



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran  
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>  
 Volume 7 Nomor 3, 2024  
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 29/06/2024  
 Reviewed : 01/07/2024  
 Accepted : 01/07/2024  
 Published : 09/07/2024

Tajuddinnur<sup>1</sup>  
 Sudrajat<sup>2</sup>  
 Moh. Mustakim<sup>3</sup>

## ANALISIS TROPHIC STATE INDEX SEBAGAI BIOINDIKATOR EUTROFIKASI: STUDI KASUS DI SUNGAI JEMBAYAN KECAMATAN LOA KULU KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

### Abstrak

Sungai Jembayan merupakan salah satu sungai pendukung kegiatan masyarakat sehari-hari, pertanian dan perkebunan di sebagian Kecamatan Loa Kulu, Kutai Kartanegara. Masuknya unsur nitrogen dan fosfor dari aktivitas di sekitarnya ke perairan akan menimbulkan dampak lingkungan seperti eutrofikasi, perubahan struktur dan komunitas alga yang pada akhirnya mengganggu kualitas perairan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan struktur dan komposisi fitoplankton penyusun ekosistem perairan Sungai Jembayan, status trofik, dan hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penelitian dilakukan dengan teknik survey sampling di 3 lokasi yakni bagian hulu, tengah dan hilir. Parameter air yang diukur secara insitu adalah suhu, kecerahan dan pH, sedangkan parameter kekeruhan, oksigen terlarut, Nitrat, Fosfat, sedangkan analisis fitoplankton dan kandungan Klorofil-a dilakukan analisis di Laboratorium. Status trofik indeks perairan dihitung menggunakan metode Trophic State Index (TSI Carlson). Hasil analisis TSI diperoleh kisaran nilai TSI antara 38,46-55,00 dengan rata-rata 50,18 sehingga dapat dinyatakan bahwa sepanjang segmentasi Sungai Jembayan (dari daerah hulu-hilir) berada pada tingkatan eutrofik. Struktur komunitas fitoplankton didominasi oleh kelas Cyanophyceae dan Bacillariophyceae serta terdapat jenis *Nitzschia* sp yang merupakan fitoplankton jenis Harmful Algal Blooms (HABs). Berdasarkan nilai indeks keanekaragamannya menunjukkan penyebaran individu dan kestabilan komunitas dalam kategori tinggi. Nilai dominansi jenis serta jumlah individu tiap jenis relatif sama.

**Kata Kunci:** Eutrofikasi, Komunitas Fitoplankton, Kualitas Air, Sungai Jembayan, TSI

### Abstract

The Jembayan River is one of the rivers that support daily community activities, agriculture and plantations in parts of Loa Kulu District, Kutai Kartanegara. The entry of nitrogen and phosphorus elements from surrounding activities into the waters will cause environmental impacts such as eutrophication, changes in the structure and algal community which ultimately disrupt water quality. The purpose of this study was to determine differences in the structure and composition of phytoplankton that make up the Jembayan River waters ecosystem, trophic status, and the relationship between the factors that influence it. The study was conducted using a survey sampling technique in 3 locations, namely upstream, middle and downstream. The water parameters measured in situ were temperature, brightness and pH, while the turbidity parameters, Dissolve Oxygen, Nitrate, Phosphate, while the analysis of phytoplankton and Chlorophyll-a content were analyzed in the laboratory. The trophic status of the waters index was calculated using the method Trophic State Index (TSI Carlson). TSI analysis results obtained a range of TSI values between 38.46-55.00 with an average of 50.18 so it can be stated that along the Jembayan River segmentation (from upstream to downstream) is at the eutrophic level. The structure of the phytoplankton community is dominated by the classes Cyanophyceae and Bacillariophyceae there is a type of *Nitzschia* sp which is a type of phytoplankton Harmful Algal Blooms (HABs). Based on the value of the diversity index, it shows the distribution of individuals and community stability in the high category.

**Keywords:** Eutrophication, Jembayan River, Phytoplankton Community, TSI, Water Quality

<sup>1,2,3</sup>Universitas Mulawarman  
 email : tajuddinnur86@gmail.com

**PENDAHULUAN**

Sungai merupakan aliran air yang memanjang dan mengalir terus menerus dari hulu menuju hilir. Sungai telah lama menjadi bagian dari lingkungan dan ruang ekonomi yang mendukung kegiatan yang ada disekitarnya. Sungai juga menjadi sarana memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti sumber air minum, mandi, mencuci, tempat mencari dan memelihara ikan dan lain sebagainya. Sejak lama sungai menjadi pembentuk komunitas manusia dimana banyak pemukiman penduduk yang berdiri tidak jauh dari sungai, sebab sungai merupakan sarana vital bagi kehidupan manusia.

