

Status Kesuburan Perairan di Waduk Jatibarang, Semarang

Trophic State of Jatibarang Reservoir, Semarang

Yunita Ika Erawati*, Churun Ain, Pujiono Wahyu Purnomo
Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan
Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275
Corresponding authors: yunitaikae@gmail.com

Diserahkan: 23 Januari 2025; Direvisi: 5 Februari 2025; Diterima: 19 April 2025.

ABSTRAK

Waduk Jatibarang merupakan bendungan yang menampung beberapa aliran sungai yang kemudian menjadi sarana prasarana kegiatan akuatik serta mendukung pariwisata yang ada. Berkembangnya aktivitas manusia di sekitar perairan waduk seperti kegiatan pertanian, pemancingan serta pembuangan limbah rumah tangga seperti detergen maupun limbah pertanian berupa sisa pupuk yang dapat memberikan inputan nutrisi sehingga mempengaruhi perairan waduk. Nutrien yang berperan penting terhadap kelimpahan fitoplankton adalah nitrat dan fosfat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kandungan nitrat, ortofosfat, kelimpahan fitoplankton, hubungan antara nitrat dan ortofosfat dengan kelimpahan fitoplankton serta status kesuburan perairan di Waduk Jatibarang. Penelitian ini dilakukan di bulan Mei 2022. Pengambilan sampel dilakukan di empat stasiun dengan tiga kali pengulangan (pagi, siang dan sore) pada kedalaman 1,5 meter. Perhitungan konsentrasi nitrat dan ortofosfat dilakukan dengan spektrofotometer seri Hach Programe. Analisis data menggunakan uji regresi linier berganda untuk mengetahui hubungan antara nitrat dan ortofosfat dengan kelimpahan fitoplankton, sedangkan analisis kesuburan perairan menggunakan Trophic State Index (TSI) Carlson. Rata-rata kandungan nitrat pada pagi hari sebesar 0,225 mg/L, siang hari 0,325 mg/L dan sore hari 0,275 mg/L. Rata-rata ortofosfat pagi hari sebesar 0,402 mg/L, siang hari 0,365 mg/L dan sore hari 0,235 mg/L. Kelimpahan fitoplankton pada pagi hari berkisar antara 33.091-56.636 ind/L, siang hari berkisar 39.455-54.091 ind/L dan sore hari berkisar 31.818-40.727 ind/L. Struktur komunitas fitoplankton memiliki indeks keanekaragaman sedang, indeks keseragaman antar jenis merata dan indeks dominansi tidak terdapat genus yang mendominasi. Berdasarkan nilai (r) sebesar 0,376 sehingga pengaruh kandungan nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan fitoplankton menunjukkan korelasi lemah. Berdasarkan analisis TSI perairan Waduk Jatibarang termasuk perairan eutrofik.

Kata Kunci: Fitoplankton; Nitrat; Produktivitas Perairan; Waduk Jatibarang.

ABSTRACT

Jatibarang Reservoir is a dam that accommodates several river flows which then become infrastructure facilities for aquatic activities and supports existing tourism. The development of human activities around reservoir waters such as agricultural activities, fishing and household waste disposal can provide nutrient inputs that affect the quality of reservoir waters. Nutrients that play an important role in the abundance of phytoplankton are nitrate and phosphate. The purpose of this study was to determine the content of nitrate, orthophosphate, abundance of phytoplankton, determine the relationship between nitrate and orthophosphate with the abundance of phytoplankton and determine trophic state of the Jatibarang Reservoir. This research was conducted in May 2022. Sampling was carried out at four stations with three repetitions (morning, afternoon and evening) at a depth of 1.5 meters. Calculation of nitrate and orthophosphate concentrations was carried out with a Hach Programe series spectrophotometer. Data analysis used multiple linear regression tests to determine the relationship between nitrate and orthophosphate and phytoplankton abundance, while trophic state using Carlson's Trophic State Index (TSI). The average nitrate content in the morning was 0.225 mg/L, during the day it was 0.325 mg/L and in the afternoon it was 0.275 mg/L. The average morning orthophosphate was 0.402 mg/L, 0.365 mg/L during the day and 0.235 mg/L in the afternoon. The abundance of phytoplankton in the morning ranged from 33,091-56,636 ind/L, during the day it ranged from 39,455-54,091 ind/L and in the evening it ranged from 31,818-40,727 ind/L. The community structure of the phytoplankton has a moderately spread index, an even index of uniformity between species and a dominance index of no dominating genus. Based on the value (r) of 0.376, the effect of nitrate and orthophosphate content on the abundance of phytoplankton shows a weak correlation. Based on the TSI analysis, the waters of the Jatibarang Reservoir are eutrophic waters.

Keywords: Jatibarang Reservoir; Nitrate; Orthophosphate; Phytoplankton.

PENDAHULUAN

Waduk Jatibarang adalah salah satu bendungan di Semarang yang terletak di dua wilayah Kecamatan, meliputi Mijen serta Gunungpati. Waduk ini untuk membendung Sungai Kreo yang merupakan anak Sungai Garang dengan daerah tangkapan seluas 54 km² luas genangan 110 Ha, dan volume tampungan sebesar 20,4 juta m² (Rasina *et al.*, 2016). Waduk Jatibarang merupakan bendungan yang menampung beberapa aliran sungai yang kemudian menjadi sarana prasarana kegiatan akuatik serta mendukung pariwisata yang ada. Kualitas masukan dari lingkungan luar tersebut dari beberapa sungai akan menentukan status kualitas air dan kesuburan di Waduk Jatibarang tersebut. Berkembangnya aktivitas manusia di daerah sekitar perairan waduk seperti kegiatan pertanian, pemancingan serta pembuangan limbah rumah tangga dapat mempengaruhi kualitas perairan waduk. Limbah yang berasal dari rumah tangga seperti deterjen maupun limbah pertanian berupa sisa pupuk banyak mengandung unsur N dan P. Unsur N dan P apabila terkandung dalam perairan dengan kadar yang cukup dapat menyuburkan perairan, namun apabila kandungannya telah melampaui ambang batas yang diperoleh akan mengakibatkan eutrofikasi pada perairan. Adanya aktivitas manusia seperti pembuangan limbah rumah tangga maupun limbah pertanian berupa sisa pupuk yang berhubungan dengan perairan baik bersifat input atau output akan berdampak pada penurunan kualitas air yaitu adanya perubahan kondisi fisika kimia dan biologi. Salah satu indikator penting terkait dengan penentuan kualitas air di perairan Waduk adalah aktivitas organisme heterotrofik yang dapat mendukung kesediaan unsur hara. Nitrat merupakan zat hara utama yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Kandungan nitrat pada konsentrasi tertentu dapat memberikan kondisi tumbuh yang baik bagi fitoplankton dan dapat menjadi racun jika melebihi yang dibutuhkan. Oleh karena itu, unsur hara terutama nitrat dan fosfat dapat mempengaruhi fitoplankton yang mampu menjadi indikator produktifitas perairan.

