

## **STUDI KEANEKARAGAMAN MIKROALGA DI SUNGAI DAN DANAU BENGKULU SEBAGAI BIOINDIKATOR PERAIRAN**

Oktaria Silviani <sup>1\*</sup>, Bhakti Karyadi<sup>1</sup>, Sipriyadi<sup>1</sup>, Dewi Jumiarni<sup>2</sup>, Abdul Rahman Singkam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pascasarjana Pendidikan IPA Universitas Bengkulu, <sup>2</sup>Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu

\*Corresponding author, e-mail: [oktariasilviani@gmail.com](mailto:oktariasilviani@gmail.com)

### **ABSTRACT**

This exploratory study aims to analyze the water quality of Selagan River and Tes Lake based on diversity of microalgae. Sampling was done by systematic purposive sampling. Results of study found 38 species (8 classes) of microalgae in Selagan River and 48 species (9 classes) in Tes Lake. The bundance of microalgae at the upstream, middle, and downstream stations of Selagan River were 3714 ind/ml, 105 ind/ml, and 315 ind/ml, with diversity index 0.25; 1.93; and 1.72. The microalgae dominance index in river is 0.95; 0.58; and 0.75 low to high criteria. The evenness index value for each station is 0.09; 0.78; and 0.63 low to high categories. Meanwhile, abundance of microalgae in Tes Lake at the inlet, middle, and outlet stations were 192 ind/ml, 204 ind/ml, and 200 ind/ml, with diversity index of 2.70; 2.55; and 2.05. The microalgae dominance index was 0.10; 0.28; and 0.2 low category. The evenness index value for each station is 0.78; 0.75; 0.64 high category. Conclusion, condition of Selagan River at the upstream station is classified as heavily polluted, the middle and downstream stations are classified as clean. Meanwhile, condition of Tes Lake is clean and shows normal tolerance range for microalgae life.

Keywords: Microalgae, Selagan River, Tes Lake, Bioindicator

### **PENDAHULUAN**

Perairan merupakan satu kesatuan antara komponen-komponen biologi, kimia, dan fisika dalam suatu media air pada wilayah tertentu. Ketiga komponen tersebut saling berinteraksi dan saling berpengaruh terhadap perubahan satu sama lain (Basmi, 2000). Perairan sebagai bagian permukaan bumi secara permanen digenangi oleh air, baik air laut, air payau, maupun air tawar. Perairan tawar merupakan lingkungan perairan yang terletak di daratan dan umumnya lebih tinggi dari permukaan laut (Utomo & Chalif, 2014). Perairan tawar dibedakan menjadi dua kategori, yaitu sistem lentik (tergenang), seperti danau dan sistem lotik (mengalir), seperti sungai.

Sungai merupakan saluran terbuka yang terbentuk secara alami atau buatan di atas permukaan bumi yang menampung dan mengalirkan air dari bagian hulu menuju ke hilir dan muara (Junaidi, 2014). Sungai di Indonesia tersebar di seluruh pulau, termasuk pulau Sumatera. Berdasarkan data BPDAS (2018) wilayah Sumatera memiliki 3.459 Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu provinsi yang berada di pulau Sumatera adalah Provinsi Bengkulu.

Provinsi Bengkulu memiliki 86 DAS (BPDAS, 2018) diantaranya adalah Sungai Ketahun dan Sungai Selagan. Sungai Ketahun sebagai sungai terbesar di Provinsi Bengkulu dimanfaatkan sebagai aliran irigasi dan pusat Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Pemanfaatan air untuk PLTA Tes berasal dari bagian hilir Sungai Ketahun yang sumber airnya berasal dari Danau Tes. Danau Tes berada pada Sub DAS

Ketahun hulu (Usman & Suhartoyo, 2021). Danau Tes mengalami alih fungsi lahan, berupa galian batu dan pasir, aktivitas pariwisata, aktivitas nelayan, serta tempat kerambah ikan. Kawasan aliran Sungai Ketahun juga dimanfaatkan sebagai lahan perkebunan sawit, pertambangan batu baru, serta pembuangan limbah tambang emas. Hal sama terjadi pada Sungai Selagan yang dialih fungsikan sebagai tempat Mandi Cuci Kakus (MCK), memancing, bahkan pembuangan sampah. Bantaran Sungai Selagan juga dimanfaatkan untuk perkebunan sawit dan persawahan. Aktivitas-aktivitas tersebut berdampak pada perubahan struktur ekosistem, terutama biota-biota yang hidup pada sungai dan danau tersebut. Salah satu biota yang mendiami sungai dan danau adalah mikroalga. Rosmawati (2011) juga menyebutkan bahwa jenis biota terbanyak pada perairan tawar adalah alga atau ganggang.

Bertolak dari fenomena tersebut, dampak terhadap kualitas perairan sungai maupun danau dapat ditinjau dari kelimpahan dan komposisi organisme akuatik, salah satunya mikroalga. Mikroalga memiliki respon yang cepat terhadap perubahan lingkungan. Kombinasi antara faktor fisika kimia lingkungan akan menghasilkan komunitas mikroalga yang berbeda. Faktor fisika kimia, seperti cahaya, suhu, pH, kedalaman dan kecerahan, oksigen terlarut (DO), dan padatan tersuspendi (TDS) merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi keanekaragaman, kelimpahan, dan dominansi biota, termasuk mikroalga di suatu perairan. Penelitian Kalor & Paiki (2017) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar nitrat dan fosfat di suatu perairan, maka semakin tinggi pula kelimpahan mikroalganya.