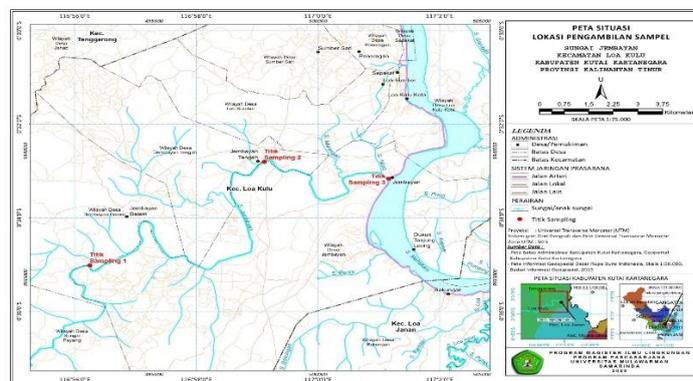
Sungai ini terletak di Kecamatan Loa Kulu dan memiliki peranan penting bagi masyarakat sekitarnya. Masyarakat sekitar memanfaatkannya untuk memenuhi kebutuhan domestik seperti air minum, mandi, cuci dan kakus, kegiatan perikanan, sarana transportasi dan lain-lain. Pada Daerah Aliran Sungai Sungai Jembayan terdapat segmentasi kegiatan, di antaranya adalah pertanian, perkebunan, pertambangan dan permukiman. Berbagai kegiatan tersebut baik secara langsung maupun tidak berkontribusi dapat menimbulkan dampak lingkungan terhadap ekosistem Sungai Jembayan. Status trofik di perairan dapat ditentukan menggunakan pendekatan secara biologi, kombinasi antara biologi dengan berbagai parameter kualitas air.

Status eutrofikasi juga dapat diketahui melalui beberapa indeks antara lain Nygaard Index , Trophic Index , Trophic Level Index , Metode Delphi dan Trophic State Index. Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui status eutrofikasi perairan adalah dengan menggunakan Trophic State Index . Metode TSI merupakan indeks yang dikembangkan untuk menentukan status eutrofikasi perairan berdasarkan beberapa parameter kualitas air. Metode ini telah secara luas digunakan tidak hanya pada ekosistem perairan lentik seperti danau dan waduk, juga secara umum dapat digunakan pada ekosistem perairan lotik seperti sungai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status trofik di Sungai Jembayan, mengetahui komposisi dan jenis fitoplankton penyusun ekosistem perairan Sungai Jembayan dan mengetahui hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi status trofik di Sungai Jembayan.

**METODE**

Penelitian dilakukan pda bulan Oktober 2020, dengan pengambilan sampel air dilakukan sebanyak 3 kali pada 8 titik di 3 stasiun yang berbeda. 3 stasiun pengamatan yang mewakili berbagai karakteristik yang ada di setiap badan perairan tersebut serta secara ekologis berfungsi sebagai penerima dampak dari kegiatan yang terdapat di sekitarnya. Stasiun 1: merupakan daerah hulu dari Sungai Jembayan. Pada daerah ini terdapat kegiatan pertanian, perkebunan dan pertambangan. Stasiun 2: merupakan daerah tengah dari Sungai Jembayan. Pada stasiun 2 terdapat kegiatan permukiman, perkebunan dan pertanian. Stasiun 3: merupakan daerah hilir dari Sungai Jembayan yang bermuara di Sungai Mahakam.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Parameter air yang diukur secara insitu adalah suhu, kecerahan dan pH, sedangkan parameter kekeruhan, oksigen terlarut, Nitrat, Fosfat, sedangkan analisis fitoplankton dan kandungan Klorofil-a dilakukan analisis di Laboratorium. Rincian metode pengukuran dan analisis terhadap parameter perairan Sungai Jembayan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter, Satuan, Metode, dan Tempat Analisis Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Metode	Peralatan	Tempat Analisis
<b>A. Fisika</b>					
1	Suhu	°C	Expansion	Termometer	Insitu
2	Kecerahan	cm	Visual	Secchi Disc	Insitu
3	Kekeruhan	NTU	Turbidimetri	Turbidimeter	Laboratorium
<b>B. Kimia</b>					
4	pH	-	Potensiometrik	pH meter	Insitu
5	DO	mg/L	Titrimetrik	Titrasi	Laboratorium
6	Nitrate (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	Laboratorium
7	Phosphate	mg/L	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	Laboratorium
<b>C. Biologi</b>					
8	Plankton	MPN/100 ml	Metode MPN	Tabel MPN, Filter	Laboratorium