Menurut Bao *et al.* (2022), komunitas fitoplankton memainkan peran penting dalam fungsi ekosistem perairan, keanekaragaman, kelimpahan, dan distribusinya secara langsung bergantung pada adaptasi terhadap perubahan ekosistem, dan menyebabkan berbagai ketergantungan pada pola keanekaragaman yang diamati. Menurut Ahmed *et al.* (2022), secara klasik fitoplankton dicirikan menjadi mikroplankton, nanoplankton dan picoplankton sesuai dengan ukuran selnya. Kelompok-kelompok ini menunjukkan heterogenitas yang cukup besar dan variabilitas temporal untuk skenario lingkungan yang berbeda. Menurut Kharbush *et al.* (2019), kelompok fitoplankton yang dapat dibedakan adalah: (i) ganggang hijau (ii) *cyanobacteria*, (iii) diatom/dinoflagellata/*chrysophyta* dan (iv) *cryptophytes*.

Tingkat kesuburan suatu perairan sangat menentukan jumlah biomassa sumberdaya perikanan yang berada di dalamnya. Kesuburan perairan biasanya dihubungkan dengan konsentrasi klorofil-a dan kandungan nutrisi dalam badan perairan. Tinggi rendahnya kandungan klorofil-a sangat erat hubungannya dengan pasokan nutrisi yang berasal dari darat melalui aliran sungai yang masuk ke badan perairan waduk. Tingkat kesuburan perairan dan mutu air merupakan salah satu informasi yang diperlukan dalam dasar pengelolaan perairan yang tepat. Menurut Faizin *et al.* (2018), secara keseluruhan status kesuburan perairan di Waduk Jatibarang pada tingkat eutrofik ringan. Tingkat trofik yang demikian masih mendukung kehidupan organisme air.

Namun dengan meningkatnya intensitas aktivitas di sekitar hulu dan inlet Waduk Jatibarang dewasa ini, maka perlu ada pengkajian ulang kondisi kualitas perairan berdasarkan indikator nutrisi dan fitoplankton. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kandungan nitrat, ortofosfat, kelimpahan fitoplankton, hubungan antara nitrat dan ortofosfat dengan kelimpahan fitoplankton serta status kesuburan perairan di Waduk Jatibarang sehingga nantinya hasil tersebut dapat digunakan untuk pengelolaan Waduk Jatibarang yang lebih baik lagi. Penelitian ini dilaksanakan pada 18 Mei 2022 di Waduk Jatibarang Semarang. Analisis struktur komunitas fitoplankton dilakukan di Laboratorium Pemanfaatan Sumberdaya Ikan dan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

MATERI DAN METODE

Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandungan nitrat, ortofosfat, klorofil serta sampel fitoplankton yang berasal dari Waduk Jatibarang pada empat stasiun dengan tiga pengulangan (pagi, siang dan sore).

Alat yang digunakan untuk sampling lapangan yaitu botol 100 ml, botol 1½ liter, lux meter no seri AS803, *Secchi disk*, pH meter no seri AG.07576, DO meter no seri 5264845, *plankton net*, *coolbox*, Van Dorn *water*. Alat yang digunakan untuk analisis laboratorium adalah mikroskop binokuler Olympus CX-21, *Sedgewick-Rafter Counting Cell*, *cover glass*, pipet tetes, *test tube*, Erlenmeyer, corong, spektrofotometer, alat tulis, kertas tisu dan buku identifikasi plankton M. Sachlan (1982). Bahan yang digunakan saat sampling lapangan dalam penelitian ini yaitu air sampel Waduk Jatibarang, sampel fitoplankton, es batu, lugol-iodine, kertas saring, nitrat Ver5 Nitrat, Phos Ver3, aseton 90%.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus yang bersifat deskriptif. Studi kasus mempelajari objek secara mendalam pada waktu, tempat dan populasi yang terbatas, sehingga memberikan gambaran tentang situasi dan kondisi secara lokal dan hasilnya tidak berlaku untuk tempat dan waktu yang berbeda. Dengan demikian, penelitian ini memberikan gambaran nitrat, ortofosfat, kelimpahan fitoplankton dan juga kesuburan perairan Waduk Jatibarang.

Penentuan stasiun pengamatan

Penentuan stasiun pengambilan sampel air dilakukan dengan metode purposive sampling. Metode purposive sampling merupakan teknik pengambilan sampel dengan menentukan pertimbangan tertentu. Metode purposive sampling merupakan metode pengambilan sampel dengan menentukan titik sampel yang mewakili keadaan keseluruhan daerah

penelitian. Penelitian ini dilakukan pada empat stasiun, dimana pada stasiun pertama terletak di dermaga waduk, stasiun kedua terletak di lokasi inlet dimana masukan air dari Sungai Kreo, stasiun ketiga terletak di bagian tengah waduk, stasiun keempat terletak di bagian outlet Waduk Jatibarang.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel air dan fitoplankton menggunakan Van Dorn Water Sampler dengan volume 2,5 liter pada kedalaman 1,5 meter dengan tiga kali pengulangan (pagi, siang dan sore). Diambil air sebanyak 1,5 liter untuk dilakukan analisis kandungan nitrat dan ortofosfat di laboratorium. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan dengan cara menyaring air sebanyak 10 liter menggunakan plankton net. Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol sampel 50 ml dan diteteskan Lugol 1%. Pengukuran variabel kualitas air seperti suhu, intensitas cahaya, kecerahan, kedalaman, pH dan DO dilakukan langsung di lokasi penelitian.