Keberadaan mikroalga bisa dijadikan sebagai pantauan terhadap kondisi dan keberlangsungan ekosistem perairan (Pelczar & Chan, 2008). Mikroalga dapat dijadikan sebagai indikator kualitas perairan karena memiliki siklus hidup yang pendek dan respon yang sangat cepat terhadap perubahan lingkungan (Nugroho, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa mikroalga memiliki fungsi ekologis yang sangat menentukan stabilitas ekosistem perairan. Perubahan lingkungan yang kurang menguntungkan akan menyebabkan penurunan keragaman spesies, jumlah kelimpahan individu, dan menyebabkan dominansi mikroalga tertentu. Jukri & Emiyati (2013) menyatakan bahwa adanya dominansi mikroalga pada perairan dapat dijadikan sebagai bioindikator perairan. Oleh karena itu, mikroalga dapat digunakan sebagai parameter kualitas suatu perairan. Selain itu, kelimpahan mikroalga pada suatu perairan juga dapat dijadikan patokan tingkat kesuburan suatu perairan. Tingginya keberadaan spesies tertentu dapat menjadi indikator perairan yang bersih atau tercemar.

Penelitian terkait mikroalga di Bengkulu telah dilakukan oleh Rasyid et al. (2018) di Sungai Hitam, menunjukkan bahwa Sungai Hitam telah mengalami pencemaran bahan organik dan anorganik ringan. Penelitian lain oleh Jumiarni et al. (2019) di Sungai Bengkenang, menunjukkan bahwa hulu sungai mengalami pencemaran sangat ringan, sedangkan bagian tengah an hilir sungai telah mengalami pencemaran bahan organik cukup berat. Data tersebut menunjukkan bahwa perairan Bengkulu memiliki potensi keragaman mikroalga yang dapat dijadikan sebagai bioindikator. Akan tetapi, hingga saat ini belum ada penelitian terkait mikroalga di Sungai Selagan dan Danau Tes. Hal ini berarti belum adanya data konkrit terkait pencemaran pada perairan tersebut ditinjau dari komposisi mikroalga. Mengingat mikroalga berperan sebagai salah satu parameter ekologi yang dapat memberikan gambaran keadaan perairan dan merupakan produsen primer di rantai makanan ekosistem perairan (Samudra et al., 2013), maka perlu dilakukan penelitian

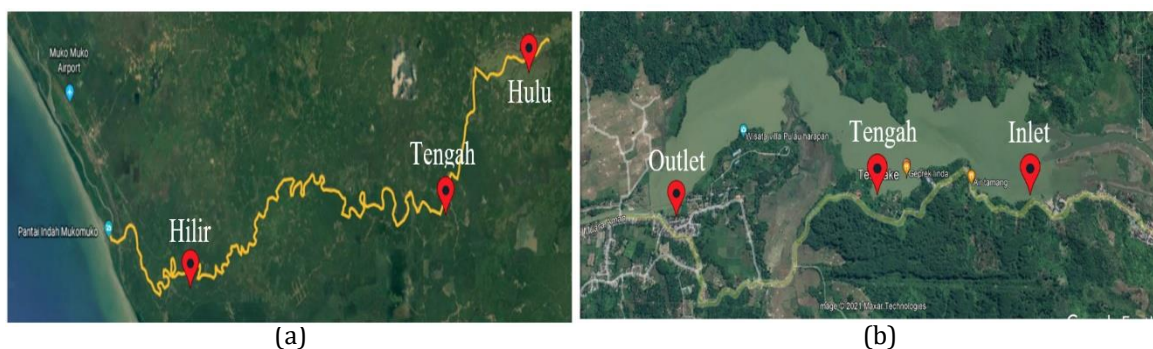
keanekaragaman mikroalga di lokasi tersebut sebagai langkah awal pengelolaan sungai maupun danau danau.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas Sungai Selagan dan Danau Tes ditinjau dari komposisi mikroalga sebagai bioindikator perairan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi barometer kualitas Sungai Selagan dan Danau Tes saat ini. Data yang diperoleh diharapkan dapat menjadi langkah pengelolaan sungai maupun danau agar terjaga kualitas airnya.

## **METODE**

Penelitian dilakukan pada dua lokasi, yaitu di Sungai Selagan pada bulan Februari 2020 dan di Danau Tes pada bulan Februari 2022. Metode yang digunakan adalah eksplorasi. Penentuan stasiun pengambilan sampel dilakukan secara *systematic purposive sampling*. Penentuan lokasi sampling bertujuan agar titik pengambilan sampel dapat mewakili keseluruhan bagian Sungai ataupun Danau. Pengambilan sampel di Sungai Selagan ditentukan tiga stasiun, yaitu hulu (Lubuk Bangko), tengah (Lubuk Sahung), dan hilir (Tanah Rekah) (Gambar 1.a). Sedangkan penelitian di Danau Tes ditentukan tiga stasiun yaitu inlet (Suka Sari), tengah (Kutei Donok), dan outlet (Tes) (Gambar 1.b).