Pengambilan sampel klorofil-a didahului dengan pengambilan sampel fitoplankton. Sampel diambil secara horizontal pada setiap stasiun dengan menyaring 50 liter air menggunakan plankton net No. 25 untuk kemudian diambil sampel sebanyak 150 ml. Setelah sampel diberikan larutan pengawet berupa lugol 1%, sampel kemudian dimasukkan kedalam botol yang gelap dan diletakkan ke dalam cold box supaya klorofil-a nya tetap terjaga. Prosedur pengukuran klorofil-a pada fitoplankton mengikuti Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (2017), dengan diawali menyaring air sampel sebanyak 150 ml menggunakan filter milipore whatman GF/C 47 µm dengan bantuan vacuum pump. Kertas saring yang mengandung klorofil-a dilipat empat kali sampai lipatan kecil dan dimasukkan kedalam aluminium foil. Lipatan sampel klorofil-a kemudian disimpan dalam kulkas dengan suhu 40C sampai prosedur berikutnya. Tambahkan larutan aseton 90% sebanyak 5 ml untuk menggerus larutan kertas saring sampai dengan hancur merata. Tambahkan larutan aseton 90% sebanyak 3,5 ml yang sama dan dilakukan kembali penggerusan sampai semua bagian filter hancur. Tambahkan larutan aseton 90% sebanyak 1,5 ml untuk membilas wadah penggerusan sehingga tidak ada sampel yang tertinggal. Pindahkan kedalam tabung reaksi dan disimpan dalam kulkas dengan suhu 40C selama 1 jam. Sampel yang telah terekstrak dimasukkan kedalam mesin sentrifuge dan diputar dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Analisis menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 664 nm dan 665 nm. Konsentrasi klorofil dihitung dengan persamaan pada Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (2017), sebagai berikut:

$$\text{Klorofil - a (mg/m}^3\text{)} = \frac{26,7 (664_b - 665_a) \times V_1}{V_2 \times L}$$

Keterangan:

664 <sub>b</sub> – 665 <sub>a</sub>	=	Nilai absorbansi pada panjang gelombang yang berbeda
V <sub>1</sub>	=	Volume aseton (10 ml)
V <sub>2</sub>	=	Volume sampel air yang di saring (m <sup>3</sup> )
L	=	Diameter cuvet (cm)

Adapun pengamatan jenis plankton dilakukan dengan metode layang pandang menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX21 dengan pembesaran 100x di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman. Fitoplankton yang telah diamati akan diidentifikasi dengan menggunakan buku Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates (Hasle et al., 1996) dan Identifying Fresh Water Phytoplankton (Hasle et al., 1996). Untuk menghitung kelimpahan Plankton agar supaya dapat dinyatakan dengan cara kuantitatif dalam jumlah individu/liter, menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Sachlan (1979), sebagai berikut :

$$F = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{1000}{E} \times N$$

Dimana :

- F = jumlah individu per liter
- A = luas cover glass (20 cm x 20 cm)
- B = luas lapang pandang (3,14 x 0,9<sup>2</sup>)
- C = volume sampel yang diambil (60 ml)
- D = volume sampel yang diteliti (0,25 ml)
- E = volume sampel yang disaring (100 liter)
- N = jumlah organisme yang di dapat

Komunitas fitoplankton dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E) dan dominansi (D). Indeks keanekaragaman jenis plankton di tentukan dengan indeks Shannon-Wiener yang persamaannya sebagai berikut:

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

Dimana :

- H' = indeks Shannon – Wiener
- $p_i = n_i / N$
- $n_i$  = jumlah individu spesies
- s = jumlah spesies

Dimana :

- $H' < 1$  : keanekaragaman rendah, penyebaran individu tiap spesies rendah dan kestabilan komunitas rendah.
- $1 < H' < 3$  : keanekaragaman sedang, penyebaran individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang.
- $H' > 3$  : keanekaragaman tinggi, penyebaran individu tiap spesies tinggi dan kestabilan komunitas tinggi.