Pengukuran Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat

Pengukuran konsentrasi nitrat dan ortofosfat dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumberdaya Ikan dan Lingkungan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang. Pengukuran kandungan nitrat dan ortofosfat dalam air menggunakan metode Hach Programme.

Perhitungan kelimpahan fitoplankton

Perhitungan tersebut dilakukan dengan cara yaitu sampel fitoplankton diteteskan ke dalam Sedgewick-Rafter Counting Cell menggunakan pipet tetes, lalu ditutup dengan menggunakan cover glass. Selanjutnya dilakukan pengamatan di bawah mikroskop lalu mengamati fitoplankton dan mengidentifikasi genusnya dengan menggunakan buku identifikasi M. Sachlan (1982). Perhitungan dilakukan sebanyak 10 kotak dengan tiga kali pengulangan. Nilai kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan formula dari APHA (1989):

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{w}$$

Keterangan :

N = Jumlah fitoplankton per liter

T = Luas total petak Sedgewick-Rafter Counting Cell (1000mm²)

L = Luas 1 kotak Sedgewick-Rafter Counting Cell (1mm²)

P = Jumlah fitoplankton yang tercacah

p = Jumlah lapang pandang yang diamati (30 petak)

V = Volume sampel yang tersaring (50ml)

v = Volume sampel fitoplankton dalam Sedgewick-Rafter Counting Cell (1ml)

w = Volume sampel fitoplankton yang disaring (10 liter)

Sebagian faktor dari rumus tersebut telah diketahui pada Sedgewick-Rafter Counting Cell, seperti : T = 1000 mm², v = 1 ml, dan L = 0,25 μ mm² (dimisalkan satu lingkaran sama dengan luas lapang pandang pada mikroskop dengan r = 0,5 mm), maka rumus tersebut menjadi (Siregar et al., 2014) :

$$N = \frac{1000\text{mm}^2}{0,25\pi} \times \frac{P}{10} \times \frac{V}{1\text{ml}} \times \frac{1}{w} \quad \text{atau} \quad N = \frac{100(P \times V)}{0,25\pi W}$$

Analisis Struktur Komunitas Fitoplankton

1. Indeks Keanekaragaman

Indeks yang digunakan dalam mengetahui tingkat keragaman jenis dalam suatu komunitas yaitu menggunakan indeks keanekaragaman (Odum 1971):

$$H' = - \sum_{i=0}^i P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman jenis

P_i = suatu fungsi peluang untuk masing-masing bagian secara keseluruhan (n_i/N)

n_i = Jumlah individu jenis ke-i,

N = jumlah total individu

2. Indeks keseragaman

Indeks keseragaman ini digunakan untuk mengetahui berapa besar kesamaan penyebaran sejumlah individu setiap marga pada tingkat komunitas. Indeks keseragaman (evenness index) berdasarkan persamaan (Odum, 1971):

$$e = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

e = Indeks keseragaman

H' = indeks keanekaragaman

S = Jumlah jenis

3. Indeks dominansi

Indeks dominansi diperoleh menggunakan indeks Simpson (Odum 1971):

$$C = \sum_{i=0}^i \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi Simpson

ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Metode Analisis Data

1. Analisis Hubungan

Analisis hubungan kandungan nitrat dan ortofosfat dengan struktur komunitas fitoplankton diuji dengan menggunakan analisis regresi linier berganda Analisis regresi linier berganda digunakan untuk melihat seberapa besar pengaruh nitrat (X1) dan ortofosfat (X2) terhadap struktur komunitas fitoplankton (Y). Analisis regresi merupakan salah satu analisis data yang digunakan dalam statistika untuk melakukan peramalan, maupun mengkaji hubungan antara variabel. Nilai koefisien korelasi (r) dapat dilihat untuk mengetahui keeratan hubungan kedua variabel. Koefisien determinasi (R²) untuk mengetahui berapa besar nilai hubungan variabel (X) mempengaruhi variabel (Y). Nilai signifikansi untuk mengetahui ada atau tidaknya signifikansi hubungan antar variabel (X) dan variabel (Y).

2. Analisis Kesuburan Perairan

Trophic State Index (TSI)

Tingkat kesuburan perairan dapat diketahui dengan analisis metode Carlson Trophic State Index (TSI). Trophic State Index (TSI) merupakan analisis status kesuburan melalui penggabungan tiga pendekatan parameter utama, yaitu kedalaman keping Secchi disk (TSI-SD), konsentrasi fosfat total (TSI-TP) dan kandungan Klorofil-a (TSI-Chl). Klasifikasi tingkat kesuburan perairan berdasarkan nilai Trophic State Index (TSI) ditampilkan pada Tabel 1

Tabel 1. Klasifikasi Trophic State Index (TSI) Carlson

TSI	Status Trofik	Keterangan
<30	Oligotrofik	Air jernih dengan oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun di lapisan hypolimnion
30-40	Oligotrofik	Kondisi oligotrofik, tetapi pada perairan yang dangkal akan menjadi anoksik selama musim panas
40-50	Mesotrofik	Air cukup jernih, tetapi berpotensi anoksik
50-60	Eutrofik	Eutrofikasi ringan dan terjadi penurunan kecerahan
60-70	Eutrofik	Didominasi alga hijau biru
70-80	Eutrofik	Terjadi <i>blooming algae</i>
>80	Eutrofik	Terjadi <i>blooming algae</i> dan sering terjadi kematian ikan

Sumber: Prasad dan Siddaraju (2012)

