

ARTIKEL

PERBANDINGAN SPASIO-TEMPORAL KESEIMBANGAN LINGKUNGAN PLANKTON DI EMBUNG DAERAH BANTUL YOGYAKARTA

[*Spatio-Temporal Comparison of Planktonic Environmental Balance in Artificial Basin at Bantul District Yogyakarta*]

Sudarsono*, Ratnawati, Budiwati dan Annisa Latifa

Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan keseimbangan lingkungan dilihat dari komposisi jenis plankton, produktivitas primer, kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks saprobik di Embung Potorono dan Embung Imogiri pada April dan Oktober 2021. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2021 sampai Juli 2022. Desain penelitian ini adalah deskriptif eksploratif. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 stasiun dengan 5 pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas perairan di keempat lokasi dan waktu termasuk dalam kategori tercemar ringan. Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April 2021 adalah kedalaman air, curah hujan, dan suhu air yang tinggi. Curah hujan memiliki hubungan yang tidak signifikan dengan kelimpahan jenis yang tinggi namun melalui COD dapat dilihat adanya hubungan yang signifikan antara COD dengan kelimpahan jenis. Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri pada Oktober 2021 adalah bahan organik, nitrat, DO, kekeruhan air dan magnesium yang cukup tinggi. Intensitas cahaya memiliki hubungan yang tidak signifikan dengan indeks dominansi fitoplankton namun nitrat, DO dan kekeruhan air memiliki hubungan yang signifikan dengan indeks dominansi fitoplankton. Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Potorono pada Oktober 2021 adalah intensitas cahaya, BOD, COD, kalium dan fosfat. DO berpengaruh terhadap indeks keanekaragaman zooplankton yang dapat dilihat dari hubungan yang signifikan antara DO dengan indeks dominansi zooplankton.

Kata Kunci: embung, plankton, lokasi dan waktu, kualitas air

Diterima: 8 Maret 2023; **Diperbaiki:** 20 April 2023; **Disetujui:** 28 November 2023

***Penulis untuk Korespondensi:** e-mail – sudarsono@uny.ac.id

ABSTRACT

This experiment aimed to compare the environmental balance seen from the composition of plankton species, primary productivity, abundance, diversity index, dominance index, and saprobic index in Imogiri and Potorono artificial basin at April and October 2021. This experiment was conducted from April 2021 to July 2022. The design of this experiment was descriptive exploratory. Sampling was carried out at 5 stations with 5 repetitions. The results showed that water quality at all four locations and times was included in the lightly polluted category. Parameters that contribute to water quality in Imogiri and Potorono artificial basin in April 2021 are high water depth, rainfall and water temperature. Rainfall has an insignificant relationship with high species abundance, but through COD it can be seen that there is a significant relationship between COD and species abundance. Parameters that contribute to water quality in Imogiri artificial basin in October 2021 are fairly high organic matter, nitrate, DO, water turbidity, and magnesium. Light intensity has an insignificant relationship with the phytoplankton dominance index but nitrate, DO and water turbidity have a significant relationship with the phytoplankton dominance index. The parameters that contribute to water quality in Potorono artificial basin in October 2021 are light intensity, BOD, COD, potassium and phosphate. DO influences the zooplankton diversity index which can be seen from the significant relationship between DO and the zooplankton dominance index.

Keywords: *artificial basin, plankton, location and time, water quality*

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini, beberapa daerah di Daerah Istimewa Yogyakarta banyak dibangun embung, seperti Bantul dan sekitarnya. Embung yang sudah dibangun ada yang masih baru dan ada juga yang sudah lama. Selain itu, pada pembangunan embung ada yang menggunakan terpal dan ada juga yang menggunakan semen. Adapun dampak dari pembangunan embung dengan cara dan waktu yang berbeda dapat menimbulkan dampak ekosistem yang berbeda pula. Dalam penelitian ini adanya dampak ekosistem perairan pada embung yang baru dibangun dan sudah lama dibangun, dapat dicontohkan pada Embung Potorono dan Embung Imogiri yang berada di daerah Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Embung Potorono merupakan embung yang terletak di Desa Potorono, Banguntapan, Bantul. Embung tersebut mulai dibangun pada tahun 2017 melalui program Telaga Desa. Embung Potorono memiliki luas 4800 m² yang dibangun di atas lahan wanadesa seluas 30.000 m². Pembangunan Embung Potorono secara khusus digunakan untuk menampung luapan air hujan dari Sungai Mruwe dan Tambak Baya yang ada di dekatnya (Nurkukuh, 2018). Embung Imogiri merupakan embung yang terletak di Desa Wukirsari, Imogiri, Bantul. Embung Imogiri mulai dibangun pada tahun 2020 dengan luas genangan 2500 m². Adapun manfaat dibangunnya Embung Imogiri yaitu untuk retensi banjir, karena pada musim hujan air sungai Celeng sering meluap dan diharapkan air yang tertampung di embung tidak meluap ke area sekitar embung dan jalan raya. Dengan adanya Embung Imogiri juga diharapkan dapat bermanfaat sebagai konservasi lahan dan konservasi air, sehingga permukaan air tanah di sekitarnya menjadi naik dan bermanfaat untuk masyarakat. Selain itu, bisa menjadi lokasi wisata baru sehingga mampu membantu meningkatkan perekonomian warga sekitar (Supriyanto, 2020).