Untuk menghitung Indeks Keseragaman Plankton menggunakan rumus Indeks Evenness yang dikemukakan oleh Magurran (1988) sebagai berikut:

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

Dimana :

- E = indeks Evenness
- H' = indeks shanon – wiener
- s = jumlah spesies

Nilai indeks keseragaman berkisar antara 0-1, jika indeks keseragaman mendekati 0 berarti jumlah individu tidap jenis cenderung berbeda. Indeks keseragaman mendekati 1 berarti keseragaman pada suatu komunitas semakin tinggi atau jumlah individu tiap spesies relatif sama.

Untuk menentukan indeks dominansi spesies tertentu yang mendominasi digunakan rumus persamaan indeks dominansi menurut Simpson (C) yang dikemukakan oleh Odum (1993), yaitu :

$$C = \sum \frac{(n_i)^2}{N} = \sum (p_i)^2$$

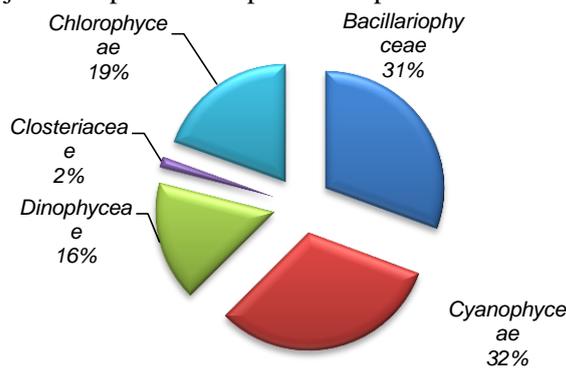
dimana :

- C = Indeks Dominansi
- $n_i$  = jumlah individu
- N = Jumlah total individu

Dengan asumsi jika nilai C mendekati 1 berarti spesies cenderung dominan dan jika nilai C mendekati 0 berarti tidak terjadi dominansi spesies dalam komunitas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Selama penelitian ditemukan 5 kelas fitoplankton yaitu Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae dan Chlorophyceae. Kelas Cyanophyceae dan Bacillariophyceae merupakan jenis yang paling banyak ditemukan. Jenis yang mendominasi adalah dari kelas Cyanophyceae, Bacillariophyceae dan Chlorophyceae. Fitoplankton kelas ini mempunyai adaptasi yang tinggi dan tahan hidup pada berbagai kondisi perairan termasuk kondisi ekstrim. Menurut Odum , banyaknya kelas fitoplankton tersebut diperairan disebabkan oleh kemampuan beradaptasi dengan lingkungan, tahan terhadap kondisi ekstrim serta mempunyai daya reproduksi tiga kali dalam 24 jam. Fitoplankton kelas Chlorophyceae tersebut akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 20 – 30 0C, sedangkan fitoplankton kelas Cyanophyceae dapat lebih mentolerir kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan Chlorophyceae. Komposisi jumlah dan jenis fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi Jumlah dan Jenis Fitoplankton

Suhu perairan Sungai Jembayan selama penelitian antara 28 – 300C. Kisaran suhu tersebut sangat mendukung pertumbuhan fitoplankton kelas Cyanophyceae dan Bacillariophyceae. Dengan fitoplankton kelas tersebut yang lebih banyak dari kelas lainnya, mengindikasikan bahwa kelas Cyanophyceae dan Bacillariophyceae dapat mentolerir kisaran suhu di Sungai Jembayan. Sehingga kandungan klorofil-a di Sungai Jembayan lebih banyak dihasilkan oleh kelas Lagus dan Nyabakken , menyatakan bahwa fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae mempunyai respon yang sangat cepat terhadap penambahan nutrient dan mampu beradaptasi dengan lingkungan tempat hidupnya dibandingkan dengan genus lainnya. Jenis Nitzschia sp dari kelas ini merupakan salah satu spesies HABs (Harmful Algal Blooms) dimana fenomena HABs sering terjadi di perairan sebagai akibat dari peningkatan unsur hara.

Spesies yang sering ditemukan pada setiap titik sampling adalah Climacosphenia moniligera, Ghophonema sp dan Navicula sp. Sedangkan spesies yang jarang dan hanya ditemukan pada satu titik adalah Chilomonas sp. Berdasarkan tingkat kelimpahan tertinggi terdapat pada titik 4 sebanyak 4.032 ind/Liter dan terendah di titik 2 sebanyak 2.646 ind/Liter.