Chi kuadrat

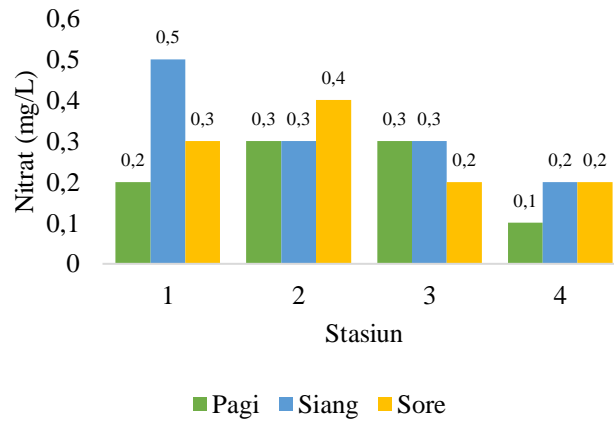
Uji Chi Kuadrat (X²) adalah pengujian hipotesis mengenai perbandingan antara frekuensi observasi/yang benar-benar terjadi/aktual dengan frekuensi harapan/ekspektasi. Uji chi kuadrat berguna untuk menguji hubungan atau pengaruh dua buah variabel dan mengukur kuatnya hubungan antara variabel yang satu dengan variabel lainnya. Karakteristik uji chi kuadrat yaitu nilai chi kuadrat selalu positif, terdapat beberapa bentuk distribusi chi kuadrat, yaitu distribusi chi kuadrat dengan derajat kebebasan (dk) = 1, 2, 3, dst. Hal ini diperkuat oleh Turhan (2020) yang menyatakan bahwa uji chi-kuadrat digunakan untuk mengetahui apakah ada korelasi antar variabel nonnumerik yang sering digunakan dalam studi statistik yang dilambangkan dengan X².

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

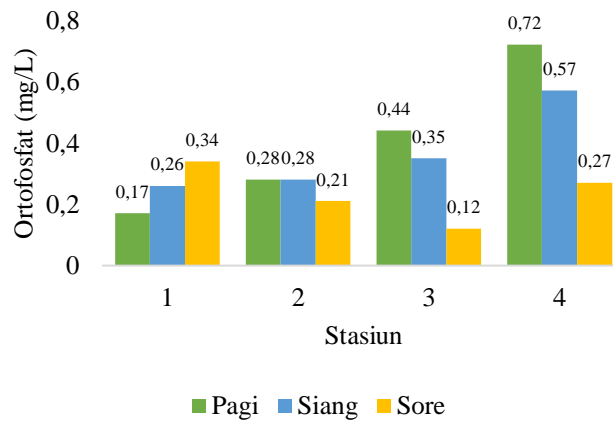
Kandungan Nitrat dan Ortofosfat di Waduk Jatibarang

Kandungan nitrat akan ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil nitrat yang didapatkan berkisar antara 0,1-0,5 mg/l. Nitrat yang paling tinggi pada stasiun I pada siang hari (0,5 mg/L) dan yang paling rendah pada stasiun IV pada pagi hari (0,1 mg/L).



Gambar 1. Konsentrasi nitrat di Waduk Jatibarang

Konsentrasi ortofosfat akan ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil ortofosfat yang didapatkan berkisar antara 0,12-0,72 mg/L. Ortofosfat yang paling tinggi pada stasiun IV pada pagi hari (0,72 mg/L) dan yang paling rendah pada stasiun 3 pada sorehari (0,12 mg/L).



Gambar 2. Konsentrasi ortofosfat di Waduk Jatibarang

Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Jatibarang

Berdasarkan hasil dari struktur komunitas fitoplankton pada pagi, siang dan sore hari d Waduk Jatibarang ditunjukkan pada Tabel 2

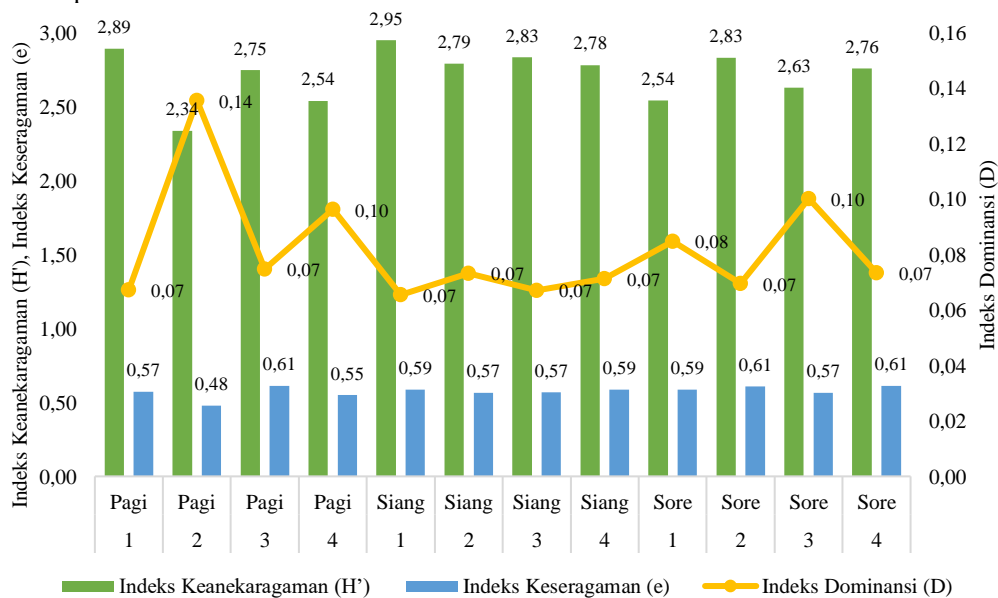
Tabel 2. Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Jatibarang

Genus	KELIMPAHAN FITOPLANKTON (IND/LITER)											
	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III			Stasiun IV		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
Bacillariophyceae												
<i>Cocconeis</i> sp.	1909	2545	1909	0	3182	636	636	4455	1909	636	2545	2545
<i>Coscinodiscus</i> sp.	636	3818	636	0	1909	1273	0	1909	1273	0	1273	1909
<i>Cyclotella</i> sp.	2545	1273	1273	5727	1273	3182	1909	2545	1273	4455	1273	1909
<i>Dictyocha</i> sp.	1273	636	1909	0	1273	0	0	0	1273	0	636	1273
<i>Diploneis</i> sp.	1273	2545	3182	3818	3818	1909	0	3182	3818	636	4455	3818
<i>Guinardia</i> sp.	0	636	636	1909	636	1909	636	636	636	1273	3182	1273
<i>Gyrosigma</i> sp.	1273	1273	0	636	636	1909	1273	3182	0	3818	0	636
<i>Hemidiscus</i> sp.	5727	3182	1273	3818	636	2545	4455	3818	1273	5727	2545	3818
<i>Navicula</i> sp.	1273	2545	1273	1909	0	3182	3182	636	1273	636	1909	0
<i>Nitzschia</i> sp.	5727	1909	636	0	3182	1273	636	6364	1273	0	0	636
<i>Pinnularia</i> sp.	3182	636	636	636	3182	0	636	0	636	0	0	0
<i>Rhizosolenia</i> sp.	3182	0	1909	1273	1909	1273	2545	1273	3818	2545	0	1909
<i>Skeletonema</i> sp.	1273	7636	1273	6364	5727	1273	1273	1273	636	1273	1273	1273
<i>Sprogyra</i> sp.	1273	1273	0	3818	636	0	2545	636	636	1909	0	0
<i>Synedra</i> sp.	3182	5727	0	1273	4455	2545	1273	1909	1273	1909	5091	636