Dilihat dari tahun pembuatannya, Embung Potorono termasuk salah satu ekosistem lama sedangkan pada Embung Imogiri termasuk ke dalam ekosistem baru. Adanya perbedaan dalam tahun pembuatan di kedua Embung tersebut, dimungkinkan dapat menyebabkan perbedaan keseimbangan lingkungan yang dapat dilihat dari produktivitas primer, kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan indeks saprobik. Salah satu organisme yang hidup di ekosistem perairan dan sangat berpengaruh terhadap kondisi lingkungan adalah plankton. Hal tersebut menurut Acevedo-Trejos *et al.*, (2015), plankton merupakan salah satu komponen mayor dari struktur trofik pembentuk jaring-jaring makanan yang berperan penting dalam keseimbangan ekosistem perairan. Salah satu jenis plankton yaitu fitoplankton merespon terhadap perubahan cahaya atau nutrisi pada sedimen yang

terbawa ke perairan. Oleh karena itu, respon plankton terhadap perairan dapat dijadikan sebagai indikator terhadap perubahan kualitas air di perairan (Hertika *et al.*, 2021).

Indonesia merupakan salah satu negara tropis di dunia yang hanya memiliki 2 musim saja, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Musim penghujan terjadi pada bulan Oktober hingga Maret, sedangkan musim kemarau biasanya berlangsung pada bulan April hingga September (Wahyudi *et al.*, 2021). Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kelimpahan plankton di perairan adalah musim. Perubahan musim mengakibatkan perubahan parameter fisika dan kimia perairan yang mempengaruhi distribusi dan komposisi biota perairan (Sharma, 2015).

Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh perbedaan musim terhadap kualitas air di Embung Imogiri dan Embung Potorono yang dikelompokkan secara spasial dan temporal. Dengan diketahuinya kualitas air di kedua embung harapannya dapat dilakukan langkah-langkah antisipatif dalam pengelolaan embung sehingga tidak terjadi *blooming* yang akan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan di kedua embung.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian, Pengambilan, dan Preservasi Sampel di Lapangan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2021 sampai Juli 2022. Jenis penelitian ini adalah deskriptif eksploratif dengan metode *purposive sampling*. Pengambilan sampel plankton, pengambilan sampel air, pengukuran faktor fisik (intensitas cahaya matahari, suhu air, kedalaman air, serta kekeruhan air) dan pengukuran faktor kimia (pH) dilakukan di Embung Potorono dan Embung Imogiri, Daerah Istimewa Yogyakarta. Data sekunder curah hujan untuk mengetahui perbedaan musim diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika DIY.

Identifikasi plankton dan analisis data komposisi jenis plankton, produktivitas primer, kelimpahan plankton, indeks keanekaragaman plankton, indeks dominansi plankton, dan indeks saprobik plankton dilakukan di *Outdoor Laboratory* Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Pengukuran sampel air untuk mengetahui faktor kimia (DO, BOD₅, COD, kalsium, kalium, magnesium, Fe, sulfat (SO₄²⁻), fosfat (PO₄), nitrat (NO₃-N), dan bahan organik dilakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit, Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi, serta Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.

Pengambilan sampel plankton dilakukan pada 5 titik pengambilan ulangan sampel di Embung Potorono dan Embung Imogiri. Sampel plankton diambil dengan menggunakan *plankton net* no.25 dengan cara *plankton net* no.25 diturunkan sampai ke bagian dasar perairan embung di stasiun yang telah ditentukan kemudian ditarik kembali dari dasar ke permukaan perairan embung. Hasil saringan yang telah diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam botol flakon dan ditambahkan 7 tetes gliserin dan alkohol dengan perbandingan 1:1. Selanjutnya sampel plankton disimpan ke dalam *ice box* yang telah diisi dengan es batu.

