</i>	1	0	1	2	0	4
4		<i>Craticula.spp</i>	1	9	8	2	5	25
5		<i>Cyclotella.spp</i>	20	25	31	33	28	137
6		<i>Cymbella.spp</i>	1	2	1	0	0	4
7		<i>Diatoma elongatum.spp</i>	0	0	0	1	0	1
8		<i>Fragilaria.spp</i>	0	0	1	5	2	8
9		<i>Navicula.spp</i>	10	4	9	3	9	35
10		<i>Nitzschia hassal.spp</i>	8	12	12	12	21	65
11		<i>Pinnularia.spp</i>	0	2	9	0	2	13
12		<i>Surilla.spp</i>	0	0	0	3	0	3
13	Chlorophyta	<i>Actinastrum.spp</i>	0	1	0	0	0	1
14		<i>Ankistrodesmus.spp</i>	0	2	0	1	0	3
15		<i>Closterium.spp</i>	0	1	0	0	1	2
16		<i>Cosmarium.spp</i>	3	2	3	2	0	10
17		<i>Crucigenia.spp</i>	1	1	0	0	0	2
18		<i>Monoraphidium.spp</i>	1	0	3	2	1	7
19		<i>Scenedemus.spp</i>	8	16	5	7	10	46
20		<i>Staurastrum.spp</i>	3	0	7	5	1	16
21		<i>Syenedra.spp</i>	0	0	1	2	2	5
22		<i>Tertrastrum.spp</i>	1	2	2	2	5	12
23		<i>Tetraedron.spp</i>	2	1	0	1	3	7
24		<i>Ulothrix.spp</i>	2	3	15	22	2	44
25	Cyanophyta	<i>Anabaena.spp</i>	0	3	5	4	4	16
26		<i>Arthrospira.spp</i>	4	4	6	0	8	22

No.	Divisi	Spesies	Stasiun					Total Individu
			I	II	III	IV	V	
27		<i>Merismopedia.spp</i>	0	1	0	0	0	1
28	Euglenophyta	<i>Trachelomonas.spp</i>	2	6	0	3	3	14
Jumlah Total			68	99	124	118	109	518

Fitoplankton di Danau Siombak terdiri dari 28 spesies dari 4 divisi yang berbeda yaitu Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta dan Euglenophyta. Kelompok divisi Bacillariophyta terdiri dari 12 spesies yaitu *Cyclotella*, *Navicula*, *Nitzschia Hassal*, *Cymbella*, *Craticula*, *Pinnularia*, *Amphora*, *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Asterinoela*, *Surilla* dan *Diatoma Elongatum*. Kelompok divisi Chlorophyta terdiri dari 12 spesies yaitu *Cosmarium*, *Monoraphidium*, *Tetraedon*, *Crucigenia*, *Scenedemus*, *Ulothrix*, *Tetrastrum*, *Staurastrum*, *Actinastrum*, *Ankistrodesmus*, *Closterium* dan *Syenedra*. Kelompok terakhir adalah divisi Euglenophyta yang terdiri atas 1 spesies yaitu *Trachelomonas* dan juga menjadi salah satu divisi dengan spesies paling sedikit keberadaannya.

Tingkat Keanekaragaman Dan Nilai Kelimpahan Fitoplankton

Hasil identifikasi fitoplankton dianalisis untuk mendapatkan tingkat keanekaragaman dan nilai kelimpahan. Berikut merupakan hasil data keanekaragaman dan kelimpahan fitoplankton danau Siombak:

Tabel 2. Data Tingkat Keanekaragaman dan Nilai Kelimpahan Fitoplankton di Danau Siombak (Diversity Level Data and Phytoplankton Abundance Values in Lake Siombak)

Analisis Data	Stasiun					\bar{x} Stasiun	Total
	I	II	III	IV	V		
Tingkat Keanekaragaman (H')	2,27	2,46	2,5	2,42	2,38	2,406	2,623
Nilai Kelimpahan (N)	5,58	8,25	10,3	9,83	9,08	8,608	-

Tabel diatas menunjukkan tingkat keanekaragaman fitoplankton dengan rata-rata 2,406 dan total 2,623. Stasiun I memiliki nilai tingkat keanekaragaman terendah yaitu sebesar 2,27 dan stasiun III dengan nilai 2,5 sebagai stasiun dengan tingkat keanekaragaman tertinggi. Hasil perhitungan data kelimpahan fitoplankton danau Siombak memperoleh rata-rata sebesar 8,608. Nilai kelimpahan terendah terdapat pada stasiun I yaitu sebesar 5,58 dan nilai tertinggi kelimpahan terdapat pada stasiun III yaitu 10,3.