Genus	KELIMPAHAN FITOPLANKTON (IND/LITER)											
	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III			Stasiun IV		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
Chlorophyceae												
<i>Chlorella</i> sp.	7000	3818	2545	14636	7000	5727	3818	7636	10182	5727	3818	1909
<i>Netrium</i> sp.	0	636	636	0	0	0	1273	636	0	0	0	0
<i>Pediastrum</i> sp.	1273	636	6364	1273	1909	1273	2545	1273	3182	3182	1273	3818
<i>Staurastrum</i> sp.	2545	2545	0	636	0	636	0	2545	636	0	1273	0
<i>Tetrastrum</i> sp.	1273	636	636	0	0	0	636	1273	0	0	0	0
<i>Zygnema</i> sp.	1909	1273	0	0	1909	0	1273	1273	1273	0	0	1909
Cyanophyceae												
<i>Merismopedia</i> sp.	636	1273	1909	0	636	636	0	636	0	636	1273	0
<i>Microcystis</i> sp.	0	636	0	636	0	0	1909	1909	636	636	636	0
<i>Spirulina</i> sp.	636	1273	1273	0	636	1273	636	1909	1273	1273	1273	636
Dinophyceae												
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	0	1273	0	1273	636	0	1273	636
<i>Peridinium</i> sp.	5727	2545	1909	2545	3182	1909	0	1909	1273	636	1909	1273
Euglenophyceae												
<i>Euglena</i> sp.	1909	1909	0	0	1909	1273	0	0	636	0	2545	636
JUMLAH	56636	52818	31818	50909	49636	36909	33091	54091	40727	36909	39455	32455

Struktur Komunitas Fitoplankton

Berdasarkan hasil dari struktur komunitas fitoplankton didapat hasil indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi pada Gambar 3



Gambar 3. Struktur Komunitas Fitoplankton Waduk Jatibarang

Hubungan Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Jatibarang

Hasil analisis perhitungan regresi linier berganda disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai determinasi (R^2) adalah 0,141 pada Gambar 4, yang berarti kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh kandungan nitrat dan ortofosfat sebesar 14,1%. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,376 yang berarti keterkaitan antara kelimpahan fitoplankton terhadap kandungan nitrat dan ortofosfat tergolong lemah berdasarkan klasifikasi keeratan hubungan berdasarkan nilai r .

Tabel 6. Regresi Linier kelimpahan fitoplankton dengan nitrat dan ortofosfat.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.376 ^a	.141	-.050	9262.773

a. Predictors: (Constant), Ortofosfat, Nitrat

b. Dependent Variable: Kelimpahan

Kesuburan Perairan

Berdasarkan hasil perhitungan TSI didapat hasil kesuburan perairan Waduk Jatibarang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan TSI di Waduk Jatibarang

Waktu	Stasiun	TSI Chl-a	TSI TP	TSI SD	TSI Carlson	Klasifikasi TSI
Pagi	1	37,510	62,054	67,482	55,682	Eutrofik
	2	38,900	69,250	67,603	58,584	Eutrofik
	3	36,889	75,767	65,452	59,369	Eutrofik
	4	31,978	82,869	66,544	60,464	Eutrofik
Siang	1	34,106	68,181	67,850	56,712	Eutrofik
	2	29,868	69,250	68,484	55,867	Eutrofik
	3	30,459	72,467	67,726	56,884	Eutrofik
	4	36,055	79,500	67,482	61,012	Eutrofik
Sore	1	30,662	72,049	64,339	55,683	Eutrofik
	2	36,152	65,101	66,658	55,970	Eutrofik
	3	29,139	57,032	70,133	52,101	Eutrofik
	4	31,991	68,725	67,361	56,026	Eutrofik

Pembahasan

Kandungan Nitrat dan Ortofosfat

Berdasarkan hasil penelitian, hasil nitrat tertinggi pada pagi hari di stasiun 2 dan 3 yaitu sebesar 0,3 mg/L, pada siang hari di stasiun 1 sebesar 0,5 mg/L dan pada sore hari di 2 stasiun 0,4 mg/L. Nitrat terendah pada pagi hari di stasiun 4 sebesar 0,1 mg/L, pada siang hari di stasiun 4 sebesar 0,2 mg/L dan pada sore hari di stasiun 3 dan 4 sebesar 0,2 mg/L. Pada siang hari kandungan nitrat lebih besar dari pada pagi dan sore hari. Hal tersebut disebabkan oleh intensitas cahaya yang dibutuhkan fitoplankton pada pagi belum sebanyak saat siang hari, sehingga fitoplankton yang mengkonsumsi nitrat pada perairan belum terlalu banyak. Hal ini menyebabkan kandungan nitrat akan lebih besar pada pagi hari. Hal ini diperkuat oleh Putrisia *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa besarnya intensitas cahaya matahari meningkat saat pagi dan optimal pada saat siang hari, kemudian pada sore hari akan menurun. Peran sinar matahari tersebut sangat penting karena diperlukan fitoplakton untuk proses fotosintesis.