Pada stasiun hulu dan tengah, jumlah fitoplankton yang ditemukan cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan stasiun hilir. Hal ini karena pada stasiun hulu dan tengah terdapat banyak kegiatan seperti pertanian dan perkebunan yang sangat berkontribusi terhadap peningkatan unsur hara di perairan Sungai Jembayan.

Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E) dan dominansi (D) menunjukkan nilai yang cukup variatif. Adapun perbandingan nilai indeks tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

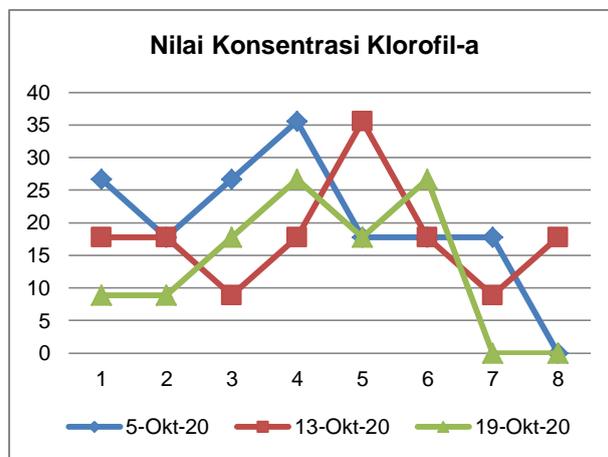
Tabel 2. Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E) dan dominansi (D) Fitoplankton yang ditemukan di Sungai Jembayan.

Jumlah & Indeks	Stasiun							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Jumlah Ind.Plankton/Liter	3150	2646	3150	4032	2709	3339	3654	2772
Jumlah Taksa	25	21	28	26	24	28	28	25
Indeks Keanekaragaman	3.04	2.9	3.21	3.13	2.93	3.16	3.17	3.04

(H')								
Indeks Keseragaman (E')	0.95	0.95	0.96	0.96	0.92	0.95	0.95	0.94
Indeks Dominansi (D')	0.05	0.06	0.04	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06

Indeks keanekaragaman fitoplankton pada semua stasiun bervariasi antara 2,90-3,21, dengan rata-rata 3,07. Indeks keanekaragaman fitoplankton terendah terdapat pada stasiun 2 sebesar 2,90 dan tertinggi terdapat pada stasiun 3 sebesar 3,21. Indeks keseragaman fitoplankton pada semua stasiun penelitian bervariasi antara 0,92 – 0,96, rata-rata 0,95. Kondisi ini menggambarkan bahwa keseragaman fitoplankton di Sungai Jembayan memiliki komunitas yang tinggi atau jumlah individu tiap spesies relatif sama, karena nilai indeks keseragamannya mendekati 1. Indeks dominansi terendah yaitu pada stasiun 3 sebesar 0,04, sedangkan indeks dominansi tertinggi pada stasiun 5 sebesar 0,07.

Nilai kandungan konsentrasi klorofil-a di setiap titik pengamatan menunjukkan adanya perbedaan. Nilai konsentrasi klorofil-a tertinggi di titik 4 sebanyak 26,70 mg/m<sup>3</sup> dan terendah sebanyak 5,93 mg/m<sup>3</sup> di stasiun 8.



Gambar 3. Konsentrasi klorofil-a antar stasiun di Sungai Jembayan

Pada stasiun hulu dan tengah, konsentrasi klorofil-a cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan stasiun hilir. Selain itu jumlah fitoplankton yang ditemukan pada stasiun hulu dan tengah lebih besar dibandingkan dengan jumlah fitoplankton yang ditemukan pada stasiun hilir. Selain itu pada stasiun hilir Sungai Jembayan tidak terdapat banyak sumber-sumber penghasil unsur hara seperti pada stasiun tengah dan hulu yang merupakan daerah pertanian dan perkebunan.

Hasil pengukuran parameter kualitas air secara insitu dan analisis laboratorium disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Air Sungai Jembayan, Kabupaten Kutai Kartanegara.