Pengambilan sampel mikroalga dengan teknik *filtering* menggunakan plankton net nomor 10 sebanyak 100 liter. Penyaringan dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap stasiun. Hasil saringan air dimasukkan dalam botol sampel 100 ml dan ditambahkan formalin 4% sebanyak 3 tetes. Pengamatan morfologi mikroalga menggunakan mikroskop trinokuler. Hasil pengamatan diidentifikasi berdasarkan beberapa referensi, seperti *Easy Identification of the Most Common Freshwater Algae*, *Freshwater Algae, How to Know the Freshwater Algae*, dan sumber artikel lainnya. Data hasil identifikasi dianalisis secara deskriptif kualitatif meliputi kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan indeks pemerataan. Data kelimpahan mikroalga dianalisis menggunakan metode sapuan *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRCC). Indeks keanekaragaman dianalisis menggunakan indeks Shannon-Wiener. Indeks dominansi dianalisis menggunakan indeks dominansi Berger-Parker. Sedangkan indeks pemerataan dianalisis menggunakan indeks pemerataan (*Evenness*) menurut (Ludwig et al., 1988).



**Gambar 1.** (a) Titik Stasiun Sungai Selagan, (b) Titik Stasiun Danau Tes

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian di Sungai Selagan diperoleh 8 kelas mikroalga yang terdiri atas 38 spesies (Tabel 1). Sedangkan di Danau Tes diperoleh 9 kelas mikroalga yang

terdiri atas 48 spesies (Tabel 2). Hasil analisis parameter ekologis keragaman mikroalga yang ditemukan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 1.** Keanekaragaman Mikroalga di Sungai Selagan

No.	Kelas	Jumlah (Ind/ml)		
		1	2	3
<b>Chlorophyceae</b>				
1.	<i>Kirchneriella acuminata</i>			8
2.	<i>Monoraphidium circinale</i>			177
3.	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	3576		
4.	<i>Scenedesmus dimorphus</i>		4	
5.	<i>Oedogonium</i> sp	4		
6.	<i>Chlamydomonas</i> sp		4	
7.	<i>Westella botryoides</i>	4		
<b>Bacillariophyceae</b>				
8.	<i>Navicula gregaria</i>	20		
9.	<i>Sellaphora pupula</i>	4		
10.	<i>Surirella robusta</i>	4		
11.	<i>Gomphonema acuminatum</i>	8		
12.	<i>Synedra acus</i>	4		
13.	<i>Pinnularia</i> sp		8	
14.	<i>Tabellaria fenestrata</i>		5	
15.	<i>Cocconeis placentula</i>		4	
16.	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			4
17.	<i>Fragilaria pennsylvanica</i>		8	
18.	<i>Fragilaria</i> sp			4
19.	<i>Nitzschia microcephala</i>	8		
<b>Mediophyceae</b>				
20.	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	8	6	14
21.	<i>Stephanodiscus</i> sp	4		
<b>Dinophyceae</b>				
22.	<i>Glenodinium</i> sp		4	
<b>Cyanophyceae</b>				
23.	<i>Microcystis aeruginosa</i>	30	50	24
24.	<i>Microcystis wesenbergii</i>			4
25.	<i>Merismopedia punctata</i>			16
26.	<i>Oscillatoria rubescens</i>	12		
27.	<i>Chroococcus turgidus</i>			24
28.	<i>Coelosphaerium</i> sp			4
<b>Trebouxiophyceae</b>				
29.	<i>Botryococcus</i> sp	4		
30.	<i>Chlorella</i> sp	12		20
<b>Zignematophyceae</b>				
31.	<i>Closterium moniliferum</i>	4		
32.	<i>Spirogyra hyalina</i>			4
<b>Euglenophyceae</b>				
33.	<i>Trachelomonas</i> sp	4		
34.	<i>Euglena acus</i>		4	
35.	<i>Euglena spirogyra</i>	4	4	4
36.	<i>Euglena splendens</i>			4
37.	<i>Phacus pyrum</i>			4
38.	<i>Phacus triqueter</i>		4	
<b>Total Individu</b>		<b>3714</b>	<b>105</b>	<b>315</b>