Hasil penelitian ortofosfat tertinggi pada pagi hari di stasiun 4 yaitu sebesar 0,72 mg/L, pada siang hari di stasiun 4 sebesar 0,57 mg/L dan pada sore hari di stasiun 1 sebesar 0,34 mg/L, sedangkan ortofosfat terendah pada pagi hari di stasiun 1 sebesar 0,17 mg/L, pada siang hari di stasiun 1 sebesar 0,26 mg/L dan pada sore hari di stasiun 3 sebesar 0,12 mg/L. Pada stasiun 4 saat pagi, siang dan sore hari mempunyai ortofosfat tertinggi karena stasiun 4 merupakan tempat outlet pada Waduk Jatibarang. Sehingga dapat diketahui bahwa kadar ortofosfat mengalami peningkatan seiring dengan mendekati outlet waduk. Hal ini dikarenakan adanya akumulasi material organik maupun limbah yang terkumpul di outlet. Secara umum ketika outlet waduk dibuka maka air akan mengalir ke luar waduk sehingga ortofosfat di area waduk akan berkurang. Pembukaan outlet waduk yang tidak dilakukan setiap hari dapat meningkatkan konsentrasi ortofosfat karena terkumpul di area outlet waduk. Hal ini diperkuat oleh Aida dan Utomo (2016) yang menyatakan bahwa pada stasiun outlet merupakan tempat akhir perairan sebelum terbuang keluar waduk, sehingga banyak bahan organik yang tertahan di dekat bendungan.

Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan hasil penelitian di Waduk Jatibarang, ditemukan sebanyak 27 genera yang terdiri dari 5 kelas yaitu *Chlorophyceae*, *Cyanopycae*, *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*. Genus yang terbanyak pada kelas *Bacillariophyceae* yang mempunyai 15 genus. Banyaknya genera dari *Bacillariophyceae* dikarenakan jumlah jenisnya yang

besar dan dapat ditemukan di berbagai ekosistem perairan. Disamping itu *Bacillariophyceae* memiliki daya adaptasi yang tinggi serta lebih dapat bertahan dalam berbagai kondisi perairan dari pada jenis kelas yang lain. Kelas lain seperti *Chlorophyceae*, *Cyanopycae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae* memiliki genus yang lebih sedikit ditemukan dibandingkan dengan kelas *Bacillariophyceae* dikarenakan memiliki sifat hidup yang berbeda. Hal ini diperkuat oleh Jati *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa kelas *Bacillariophyceae* atau diatom umumnya terdistribusi secara luas baik di perairan tawar maupun laut. Menurut Nybakken (1992), *Bacillariophyceae* merupakan kelas dari fitoplankton yang mampu tumbuh dengan cepat meskipun dalam kondisi kekurangan cahaya dan nutrisi. Hal tersebut juga dikarenakan jenis fitoplankton ini mempunyai kemampuan beradaptasi yang baik, sehingga mampu beregenerasi dan bereproduksi dalam jumlah yang lebih besar dibanding jenis fitoplankton lain sehingga menyebabkan kelimpahannya tinggi.

Genus yang paling sering ditemukan dan paling banyak pada pagi, siang dan sore hari di setiap stasiun adalah genus *Chlorella sp.*, yang termasuk dalam kelas *Chlorophyceae*. *Chlorella sp.* merupakan jenis fitoplankton yang sering dijumpai di perairan laut maupun tawar dan mempunyai ciri-ciri yaitu memiliki warna hijau dan dapat berkembangbiak secara cepat ada permukaan dan tengah perairan. Hal ini diperkuat oleh Setyowati *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa *Chlorella* mudah dikenali dengan selnya yang berwarna hijau dan berkoloni, *Chlorella* merupakan alga hijau bersel satu berbentuk bulat atau bulat telur dengan diameter 3-8 μm yang memiliki kloroplas berbentuk cangkir.

Struktur Komunitas Fitoplankton

Berdasarkan hasil yang telah ditemukan, bahwa indeks keanekaragaman di Waduk Jatibarang pada pagi hari tertinggi di stasiun 1 yaitu 2,894, sedangkan indeks keanekaragaman terendah berada pada stasiun 2 yaitu 2,339. Indeks keanekaragaman pada siang hari tertinggi di stasiun 1 yaitu 2,952, sedangkan indeks keanekaragaman terendah di stasiun 4 yaitu 2,782. Indeks keanekaragaman pada sore hari tertinggi di stasiun 2 yaitu 2,832, sedangkan indeks keanekaragaman terendah berada pada stasiun 1 yaitu 2,543. Hasil tersebut menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman di Waduk Jatibarang saat pagi hari, siang hari dan sore hari dikategorikan sebagai keanekaragaman sedang. Hal ini bisa dikatakan sedang karena nilai indeks keanekaragaman sedang adalah $H' < 2,3026$. Tinggi rendahnya keanekaragaman fitoplankton dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitar. Hal ini diperkuat oleh Wijaya *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa indeks keanekaragaman fitoplankton dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kondisi lingkungannya yang baik maka keanekaragaman jenisnya semakin tinggi.

Indeks keseragaman di Waduk Jatibarang pada pagi hari tertinggi di stasiun 3 yaitu 0,612, sedangkan indeks keseragaman terendah berada pada stasiun 2 yaitu 0,478. Indeks keseragaman pada siang hari tertinggi di stasiun 1 yaitu 0,588, sedangkan indeks keseragaman terendah di stasiun 2 yaitu 0,566. Pada sore hari indeks keseragaman tertinggi berada pada stasiun 4 yaitu 0,613, dan indeks keanekaragaman terendah berada pada stasiun 3 yaitu 0,566. Hasil tersebut menunjukkan bahwa indeks keseragaman di Waduk Jatibarang saat pagi hari, siang hari dan sore hari memiliki sebaran individu antar jenis yang merata. Hal tersebut karena hasil indeks keseragamannya $e \approx 1$. Hal ini diperkuat oleh Katili dan Kasim (2022) yang menyatakan bahwa nilai indeks keseragaman berkisar antara 0-1. Semakin kecil nilai E menunjukkan semakin kecil pula keseragaman populasi fitoplankton, artinya penyebaran jumlah individu tiap genus tidak sama dan ada kecenderungan bahwa suatu genus mendominasi populasi tersebut. Sebaliknya semakin besar nilai E, maka populasi menunjukkan keseragaman, yaitu bahwa jumlah individu setiap genus dapat dikatakan sama atau tidak jauh berbeda. Menurut Odum (1993), Indeks keseragaman yang rendah menunjukkan persebaran individu yang tidak merata, sehingga terjadi persaingan dalam memanfaatkan nutrisi seperti nitrat dan ortofosfat yang tersedia di perairan. Indeks keanekaragaman rendah, maka nilai keseragaman rendah.