Waktu Sampling	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Stasiun Hulu		Stasiun Tengah				Stasiun Hilir	
				1	2	3	4	5	6	7	8
5-Oct-20	Suhu	°C	Dev 3	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
	Kecerahan	cm	-	7,0	10,0	10,0	8,0	6,0	10,0	5,0	7,0
	Kekeruhan	NTU	-	113	90	96	105	99	132	107	98
	pH		6-9	7,11	7,12	7,13	7,17	7,27	7,10	7,31	7,14
	DO total	mg/L	6	4,64	4,80	4,00	4,00	4,08	4,24	4,24	4,16
	Nitrate	mg/L	10	0,081	0,349	0,297	0,073	0,097	0,269	0,209	0,129
	Phosphate	mg/L	0,2	0,127	0,094	0,063	0,115	0,064	0,091	0,074	0,121
13-Oct-20	Suhu	°C	Dev 3	28,0	28,0	28,0	28,0	30,0	30,0	30,0	30,0
	Kecerahan	cm	-	15,0	14,0	17,0	14,0	15,0	18,0	20,0	24,0
	Kekeruhan	NTU	-	250	215	197	198	198	176	124	130
	pH		6-9	7,27	7,19	7,11	7,32	7,48	7,32	7,97	7,92

	DO total	mg/L	6	4,96	5,04	5,04	4,64	4,72	4,72	4,48	4,40
	Nitrate	mg/L	10	0,377	0,381	0,201	0,157	0,181	0,173	0,057	0,089
	Phosphate	mg/L	0,2	0,072	0,081	0,029	0,088	0,081	0,089	0,078	0,126
19-Oct-20	Suhu	°C	Dev 3	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
	Kecerahan	cm	-	19,0	21,0	20,0	19,0	16,0	16,0	12,0	15,0
	Kekeruhan	NTU	-	77	80	90	83	94	105	93	90
	pH		6-9	6,88	6,98	7,18	7,28	7,38	7,43	7,49	7,50
	DO total	mg/L	6	3,60	3,84	3,76	3,76	4,00	4,16	3,60	3,60
	Nitrate	mg/L	10	0,141	0,225	0,109	0,213	0,105	0,125	0,229	0,293
	Phosphate	mg/L	0,2	0,105	0,099	0,085	0,094	0,086	0,072	0,086	0,063

Parameter yang digunakan dalam perhitungan TSI adalah kecerahan, konsentrasi fosfat dan konsentrasi klorofil-a. Nilai tersebut lebih lanjut dianalisis menggunakan rumus TSI Carlson. Adapun parameter pendukung yang tidak masuk dalam perhitungan TSI, diantaranya suhu, kecerahan, kekeruhan, pH, oksigen terlarut dan nitrat. Tetapi semua parameter tersebut saling berkaitan dan saling mempengaruhi status trofik di Sungai Jembayan.

Dari berbagai parameter fisika dan kimia terlihat bahwa parameter suhu, kekeruhan, pH dan nitrat masih dalam kondisi normal bila dibandingkan dengan baku mutu pada Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Hanya parameter oksigen terlarut yang berada dibawah kisaran baku mutu yang ditetapkan. Kadar oksigen terlarut di Sungai Jembayan berada dikisaran 3,60-5,04 dengan rata-rata 4,27. Kadar oksigen terlarut cenderung lebih rendah di stasiun 4, 7 dan 8 dimana ketiga stasiun tersebut berada di dekat daerah permukiman. Rendahnya kadar oksigen terlarut di perairan Sungai Jembayan sebagai akibat penguraian limbah organik dan anorganik yang diduga bersumber dari kegiatan pemukiman yang ada di sekitar Sungai Jembayan dan terbawa limpasan air hujan.

Pada parameter TSI Carlson di Sungai Jembayan, didapatkan hasil kadar fosfat 0,03-0,13 mg/L dengan kadar nitrat 0,06-0,38 mg/L. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Efendi, kadar nitrat-nitrogen pada perairan hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/liter. Kadar nitrat-nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/liter dapat menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat. Menurut Sastrawijaya, Fosfat dan Nitrogen merupakan unsur pembatas dalam proses eutrofikasi. Oleh karena itu berdasarkan hasil rata-rata pengukuran Fosfat dan Nitrogen di Sungai Jembayan terpenuhi untuk menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air sebagai akibat eutrofikasi.

Titik 1 terletak +3 km dibagian hulu dari pemukiman dusun Lembonang. Selama penelitian, kandungan fosfat cenderung tinggi pada stasiun yang dekat dengan kegiatan pemukiman. Hal ini karena sumber fosfat cukup mudah ditemukan sebagai akibat penggunaan sabun pada aktivitas manusia. Pengambilan sampel air pada titik 1 dilakukan saat pasang, sehingga buangan dari aktivitas rumah tangga di pemukiman Dusun Lembonang ikut terbawa saat pasang tersebut. Adapun titik 4 dan 8 merupakan daerah permukiman penduduk masing-masing dusun Ukung dan desa Jembayan.