**Tabel 2.** Keanekaragaman Mikroalga di Danau Tes

No.	Nama	Jumlah (Ind/ml)		
		Inlet	Tengah	Outlet
<b>Chlorophyceae</b>				
1.	<i>Golenkinia sp</i>	12	56	16
2.	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	12	56	40
3.	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	16		
4.	<i>Tetraedron triangulare</i>		4	
5.	<i>Oedogonium sp</i>			8
6.	<i>Monoraphidium griffithii</i>		4	
7.	<i>Monoraphidium mirabile</i>		4	
8.	<i>Stigeoclonium sp</i>	4		
<b>Cryptophyceae</b>				
9.	<i>Cryptomonas ehrenberg</i>			12
<b>Bacillariophyceae</b>				
10.	<i>Nitzschia linearis</i>	4		8
11.	<i>Nitzschia gracilis</i>		4	
12.	<i>Nitzschia palea</i>	12		
13.	<i>Eunotia pectinalis</i>	8	4	40
14.	<i>Diploneis littoralis</i>		4	4
15.	<i>Surirella robusta</i>	8		
16.	<i>Surirella linearis</i>	4		
17.	<i>Gomphonema olivaceum</i>			4
18.	<i>Synedra ulna</i>	4		12
19.	<i>Synedra acus</i>	8		
20.	<i>Pinnularia subcapitata</i>		8	
21.	<i>Pinnularia viridis</i>	8	4	
22.	<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	4		
23.	<i>Tabellaria flocculosa</i>	4		
24.	<i>Achnanthes lanceolata</i>	20		
25.	<i>Navicula cuspidata</i>		4	
26.	<i>Navicula transitans</i>		4	
27.	<i>Navicula subtilissima</i>	4		
28.	<i>Diatoma vulgare</i>	8		
29.	<i>Fragilaria tenera</i>		4	8
30.	<i>Fragilaria crotonensis</i>		4	8
31.	<i>Fragilaria pennsylvanica</i>	4		
32.	<i>Cymbella affinis</i>	8	16	
33.	<i>Epithemia gibba</i>		4	
34.	<i>Frustulia saxonica</i>		4	
35.	<i>Craticula acidoclinata</i>	4		
36.	<i>Ulnaria ulna</i>	8		
<b>Mediophyceae</b>				
37.	<i>Eunotogramma laeve</i>			4
38.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>			4
<b>Cyanophyceae</b>				
39.	<i>Microcystis aeruginosa</i>	12	32	8
40.	<i>Merismopedia punctata</i>			4
41.	<i>Anabaena circinalis</i>			4
<b>Trebouxiophyceae</b>				
42.	<i>Chlorella vulgaris</i>	4		
<b>Zignematophyceae</b>				
43.	<i>Closterium cornu</i>		8	16
44.	<i>Closterium acerosum</i>	8		
<b>Concinodiscophyceae</b>				
45.	<i>Melosira varians</i>		4	
<b>Euglenophyceae</b>				
46.	<i>Trachelomonas hispida</i>		4	

No.	Nama	Jumlah (Ind/ml)		
		Inlet	Tengah	Outlet
47.	<i>Euglena gracilis</i>	8	8	
48.	<i>Cryptomonas ehrenberg</i>		4	
<b>Total individu</b>		<b>192</b>	<b>204</b>	<b>200</b>

**Tabel 3.** Parameter Ekologis Keragaman Mikroalga di Sungai Selagan

Aspek Ekologis	Stasiun Hulu	Stasiun Tengah	Stasiun Hilir
Kelimpahan (Ind/ml)	3714	105	315
Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )	0,25	1,93	1,72
Indeks Dominansi ( $P_{max}$ )	0,95	0,58	0,75
Indeks Kemerataan ( $E$ )	0,09	0,78	0,63

**Tabel 4.** Parameter Ekologis Keragaman Mikroalga di Danau Tes

Aspek Ekologis	Stasiun Inlet	Stasiun Tengah	Stasiun Outlet
Kelimpahan (Ind/ml)	192	204	200
Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )	2,70	2,55	2,05
Indeks Dominansi ( $P_{max}$ )	0,10	0,28	0,2
Indeks Kemerataan ( $E$ )	0,78	0,75	0,64

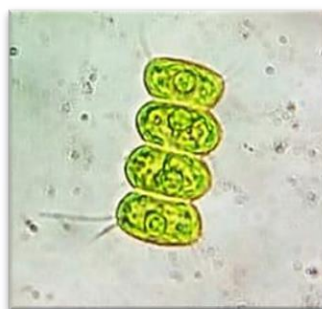
Berdasarkan hasil analisis data, diketahui bahwa kelimpahan mikroalga pada ketiga stasiun secara berurutan adalah 3714, 315, dan 105 Ind/ml (Tabel 3). Kelimpahan mikroalga tertinggi ditemukan pada stasiun hulu, yaitu sebanyak 3714 Ind/ml. Stasiun hulu memiliki kondisi yang mendukung hidup dan pertumbuhan mikroalga. Stasiun ini berada dekat pemukiman dengan pengaruh berbagai aktivitas masyarakat sekitar, seperti membuang sampah ke sungai, menggembala ternak, dan penggunaan detergen. Aktivitas menggembala ternak di pinggiran sungai diduga berperan menambah kesuburan sungai dengan jatuhnya kotoran sapi yang menjadi zat hara bagi pertumbuhan mikroalga. Kotoran sapi mengandung unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen dan fosfor merupakan unsur esensial dalam pertumbuhan mikroalga. Nitrogen amonium merupakan unsur yang disukai oleh mikroalga sebagai sumber nutrisi (Ding et al., 2020).

Kelimpahan mikroalga terendah ditemukan pada stasiun tengah, yaitu sebanyak 105 Ind/ml. Hal ini kemungkinan karena kondisi habitat stasiun tengah kurang mendukung bagi kehidupan mikroalga. Stasiun ini memiliki tingkat kecerahan terendah, yaitu sebesar 82 cm. rentang nilai kecerahan 0,25-1 m termasuk dalam perairan keruh (Arthington, 1980). Selain itu, pengambilan sampel di stasiun tengah dilakukan pada cuaca yang mendung diduga mempengaruhi kelimpahan mikroalga. intensitas cahaya matahari yang rendah dapat mengakibatkan penurunan jumlah mikroalga. Hutabarat & Evans (1985) menyatakan bahwa cahaya matahari merupakan faktor yang dibutuhkan oleh mikroalga dalam proses fotosintesis. Semakin sedikit intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan, maka jumlah mikroalga juga akan berkurang.