Indeks dominansi di Waduk Jatibarang pada pagi hari tertinggi di stasiun 2 yaitu 0,136, sedangkan indeks dominansi terendah di stasiun 1 yaitu 0,067. Indeks dominansi pada siang hari tertinggi di stasiun 2 yaitu 0,073, sedangkan indeks dominansi terendah berada pada stasiun 1 yaitu 0,065. Pada sore hari indeks tertinggi berada pada stasiun 3 yaitu 0,100, sedangkan indeks dominansi terendah berada pada stasiun 2 yaitu 0,070. Hasil tersebut menunjukkan bahwa indeks dominansi Waduk Jatibarang saat pagi hari, siang hari dan sore hari dikategorikan sebagai dominansi yang rendah. Dominansi yang rendah dapat diartikan sebagai tidak adanya jenis fitoplankton yang mendominasi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa perairan Waduk Jatibarang dalam kondisi baik tanpa adanya tekanan dari jenis fitoplankton tertentu. Hal ini diperkuat oleh Adrizal *et al.* (2022), bahwa indeks dominansi yang mendekati 0 menunjukkan tidak adanya dominansi spesies tertentu dalam komunitas tersebut, sedangkan jika indeks dominansinya mendekati 1 menunjukkan adanya spesies yang dominan. Indeks dominansi yang di dapatkan pada penelitian ini memiliki nilai yang mendekati 0, hal ini berarti semakin rendah keseragaman suatu populasi, maka tidak terdapat kecenderungan suatu spesies mendominasi populasi tersebut.

Hubungan antara Nitrat dan Ortofosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan persamaan regresi linier berganda diketahui bahwa nitrat (X1) mempunyai pengaruh positif (+) dan ortofosfat (X2) berpengaruh negatif (-) terhadap kelimpahan fitoplankton. Hal tersebut berarti bahwa setiap peningkatan nitrat akan meningkatkan kelimpahan fitoplankton, sedangkan analisa ortofosfat bertanda negatif artinya bahwa ortofosfat sangat membatasi pertumbuhan fitoplankton, dimana semakin tinggi kekurangan dari pada ortofosfat maka akan membatasi pertumbuhan fitoplankton karena ortofosfat merupakan sumber energi dalam proses metabolisme yaitu pembentukan ATP dan ADP. Hal ini diperkuat oleh Mustofa (2015) yang menyatakan bahwa unsur N dan P sering dijadikan sebagai faktor pembatas di dalam suatu perairan karena kedua unsur ini dibutuhkan oleh fitoplankton dalam jumlah yang besar, namun bila kedua unsur tersebut ketersediaannya di habitat bersangkutan di bawah kebutuhan minimum, akibatnya pertumbuhan fitoplankton akan terganggu atau populasinya akan menurun.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh di analisis regresi linier berganda, nilai koefisien korelasi (r) hubungan nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan fitoplankton sebesar 0,376 sehingga berkorelasi lemah. Hasil koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,141. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh kandungan nitrat dan ortofosfat sebesar 14,1%. Sisanya sebesar 85,9% dipengaruhi oleh faktor lain seperti faktor fisika, kimia dan biologi pada perairan. Hal ini diperkuat oleh Tungka *et al.*, (2016) bahwa faktor fisika dan kimia mempengaruhi kelimpahan fitoplankton selain nitrat dan fosfat adalah temperatur, oksigen terlarut dan lainnya. Kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan selalu berkaitan erat dengan kondisi di sekitar lingkungan perairan tersebut.