Parameter Fisika-Kimia Danau Siombak

Pengukuran indikator fisika meliputi suhu dan kecerahan serta pengukuran indikator kimia meliputi pH, DO dan BOD. Berikut merupakan data parameter fisika-kimia danau Siombak:

Tabel 3. Parameter Fisika-Kimia di Danau Siombak (Physico-Chemical Parameters in Lake Siombak)

No.	Parameter	Stasiun					\bar{x} Stasiun	Standar Deviasi
		I	II	III	IV	V		
Fisika								
1	Suhu (°C)	22,5	22,5	22,1	22,4	22,4	22,38	0,14697
2	Kecerahan (cm)	24	25	27	26	28	26	1,41421
Kimia								
3	pH	6,6	6,57	6,62	6,57	6,7	6,612	0,04792
4	DO (mg/L)	4,49	6,12	6,32	4,09	6,12	5,428	0,94058

5	BOD (mg/L)	10,7	8,57	9,18	11	7,96	9,482	1,18552
---	------------	------	------	------	----	------	-------	---------

Pengukuran parameter fisika perairan berupa suhu perairan memiliki nilai $22,38^{\circ}\text{C} \pm 0,147^{\circ}\text{C}$, stasiun III memiliki suhu terendah yaitu $22,1^{\circ}\text{C}$ dan stasiun I memiliki suhu tertinggi yaitu $22,5^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran kecerahan. Hasil pengukuran kecerahan memiliki nilai $26 \text{ cm} \pm 1,4142 \text{ cm}$, stasiun I memiliki kecerahan terendah yaitu 24 cm dan kecerahan tertinggi pada stasiun V yaitu 28 cm. Pada indikator kimia danau, pH memiliki nilai rata-rata $6,612 \pm 0,0479$. pH terendah dengan nilai 6,57 terdapat pada stasiun II dan IV serta nilai tertinggi terdapat pada stasiun V yaitu 6,7. Hasil pengukuran DO memiliki nilai $5,428 \text{ mg/L} \pm 0,941 \text{ mg/L}$. DO terendah dengan nilai 4,09 terdapat pada stasiun IV dan nilai tertinggi 6,32 mg/L pada stasiun III. Hasil pengukuran BOD memiliki nilai $9,482 \text{ mg/L} \pm 1,185$, BOD terendah dengan nilai 7,96 mg/L pada stasiun V dan nilai tertinggi yaitu 11 mg/L pada stasiun IV.

Pengaruh Rona Lingkungan Terhadap Kelimpahan Fitoplankton

Pengaruh rona lingkungan danau terhadap kelimpahan fitoplankton di Danau Siombak Marelan Medan dapat diketahui dengan menganalisis secara statistik menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA) pada aplikasi SPSS. Sebelum melakukan ANOVA, akan dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan uji *post hoc* (Tukey HSD) untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda secara signifikan. Apabila asumsi ANOVA tidak terpenuhi, maka akan digunakan uji nonparametrik sebagai alternatif.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas (Normality Test Results)

No.	Shapiro-Wilk	Nilai Signifikansi	N
1.	Stasiun 1	0,328	3
2.	Stasiun 2	1,000	3
3.	Stasiun 3	0,688	3
4.	Stasiun 4	0,334	3
5.	Stasiun 5	0,843	3

Syarat uji normalitas *Shapiro-Wilk* adalah data berdistribusi normal apabila nilai signifikansi $> 0,05$. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai signifikansi (p-value) berada di atas 0,05 sehingga data pada setiap stasiun berdistribusi normal.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas (Homogeneity Test Results)

No.	Kelimpahan	Sig
1.	Based on Mean	0,137
2.	Based on Median	0,502
3.	Based on Median and with Adjusted df	0,518
4.	Based on trimmed mean	0,151

Berdasarkan hasil uji homogenitas menggunakan Levene Test, diperoleh nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,137. Nilai ini lebih besar dibandingkan batas signifikansi 0,05, sehingga menunjukkan bahwa varians kelimpahan fitoplankton antar stasiun tidak berbeda secara signifikan. Dengan demikian, data dinyatakan homogen, dan asumsi kesamaan varians pada uji ANOVA telah terpenuhi. Analisis dapat dilanjutkan menggunakan ANOVA satu arah (One-Way ANOVA).