Keanekaragaman mikroalga di Sungai Selagan secara umum berada pada kondisi tekanan ekologis sangat rendah hingga sedang. Hal ini ditunjukkan oleh nilai  $H'$  yang berkisar antara 0,25-1,93 dengan indeks dominansi berkisar antara 0,58-0,95 dan indeks kemerataan berkisar antara 0,09-0,78 (Tabel 3). Indeks keanekaragaman tertinggi berada pada stasiun tengah sungai, yaitu sebesar 1,925 dengan indeks dominansi sebesar 0,58 dan indeks kemerataan 0,78 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa stasiun tengah tergolong memiliki kategori keanekaragaman dan jumlah individu tiap spesies sedang, ekosistem cukup stabil, serta keadaan perairan tercemar

ringan. Stasiun tengah berada sedikit jauh dari pemukiman, sehingga aktivitas masyarakat sekitar sungai tergolong rendah. Oleh sebab itu, kestabilan ekosistem pada tengah sungai dikategorikan cukup baik. Hal ini juga didukung oleh indeks kemerataan tertinggi juga berada di stasiun tengah, yaitu sebesar 0,78 dengan kategori tingkat kemerataan tinggi, artinya jumlah setiap spesies merata atau tidak ada spesies dengan jumlah yang mendominasi. Hasil analisis juga menunjukkan indeks dominansi terendah berada di stasiun tengah, yaitu sebesar 0,09 dengan kategori dominansi rendah. Artinya tidak ada spesies yang mendominasi pada stasiun ini.

Indeks keanekaragaman terendah ditemukan pada stasiun hulu, yaitu sebesar 0,25 dengan indeks dominansi sebesar 0,95 dan indeks kemerataan sebesar 0,09 (Tabel 3). Berdasarkan nilai-nilai tersebut, mikroalga pada stasiun hulu tergolong memiliki keanekaragaman dan jumlah individu tiap spesies yang rendah, kestabilan komunitas rendah, serta perairan dikategorikan tercemar berat. Keanekaragaman mikroalga yang rendah di stasiun hulu diduga karena adanya keberadaan individu masing-masing spesies yang tidak merata dan terdapat spesies tertentu yang memiliki jumlah kelimpahan relatif tinggi dibandingkan spesies lainnya. *Scenedesmus quadricauda* (Gambar 2) menjadi spesies yang sangat dominan di stasiun ini dengan nilai kelimpahan sebesar 3576 Ind/ml atau 96,2%. Spesies ini juga hanya ditemukan di stasiun hulu. Keberadaan *Scenedesmus quadricauda* dapat menjadi petunjuk bahwa stasiun hulu sungai Selagan sudah tercemar. *Scenedesmus* sp merupakan alga hijau yang menjadi bioindikator dari lingkungan air yang sedang mengalami stress. Bellinger & David (2010) menyatakan bahwa genus *Scenedesmus* merupakan spesies spesifik pada perairan eutrofik dan hipertrofik. Alga ini menyukai habitat yang kaya akan unsur hara, seperti nitrat dan fosfat. Hal yang sama dilaporkan oleh Hanin et al. (2016) di Sungai Brangkal Mojokerto yang menemukan dominansi *Scenedesmus* sp pada stasiun I, II, dan III dengan jumlah total individu mencapai 2.344.710 sel/liter.



**Gambar 2.** *Scenedesmus quadricauda*

Hasil analisis data mikroalga di Danau Tes, diketahui bahwa kelimpahan mikroalga pada ketiga stasiun secara berurutan adalah 204, 200, dan 192 Ind/ml (Tabel 4). Kelimpahan mikroalga tertinggi ditemukan pada stasiun tengah, yaitu sebanyak 204 Ind/ml. Stasiun tengah memiliki kondisi yang mendukung untuk pertumbuhan mikroalga. Stasiun ini berada di wilayah wisata alam, sehingga banyak aktivitas pedagang dan pengunjung, seperti membuang sampah dan limbah domestik ke danau. Pembuangan limbah diduga menjadi penyebab bertambahnya jumlah unsur hara di danau yang berpengaruh terhadap perubahan struktur komposisi mikroalga. Limbah domestik berpengaruh terhadap kualitas perairan karena mengandung unsur nitrat dan fosfat. Seiring dengan penelitian Kalor & Paiki (2017)

menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar nitrat dan fosfat di suatu perairan maka semakin tinggi pula kelimpahan mikroalganya. Kandungan nitrat dan fosfat dalam perairan menjadi faktor keberadaan dan pertumbuhan mikroalga (Rumanti et al., 2014).