Status Kesuburan Perairan Waduk Jatibarang

Berdasarkan perhitungan TSI perairan Waduk Jatibarang didasarkan pada hasil pengukuran kecerahan perairan, kandungan fosfor dan kandungan klorofil-*a*, nilai TSI pada semua stasiun yang telah diamati menunjukkan bahwa nilai TSI berkisar antara 52,101-61,012. Berdasarkan stasiun, rata-rata tertinggi berada di stasiun 4 sebesar 59,167 diikuti oleh stasiun 2 yaitu sebesar 56,804, lalu pada stasiun 3 sebesar 56,118 dan stasiun 1 yaitu 56,056. Berdasarkan waktu, rata-rata tertinggi yaitu pada pagi hari sebesar 58,525, diikuti siang hari sebesar 57,619, lalu sore hari sebesar 54,9452. Tingginya nilai TSI dilihat berdasarkan stasiun disebabkan karena pada stasiun 4 (outlet) merupakan tempat akhir perairan sebelum terbuang keluar waduk, sehingga banyak bahan organik yang tertahan di dekat waduk. Berdasarkan waktu, pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan dengan siang hari. Tingginya nilai TSI pada pagi hari disebabkan karena pada siang hari keadaan cuaca sedikit mendung, dimana kecerahan perairan pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan pada saat siang hari. Berdasarkan uji chi kuadrat (X^2) dengan pendekatan antar stasiun dan waktu menunjukkan tidak ada pengaruh atau perbedaan yang nyata antar stasiun dan antar waktu. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai X^2 hitung yang lebih kecil dari nilai X^2 tabel dimana nilai X^2 hitung pada TSI adalah 0,352 dan nilai X^2 tabel adalah 16,811, berarti secara statistik TSI relatif homogen antar stasiun dan antar waktu. Nilai TSI pada masing-masing stasiun lokasi menunjukkan nilai yang tidak terlalu ada perbedaan yang signifikan, secara umum perairan Waduk Jatibarang termasuk kedalam kondisi perairan eutrofik. Eutrofikasi tersebut diduga disebabkan oleh tingginya masukan total P yang berasal dari limbah masyarakat sekitar. Tingkat trofik yang demikian masih mendukung kehidupan organisme air. Hal ini terbukti dari banyaknya ikan yang hidup dan banyaknya kegiatan memancing ikan yang dilakukan oleh masyarakat di pinggir waduk. Hal ini diperkuat oleh Ramadansur dan Dinata (2021) yang menyatakan bahwa limbah rumah tangga diduga berperan besar dalam menyebabkan eutrofikasi, pembudidayaan ikan, kegiatan rumah tangga seperti mencuci, bertani, dan lain sebagainya berdampak besar terhadap meningkatnya eutrofikasi perairan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan hasil penelitian di Waduk Jatibarang adalah sebagai berikut, kandungan nitrat pada pagi hari berkisar antara 0,1 – 0,3 mg/L, siang hari berkisar antara 0,2 – 0,5 mg/L dan sore hari berkisar antara 0,2 – 0,4 mg/L. Kandungan ortofosfat pada pagi hari berkisar antara 0,17 – 0,72 mg/L, siang hari berkisar antara 0,26 – 0,57 mg/L dan sore hari berkisar antara 0,12 – 0,34 mg/L. Kelimpahan fitoplankton pada pagi hari berkisar antara 47.727-86.545 ind/L, siang hari berkisar antara 56.636-85.909 ind/L, dan sore hari berkisar antara 47.091-62.364 ind/L, sedangkan struktur komunitas fitoplankton di Waduk Jatibarang memiliki indeks keanekaragaman sedang, indeks keseragaman antar jenis merata dan indeks dominansi di Waduk Jatibarang tidak terdapat genus yang mendominasi. Pengaruh kandungan nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan fitoplankton menunjukkan korelasi yang lemah dengan nilai r sebesar 0,367. Status kesuburan perairan di Waduk Jatibarang berdasarkan perhitungan *Trophic State Index* (TSI) adalah eutrofik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkenan memberikan arahan, bimbingan, kritik dan saran dalam penyusunan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrizal, T., S.H. Siregar dan I. Nurrachmi. 2022. *Phytoplankton Community Structure in Carocok Tarusan Beach Pesisir Selatan Regency West Sumatra Province*. Journal of Coastal and Ocean Sciences. 3(2) : 111 – 118.
- Ahmed, A., R. Madhusoodhanan, T. Yamamoto, L. Fernandes, T. Al-Said, M. Nithyanandan, F. Thuslim, W. Al-Zakri dan F. Al-Yamani. 2022. *Analysis of Phytoplankton Variations and Community Structure in Kuwait Bay, Northwestern Arabian Gulf*. Journal of Sea Research. 102163.
- Aida, S.N. dan A.D. Utomo. 2016. Tingkat Kesuburan Perairan Waduk Kedung Ombo di Jawa Tengah. BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap. 4 (1) : 56 – 66.
- APHA. 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th edition. American Public Health Association. Washington DC. 527p
- Bao, L., J. Chen, H. Tong, J. Qian dan X. Li. 2022. *Phytoplankton dynamics and implications for eutrophication management in an urban river with a series of rubber dams*. Journal of Environmental Management. 311: 114865.
- Faizin, K. A., Rudiyaniti, S. dan Anggoro, S. 2018. Profil Status Kesuburan Perairan Secara Vertikal di Waduk Jatibarang, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(2) : 197 – 206.
- Jati, O. E., A. Rahman dan K. Prakoso. 2022. Kelimpahan dan Distribusi Fitoplankton di Wilayah Perairan Mangrove Morosari, Demak. Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan. 8 (1) : 58 – 65.

- Katili, V. R. dan M. Kasim. 2022. Struktur Komunitas Plankton di Perairan Pantai Tanjung Kasuari, Kecamatan Sorong Barat, Kota Sorong. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*. 3(2) : 222 – 228.
- Kharbush, J. J., D. J. Smith, M. Powers, H. A. Vanderploeg, D. Fanslow, R. S. Robinson, G. J. Dick dan A. Pearson. 2019. *Chlorophyll nitrogen isotope values track shifts between cyanobacteria and eukaryotic algae in a natural phytoplankton community in Lake Erie*. *Organic geochemistry*. 128 : 71 – 77.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. Gramedia Pustaka Raya. Jakarta.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Toronto
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press, UGM. Yogyakarta.
- Prasad, A. G. D. dan P. Siddaraju. 2012. *Carlson's Trophic State Index for the assessment of trophic status of two Lakes in Mandya district*. *Advances in Applied Science Research*. 5:2992-2996.
- Putrisia, A. V., C. Ain dan A. Rahman. 2022. Analisa Produktivitas Primer Sebagai Upaya Pengelolaan Kualitas Air di Waduk Jatibarang, Semarang. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 18 (1) : 1 – 9.
- Ramadansur, R. dan M. Dinata. 2021. Kemelimpahan Fitoplankton Sebagai Bioindikator Dan Status Trofik di Aliran Sungai Siak Pekanbaru. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*. 8 (1) : 57 – 70.
- Rasina, A. S., B. Sasmito dan A. P. Wijaya. 2016. Pengaplikasian Penginderaan Jauh dan SIG Untuk Pemantauan Aliran Permukaan Dalam Pengendalian Pendangkalan Waduk Jatibarang. *Jurnal Geodesi Undip*. 5(1) : 28 – 40.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang. 166 hlm.
- Setyowati, D., D. R. U. S. Rahayu dan A. S. Piranti. 2021. Struktur Komunitas Fitoplanton di Waduk Cacaban Kabupaten Tegal. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. 3 : 163 – 175.
- Siregar, L. L., S. Hutabarat dan M. R. Muskananfolo. 2014. Distribusi fitoplankton berdasarkan waktu dan kedalaman yang berbeda di Perairan Pulau Menjangan Kecil Karimunjawa. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 3 (4) : 9 – 14.
- Tungka, A. W., Haeruddin dan C. Ain. 2016. Konsentrasi Nitrat Dan Ortofosfat Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Dan Kaitannya Dengan Kelimpahan Fitoplankton Harmful Alga Blooms (HABs). *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 12(1) : 40 – 46.
- Turhan, N. S. 2020. *Karl Pearson's Chi-square Tests*. *Educational Research and Reviews*. 15 (9) : 575 – 580.
- Wijaya, N. I., A. K. A. Sari dan M. Mahmiah. 2022. Pengaruh Konsentrasi Fosfat dan Nitrat terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Mangrove Gunung Anyar, Surabaya. *Jurnal Pertanian Terpadu*. 10 (1): 64 – 77.