Kadar fosfor di Sungai Jembayan yang lebih kecil dibandingkan kadar nitrat. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Effendi keberadaan fosfat di perairan alami biasanya relatif kecil dengan kadar yang lebih sedikit dari pada kadar nitrogen karena sumber fosfor lebih sedikit dibandingkan dengan sumber nitrogen di perairan. Sumber alami fosfor di perairan adalah pelapukan batuan mineral dan dekomposisi bahan organik. Adapun sumber antropogenik fosfor adalah limbah industri dan domestik yaitu sabun, detergen dan limpasan sisa pupuk. Hal ini diduga merupakan salah satu faktor meningkatnya nilai fosfat di lokasi sampling yang dekat permukiman penduduk.

Konsentrasi relatif antara N dan P telah digunakan untuk memperkirakan nutrisi mana yang membatasi pertumbuhan alga dalam sistem akuatik. Kadar nitrat selama penelitian berkisar antara 0,06-0,38 mg/L, sedangkan kadar fosfat berkisar antara 0,03-0,13 mg/L dengan rasio N : P di Sungai Jembayan adalah 0.19 : 0.09 atau di bawah 10. Menurut Sundareshwat, rasio N : P demikian menunjukkan unsur nitrogen sebagai nutrisi pembatas pertumbuhan alga.

Perbedaan konsentrasi fosfat antar stasiun juga menyebabkan perbedaan hasil analisis TSI fosfat di Sungai Jembayan sebagaimana tersaji pada Tabel 4.6. Dari hasil analisis TSI Fosfat

Sungai Jembayan dapat dilihat bahwa TSI Fosfat berkisar antara -4,71-4,05 dengan rata-rata 1,64 dengan nilai TSI Fosfat terendah di Stasiun 3 dan tertinggi di stasiun 1. Selama penelitian nilai fosfat 0,03-0,13 mg/L dengan kadar nitrat 0,06-0,38 mg/L. Menurut Sastrawijaya, Fosfat dan Nitrogen merupakan unsur pembatas dalam proses eutrofikasi. Oleh karena itu, sungai Jembayan memiliki tingkat eutrofikasi yang tinggi berdasarkan nilai rata-rata kandungan Fosfat dan Nitrogennya, sehingga diduga kedua faktor tersebut merupakan faktor penyebab terjadinya eutrofikasi di sungai Jembayan.

Hasil analisis TSI klorofil-a Sungai Jembayan berkisar antara 22,62-71,44 dengan rata-rata 59,46 dengan nilai TSI klorofil-a terendah di stasiun 8 dan tertinggi di stasiun 4. Sedangkan hasil analisis TSI secchi disk Sungai Jembayan berkisar antara 87,33-92,34 dengan rata-rata 89,45 dimana nilai TSI secchi disk terendah di stasiun 3 dan tertinggi di stasiun 7. Selama penelitian, nilai secchi disk di semua stasiun berkisar antara 0,05-0,24 meter dengan kekeruhan antara 77-250 NTU. Adapun hasil analisis TSI Fosfat (TSI P) Sungai Jembayan dapat dilihat bahwa TSI Fosfat (TSI P) berkisar antara -4,71-4,05 dengan rata-rata 1,64 dengan nilai TSI Fosfat (TSI P) terendah di Stasiun 3 dan tertinggi di stasiun 1. Hasil analisis nilai TSI perairan Sungai Jembayan, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Trophic State Index dan Status Trofik Sungai Jembayan.

Stasiun	TSI Chl-a	TSI SD	TSI P	TSI Carlson	Status Trofik
1	66.91	89.9	4.05	53.62	Eutrofik
2	65.58	88.03	2.91	52.17	Eutrofik
3	66.91	87.33	-4.71	49.84	Mesotrofik
4	71.44	89.59	3.97	55	Eutrofik
5	70.11	91.47	0.4	53.99	Eutrofik
6	69.17	88.13	1.66	52.99	Eutrofik
7	42.96	92.34	0.87	45.39	Mesotrofik
8	22.62	88.77	3.99	38.46	Oligotrofik