Kelimpahan mikroalga terendah ditemukan pada stasiun inlet, yaitu sebanyak 192 Ind/ml. Namun jumlah ini tidak jauh berbeda dengan stasiun tengah yang memiliki jumlah kelimpahan 200 ind/ml. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi habitat stasiun inlet kurang mendukung bagi kehidupan mikroalga. Pada stasiun ini terdapat aktivitas penambangan pasir oleh masyarakat setempat. Selain itu, daerah inlet juga merupakan muara dari sungai ketahun yang merupakan tempat galian pasir dan batu. Aktivitas ini diduga berdampak pada kerusakan ekologi danau dan menyebabkan terganggunya keanekaragaman hayati di perairan, baik dalam pendistribusiannya maupun kelimpahan spesies yang berada di sekitar pertambangan. (Sukkandarrumidi, 1999) mengemukakan bahwa pengerukan bahan galian, seperti batu, kerikil, maupun pasir berakibat turunnya kualitas dan kuantitas perairan. Kualitas air menurun karena menjadi keruh, sehingga jumlah cahaya yang mampu menembus air sangat sedikit. Berbanding lurus dengan nilai TDS di stasiun inlet yang tinggi, yaitu sebesar 19 ppm yang berpengaruh terhadap kekeruhan air. Hal ini berpengaruh terhadap proses fotosintesis biota air, terutama mikroalga sebagai produsen utama di perairan. Hal ini diduga menjadi penyebab rendahnya kelimpahan mikroalga di stasiun inlet.

Keanekaragaman mikroalga di Danau Tes secara umum berada pada kondisi tekanan ekologis sedang. Hal ini ditunjukkan oleh nilai  $H'$  yang berkisar antara 2,05-2,71 dengan indeks dominansi berkisar antara 0,10-0,28 dan indeks pemerataan berkisar antara 0,64-0,78 (Tabel 4). Indeks keanekaragaman pada ketiga stasiun danau dikategorikan keanekaragaman tingkat sedang berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Berdasarkan nilai tersebut, maka kondisi ekosistem Danau Tes berada pada tekanan ekosistem dengan kategori sedang dengan jumlah individu tiap spesies sedang, ekosistem cukup stabil, serta keadaan perairan tercemar ringan. Kono et al. (2021) menyebutkan nilai  $H'$  umumnya berkisar antara 1,5-4. Nilai  $H'$  yang semakin rendah menunjukkan kondisi ekosistem yang semakin tidak stabil.

Indeks keanekaragaman yang diperoleh pada ketiga stasiun Danau Tes memiliki keserasian dengan nilai indeks dominansi dan indeks pemerataan. Indeks dominansi yang berkisar antara 0,10-0,28 dikategorikan dominansi rendah yang artinya tidak ada spesies yang mendominasi, ekosistem stabil, dan tekanan ekologis rendah berdasarkan indeks dominansi Berger-Parker. Lestari et al. (2020) menjelaskan jika nilai indeks dominansi mendekati nilai nol, maka tidak ada spesies yang mendominasi pada perairan tersebut dan menunjukkan bahwa kondisi lingkungan juga relatif baik. Indeks pemerataan yang berkisar antara 0,64-0,78 dikategorikan tingkat pemerataan tinggi. Hal ini berarti penyebaran jumlah individu tiap spesies merata dan tidak ada spesies yang mendominasi.

Spesies mikroalga yang paling banyak dan konsisten ditemukan pada kedua ekosistem adalah kelompok *Bacillariophyceae*, yaitu sebanyak 27 spesies di Danau Tes dan 12 spesies di Sungai Selagan. Penelitian di Perairan Sepempang (Tarigas et al., 2020), Air Terjun Sando (Harmoko et al., 2019), dan Sungai Manna (Dwirastina & Arif, 2015) juga menemukan kelompok *Bacillariophyceae* sebagai kelompok terbanyak. Dominasi kelas *Bacillariophyceae* (diatom) di perairan disebabkan oleh kemampuannya beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, bersifat kosmopolit,



tahan terhadap kondisi ekstrim, mempunyai daya reproduksi tinggi, dan termasuk fitoplankton yang paling mudah ditemukan pada berbagai perairan sebagai indikator pencemaran perairan (Putra & Hasan, 2012; Arifin et al., 2015). Diatom mengalami pertumbuhan cepat pada perairan dengan ketersediaan nutrisi tinggi. Aktivitas sekitar Sungai Selagan dan Danau Tes, seperti pembuangan limbah rumah tangga berperan penting dalam penambahan nutrisi di perairan tersebut.

Keberadaan dan keanekaragaman mikroalga di Sungai Air Selagan dan Danau Tes juga dipengaruhi oleh parameter fisika dan kimia perairan. Pengukuran faktor fisika kimia perairan merupakan salah satu cara untuk mendeteksi kualitas perairan, baik sungai maupun danau. Hasil pengukuran faktor fisika kimia Sungai Air Selagan dan Danau Tes dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Faktor Fisika Kimia Sungai Air Selagan dan Danau Tes

No.	Parameter	Sungai Air Selagan			Danau Tes		
		Hulu	Tengah	Hilir	Inlet	Tengah	Outlet
1.	Suhu udara (°C)	27	32	31	30	28	28
2.	Suhu air (°C)	24	27	27	23	24	26
3.	DO (ppm)	11.1	10.5	8.7	19	12,1	19,2
4.	pH	7.6	7.7	6.9	8,6	8,2	8
5.	TDS (ppm)	14	16.5	13	19	21	22
6.	Ketinggian (m)	77	68	5	571	576	581