IV. KESIMPULAN

Fitoplankton di Danau Siombak terdiri dari 28 spesies dari 4 divisi yang berbeda yaitu Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta dan Euglenophyta. Kelompok divisi Cyanophyta terdiri atas 3 spesies yaitu *Arthrospira*, *Anabaena* dan *Merismopedia*.

Kelompok divisi Bacillariophyta terdiri dari 12 spesies yaitu Cyclotella, Navicula, Nitzschia Hassal, Cymbella, Craticula, Pinnularia, Amphora, Aulacoseira, Fragilaria, Asterinoela, Surilla dan Diatoma Elongatum. Kelompok divisi Chlorophyta terdiri dari 12 spesies yaitu Cosmarium, Monoraphidium, Tetraedon, Crucigenia, Scenedemus, Ulothrix, Tetrastrum, Staurostrum, Actinastrum, Ankistrodesmus, Closterium dan Syenedra. Kelompok terakhir adalah divisi Euglenophyta yang terdiri atas 1 spesies yaitu Trachelomonas. Kelimpahan fitoplankton di Danau Siombak berada pada nilai rata-rata 8,6 sel/L dan termasuk dalam kategori oligotrofik tercemar ringan, yang menggambarkan kondisi perairan dengan produktivitas rendah namun mulai mengalami tekanan ekologis akibat masukan bahan organik maupun aktivitas di sekitar danau. Tingkat keanekaragaman fitoplankton di Danau Siombak yang berada pada nilai indeks Shannon-Wiener $H' = 2,6$ menunjukkan bahwa kondisi komunitas fitoplankton tergolong sangat stabil dengan kategori keanekaragaman sangat baik. Nilai ini mencerminkan bahwa tidak ada satu spesies yang mendominasi secara berlebihan, sehingga struktur komunitas berada dalam keadaan seimbang dan tekanan ekologis masih relatif rendah. Berdasarkan hasil analisis data kelimpahan fitoplankton pada lima stasiun di Danau Siombak, Marelان, Medan, yang telah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas varians (Sig. Levene = 0,137), serta hasil uji ANOVA dengan nilai signifikansi 0,418 ($> 0,05$), dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari rona lingkungan danau terhadap kelimpahan fitoplankton

DAFTAR PUSTAKA

- Afonso J, et al. Time to Move From "Stretching" to "Range of Motion" Training? *Front Physiol.* 2021;12:6789.
- Alexander JL, et al. The effect of warm-ups on injury prevention in community sports: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2020;23(5):456-463.
- Amiri-Khorasani M. Acute Effect of Different Stretching Methods on Agility and Power in Runners. *J Strength Cond Res.* 2021;35(10):2765-2771.
- Baxter JR, et al. Impact of a Dynamic Warm-up Protocol on Achilles Loading in Recreational Runners: A RCT. *Am J Sports Med.* 2019;47(11):2650-2659.
- Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol.* 2019;111(11):2633-2651. (Re-evaluated in 2024 context).
- Blazevich AJ, et al. No Effect of Muscle Stretching within a Full, Dynamic Warm-up on Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2021;50(6):1258-1266.
- Garcia-Pinillos F, et al. Acute effects of dynamic stretching on running economy and kinematics. *J Hum Kinet.* 2022;81:45-53.
- Hanlon C, et al. Walking Biomechanics and Risk of Tendon Injury in Obese Individuals. *Gait Posture.* 2022;92:123-129.
- Hollander K, et al. Epidemiology of Achilles Tendinopathy in Recreational Runners: A Systematic Review. *Sports Med.* 2023;51(8):1673-1690.
- Iwata M, et al. Dynamic Stretching Effects on Muscle Viscoelasticity and Tendon Stiffness. *J Sports Sci Med.* 2019;18(2):245-252.
- Konrad A, et al. The Acute Effect of Static Stretching on Muscle Power: A Meta-Analysis. *Front Physiol.* 2020;11:619.
- Malisoux L, Theisen D. Risk Factors for Running-Related Injuries: A 2022 Update. *Sports Health.* 2022;14(5):701-710.

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
28 Desember 2025	05 Januari 2026	14 Januari 2026	Ya