Dari data diatas tampak bahwa nilai TSI Fosfat merupakan yang paling rendah jika dibandingkan TSI Chlorofil-a dan TSI Secci Disk. Hal ini juga didukung dengan banyaknya tanaman air yang tumbuh subur di sepanjang perairan Sungai Jembayan seperti enceng gondok, napung, ganggang hijau, kiambang dan hydrilla. Banyaknya tanaman air tersebut akan menyebabkan pendangkalan dan penyempitan badan perairan, mengganggu jalur pelayaran, menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan dan mempengaruhi kualitas air sungai Jembayan di waktu yang akan datang. Banyaknya kegiatan lain disekitarnya seperti kegiatan pertanian, perkebunan dan pemukiman yang menghasilkan buangan ke badan perairan dan diduga mengganggu transparansi air, fotosintesis fitoplankton dan kelimpahannya.

Menurut Carlson, perairan dengan tingkat eutrofik merupakan perairan yang telah mengalami penurunan kecerahan air dan adanya blooming gulma air di perairan. Status eutrofik di Sungai Jembayan juga didukung dengan peningkatan unsur hara yang mempengaruhi kesuburan perairan dimana kadar nitrat dan fosfat yang lebih dari 0,1 mg/l, jumlah fitoplankton yang tinggi walaupun penetrasi cahaya yang masuk ke perairan relatif rendah, terdapat jenis fitoplankton Harmful Algal Blooms serta banyaknya tumbuhan gulma perairan di sepanjang Sungai Jembayan.

## SIMPULAN

Status indeks trofik perairan Sungai Jembayan berada dalam kisaran antara 38,46-55,00 dengan rata-rata 50,18 sehingga dapat dinyatakan sepanjang segmentasi Sungai Jembayan berada pada tingkat eutrofik. Komposisi jenis fitoplankton penyusun komunitas fitoplankton di kawasan ini terdiri atas 5 kelas dengan kelas Cyanophyceae dan Bacillariophyceae merupakan kelas fitoplankton yang paling banyak ditemukan. Terdapat satu jenis algae potensial penyebab Harmful Algal Blooms (HABs).

## DAFTAR PUSTAKA

- Alpianor, A. 2016. "Analisis Status Mutu dan Beban Pencemaran Sungai Jembayan di Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara" Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Samarinda : Universitas Mulawarman
- American Public Health Association (APHA). 2017. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 23nd ed. American Public Health Association/American Water Work Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Carlson, R.E. 1977. A Trophic State Index for Lakes 1. 22(2): 361-369
- Carlson, R.E. 1991. Expanding the Trophic State Concept to Identify Non-Nutrient Limited Lakes and Reservoirs: 59-71
- Carlson, R. E., & K. E. Havens. 2009. Simple Graphical Methods for The Interpretation of Relationships Between Trophic State Variables. *Journal Lake and Reservoir Management*, 21(1):1-12.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: PT. Kanisius
- El-Serehy, H. A., H.S. Abdallah, F. A. Al-Misned & K A. Al-Rasheid, 2018. "Assessing Water quality and classifying trophic status for scientifically based managing the water resources of Lake Timsah, the lake with salinity stratification along the Suez Canal". *Mesir. Saudi Journal of Biological Sciences*. Vol. 25. Hal. 1247-1256
- Filho Paula, F.J., R.V. Marins, L. Chicharo, R.B. Souza, G.V. Santos., & E.M.A. Braz, 2020. Evaluation of water quality and trophic state in the Parnaiba River Delta, Northeast Brazil. *Brazil: Regional Studies in Marine Science*. Vol. 34. 101025
- Khalifa, M.A & F.R. Indaryato. 2019. "Tingkat Kesuburan Perairan Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibanten". *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Banten: Vol. 8 No.2: 163-169
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Provinsi Kalimantan Timur, 2011. *Peraturan Daerah Nomor 02 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Samarinda
- Sachlan, M., 1980. *Planktonologi*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 98 hal.
- Soeprbowati, T.R; Suedy, S.W.A. 2010. "Status Trofik Danau Rawapening Dan Solusi Pengelolaannya". *Jurnal Sains & Matematika*. Semarang: Vol. 8 No.2: 158-169
- Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.57:2008 (SNI 6989.57:2008) mengenai Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan
- Tungka, A. W., Haeruddin, & C. Ain. 2016. "Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton HABS". *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. Vol. 12 No. 1: 40-46.
- Wang L.L., Z.Z. Yu, H.C. Dai, & Q.H. Cai. 2009. "Eutrophication Model for River-type Reservoir