Parameter lingkungan merupakan faktor pembatas keberadaan dan pertumbuhan mikroalga. Perairan yang tidak tercemar memiliki keanekaragaman jenis biota yang tinggi, sebaliknya perairan tercemar memiliki keanekaragaman biota yang rendah (Astuti et al., 2012). Data hasil pengukuran faktor fisika dan kimia (Tabel 5) menunjukkan bahwa secara umum Sungai Air Selagan dan Danau Tes berada dalam kondisi baik. Nilai suhu, DO, dan pH pada kedua perairan tersebut berada pada kisaran normal. Nilai suhu pada kedua perairan berkisar antara 23-27°C. (Harmoko et al., 2019) menyatakan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan mikroalga adalah 20°C-30°C. Nilai DO pada kedua perairan berkisar antara 8,7-19,2 ppm. Angka ini menunjukkan bahwa kedua perairan memiliki kadar oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan mikroalga. Apabila kadar oksigen terlarut berada di atas 6,5 ppm, maka perairan tersebut masih dapat menampung organisme akuatik (Hamuna et al., 2018). Tingginya nilai DO pada perairan mengindikasikan bahwa perairan tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui perairan tersebut telah tercemar. Nilai pH pada kedua perairan berkisar antara 6,9-8,6. Jelizanur et al. (2019) mengatakan pH optimum yang tergolong produktif untuk pertumbuhan mikrolaga adalah 4-11.

Nilai TDS pada Sungai Air Selagan tergolong normal dengan kisaran antara 13-16,5 ppm, sedangkan pada Danau Tes tergolong tinggi dengan kisaran antara 19-22 ppm. Tingginya nilai TDS akan mempengaruhi tingkat kecerahan air. Semakin tinggi nilai TDS maka tingkat kekeruhan air juga semakin tinggi yang menyebabkan terhalangnya sinar matahari masuk ke dalam perairan untuk proses fotosintesis mikroalga (Sastrawijaya, 2000). Tingginya nilai TDS di Danau Tes disebabkan oleh kandungan limbah domestik, pupuk dari pertanian, serta aktivitas pertambangan pasir dan batu oleh masyarakat setempat yang menyebabkan bertambahnya nutrisi ke badan danau.

Secara keseluruhan, berdasarkan data hasil analisis parameter ekologis keragaman mikrolaga dan faktor fisika kimia Sungai Selagan dan Danau Tes

menunjukkan adanya persamaan dan perbedaan. Secara umum parameter ekologis di kedua ekosistem dikategorikan baik. Namun terdapat perbedaan yang signifikan antara indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan indeks pemerataan di stasiun hulu Sungai Selagan dengan stasiun lainnya baik di Sungai Selagan maupun di Danau Tes. Bagian hulu Sungai Selagan dikategorikan tercemar berat, sedangkan stasiun lainnya masih tergolong bersih berdasarkan komposisi mikroalga yang ditemukan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat pencemaran berat di hulu Sungai Selagan adalah mengurangi aktivitas yang dapat memicu penambahan unsur hara nitrat dan fosfat ke badan sungai, seperti aktivitas pertanian menggunakan pestisida dan pembuangan limbah domestik.

## SIMPULAN

Spesies paling banyak dan konsisten ditemukan di sungai dan danau adalah kelompok *Bacillariophyceae*. Indeks keanekaragaman mikroalga di Sungai Selagan dikategorikan rendah hingga sedang dengan indeks dominansi berada pada kategori rendah hingga tinggi, dan indeks pemerataan dikategorikan rendah hingga tinggi. Sedangkan di Danau Tes indeks keanekaragaman tergolong sedang dengan indeks dominansi dikategorikan rendah dan indeks pemerataan dikategorikan tinggi. Perbedaan parameter ekologis pada kedua ekosistem menunjukkan kondisi ekologis yang berbeda ditinjau dari keragaman dan komposisi mikroalga. Perbedaan spesies paling mencolok pada kedua ekosistem adalah *Scenedesmus quadricauda*.

## REFERENSI

- Arifin, S. M., Izmiarti, I., & Chairul, C. (2015). Komunitas Fitoplankton di Sekitar Sungai Utama Di Zona Litoral Danau Singkarak, Provinsi Sumatera Barat. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 4(3), 290-299. <https://doi.org/10.22487/25411969.2015.v4.i3.5134>
- Arthington, A. (1980). *The Freshwater Environment*. Queensland: Kelvin Grove College.
- Astuti, R. P., Imanto, P. T., & Sumiarsa, G. S. (2012). Kelimpahan Beberapa Jenis Mikroalga Diatom Di Perairan Pulau Gumilamo-Magaliho, Halmahera Utara Abundance Of Diatom At The Gumilamo And Magaliho Island, North Halmahera. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 97-106. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v4i1.7810>
- Astuti, W., Suripto, S. P., & Japa, L. (2017). Komunitas Mikroalga di Perairan Sungai dan Muara Sungai Pelangan Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(1), 76-86. <https://doi.org/10.29303/jbt.v17i1.401>
- Basmi, H. J. (2000). *Planktonologi: Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan*. Bogor: IPB.
- Bellinger, E. G., & David, C. S. (2010). *Freshwater Algae : identification and Use as Bioindicators*. UK: Wiley-Blackwell.
- BPDAS. (2018). *DAS di Wilayah Sumatera*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Ding, Y., Guo, Z., Mei, J., Liang, Z., Li, Z., & Hou, X. (2020). Investigation into the novel microalgae membrane bioreactor with internal circulating fluidized bed for marine aquaculture wastewater treatment. *Membranes*, 10(11), 353. <https://doi.org/10.3390/membranes10110353>
- Dwirastina, M., & Arif, W. (2015). Karakteristik Fisika Kimia dan Struktur Komunitas Plankton Perairan Sungai Manna. *Limnotek*, 22(1), 76-85. <http://dx.doi.org/10.14203/limnotek.v22i1.33>

- Hamuna, B., Tanjung, R. H., & Maury, H. (2018). Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35-43. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hanin, N. A., Herlina, R. F., & Laily, A. N. (2016). Kualitas Perairan Sungai Brangkal Kabupaten Mojokerto Setelah Tercemar Limbah Kebakaran Berdasarkan Bioindikator Mikroalga. *Proceeding Biology Education Conference* (hal. 736-741). Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Harmoko, H., Lokaria, E., & Anggraini, R. (2019). Keanekaragaman Mikroalga di Air Terjun Sando, Kota Lubuklinggau, Sumatra Selatan. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, 26(2), 77-78. <http://dx.doi.org/10.14203/limnotek.v26i2.261>
- Hutabarat, S., & Evans, S. M. (1985). *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: UI-Press.
- Jelizanur, J., Padil, P., & Muria, S. R. (2019). Kultivasi Mikroalga Menggunakan Media AF6 Pada Berbagai pH. *Jurnal Online Mahasiswa FTEKNIK*, 6(2), 1-5.
- Jukri, M., & Emiyati, K. S. (2013). Keanekaragaman Jenis Ikan di Sungai Lamunde Kecamatan Watubangga Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 1(01), 12-25.
- Jumiarni, D., Rani, S., Utomo, A. B., & Singkam, A. R. (2019). Status Kualitas Sungai Bengkenang Ditinjau dari Komunitas Plankton. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXV*. Bandar Lampung.
- Junaidi, F. F. (2014). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampere Sampai Dengan Pulau Kemaro). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 542-552.
- Kalor, J. D., & Paiki, K. (2017). Nitrate and Phosphate Distribution Related to Fitoplankton Abundance in East Yapen Coastal Water. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 1(2), 65-71. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jfmr.2017.001.02.3>
- Kono, S., Tiopo, A. K., Pasingi, N., & Kadim, M. K. (2021). Kelimpahan dan Indeks Ekologis Perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3), 235-244. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.Vol.5.No.3.137>
- Lestari, R. D., Apriansyah, A., & Safitri, I. (2020). Struktur Komunitas Mikroalga Epifit Berasosiasi Pada *Padina* sp. di Perairan Desa Sepempang Kabupaten Natuna. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 3(2), 40-47. <http://dx.doi.org/10.26418/lkuntan.v3i2.37844>
- Ludwig, J. A., Reynolds, J. F., Quartet, L., & Reynolds, J. F. (1988). *Statistical ecology: a primer in methods and computing (Vol. 1)*. Canada: John Wiley & Sons.
- Nugroho. (2006). *Bioindikator Kualitas Air*. Jakarta: Trisakti.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. (2008). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Putra, A. W., & Hasan, Z. (2012). Struktur Komunitas Plankton di Sungai Citarum Hulu Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(4), 313-325.
- Rasyid, H. A., Purnama, D., & Kusuma, A. B. (2018). Pemanfaatan fitoplankton sebagai bioindikator kualitas air di perairan muara Sungai Hitam Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 3(1), 39-51. <https://doi.org/10.31186/jenggano.3.1.39-51>
- Rosmawati, T. (2011). *Ekologi Perairan*. Jakarta: Hilliana Press.

- Rumanti, M., Rudiyantri, S., & Nitisupardjo, M. (2014). Hubungan antara kandungan nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di Sungai Brems Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 168-176. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4434>
- Samudra, S. R., Soeprbowati, T. R., & Izzati, M. (2013). Komposisi, Kemelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton Danau Rawa Pening. *Bioma*, 15(1), 6-16. <https://doi.org/10.14710/bioma.15.1.6-13>
- Sastrawijaya, A. T. (2000). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sukkandarrumidi. (1999). *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Tarigas, M. T., Apriansyah, A., & Safitri, I. (2020). Struktur Komunitas Mikroalga Epifit Berasosiasi Pada Sargassum sp. di Perairan Desa Sepempang Kabupaten Natuna. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 3(2), 61-68. <http://dx.doi.org/10.26418/lkuntan.v3i2.37932>
- Usman, M., & Suhartoyo, H. (2021). Danau Tes dalam Pengelolaan Taman Wisata Alam di Hulu DAS (Daerah Aliran Sungai) Ketahun Provinsi Bengkulu. Lake Tes in Natural Park Management in The Upstream Katahun's Watershed of Bengkulu Province. *International Lake Environmental Commite (Indonesia-Jepang) Training-Indonesian Lake Conservation Programme*, 1-6.
- Utomo, S. W., & Chalif, S. A. (2014). *Praktikum Ekologi. In: Ekosistem Perairan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Widiyanti, L. D., Iskandar, Z., & Herawati, H. (2021). Distribusi Spasial Plankton di Sungai Cilalawi, Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. *Limnotek: Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 27(2), 117-130. <http://dx.doi.org/10.14203/limnotek.v27i2.299>