Pengambilan sampel air yang akan diuji dilakukan secara komposit (pencampuran air dari 5 titik pengambilan ulangan sampel). Pengambilan sampel air dilakukan dengan cara mengambil air pada 5 titik pengambilan ulangan sampel masing-masing dengan menggunakan gayung berukuran 1000 ml, kemudian menempatkannya ke dalam ember berukuran 6000 ml. Setelah air tercampur dalam ember berukuran 6000 ml, selanjutnya mengambil sampel air menggunakan jerigen air berukuran 2000 ml untuk diuji paramater lapangannya berupa DO, BOD₅, COD, kalsium, kalium, magnesium, Fe, sulfat (SO₄²⁻), fosfat (PO₄), nitrat (NO₃-N), dan bahan organik. Pengambilan sampel air ke dalam jerigen dilakukan secara perlahan-lahan dan mengisi jerigen tersebut hingga penuh sehingga tidak terdapat gelembung udara. Jerigen air berukuran 2000 ml dibungkus dengan menggunakan kertas koran sehingga tidak terdapat cahaya yang masuk.

Analisis Kualitas Air

Kualitas air ditentukan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) yang menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115/2003 menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PI_j = \frac{\sqrt{(C_i/L_{ij})^2 M + (C_i/L_{ij})^2 R}}{2}$$

Keterangan :

IP_j = indeks pencemaran bagi peruntukan j

C_i = konsentrasi parameter kualitas air i

L_{ij} = konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku peruntukan air j

M = Maksimum

R = Rerata

Nilai kualitas air IP ditentukan dari result nilai maksimum dan nilai rerata rasio konsentrasi per parameter terhadap nilai baku mutunya. Kelas indeks IP ada 4 yaitu :

Skor $0 \leq P_{ij} \leq 1,0$ Baik (*good*)

Skor $1,0 < P_{ij} \leq 5,0$ Tercemar ringan (*slightly polluted*)

Skor $5,0 < P_{ij} \leq 10$ Tercemar sedang (*fairly polluted*)

Skor $P_{ij} > 10$ Tercemar berat (*heavily olluted*)

Analisis Plankton

Produktivitas Primer

Kadar oksigen dalam larutan contoh dapat dihitung dengan persamaan :

$$DO \text{ (ppm)} = \frac{A \times N \times 8000}{V-2}$$

Keterangan :

A = ml $\text{Na}_2 \text{SO}_3$ untuk titrasi

N = Normalitas $\text{Na}_2 \text{SO}_3$

V = Volume botol BOD

2 = Faktor koreksi penambahan 1 ml Mn SO_4 dan 1 ml asida

Produktivitas Primer diukur dengan metode botol gelap terang yaitu dengan rumus berikut (Asriyana dan Yuliana, 2012)

$$FB = \frac{(O_2 \text{ dalam BT} - O_2 \text{ dalam BG}) \times 1000}{(PQ)(t)} \times 0,375$$

Keterangan:

FB = Fotosintesis Bersih ($\text{mgC}/\text{m}^3/\text{jam}$)

O₂ = Oksigen terlarut (mg/l)

BT = Botol Terang

BG = Botol Gelap

PQ = Koefisien Fotosintesis (1,2)

t = Lama inkubasi (jam)

Komposisi Jenis Plankton

Menghitung komposisi jenis plankton dilakukan dengan pengamatan sampel di bawah mikroskop, kemudian dihitung jumlahnya. Dilanjutkan dengan identifikasi plankton dengan buku Freshwater Biology yang disusun oleh Edmondson (1996), dan Illustration of The Freshwater Plankton of Japan yang disusun oleh Toshihiko Mizuno (1964).

Kelimpahan Plankton

$$N = \frac{(a \times 20 \times 1000) \times c}{L}$$

Keterangan :

N = Kerapatan plankton per liter

a = Rerata cacah plankton yang teramati dalam SR (1ml)

c = Volume hasil penyaringan plankton (ml)

L = Volume air yang disaring (liter) (Welch, 1952)

Indeks Keanekaragaman Plankton

Perhitungan indeks keanekaragaman plankton digunakan untuk mengetahui keanekaragaman plankton dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Magurran, 2004):

$$H' = - \sum p_i \ln p_i, p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman jenis

Pi = Kemelimpahan proporsional dari jenis ke-i, Pi = ni/N

ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Kisaran Indeks Keanekaragaman (H') dikategorikan sebagai berikut (Magurran, 2004):

0 < H' < 1,5 = Keanekaragaman rendah

1,5 < H' < 3,5 = Keanekaragaman sedang

H' > 3,5 = Keanekaragaman tinggi

Indeks Dominansi Plankton

Indeks dominansi digunakan untuk melihat adanya dominansi plankton jenis tertentu pada populasi. Dominansi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Odum, 1993):

$$C = \sum (P_i)^2$$

Keterangan :

C = Dominansi

Pi = Kemelimpahan proporsional dari jenis ke-i, Pi = ni/N

Menurut Latuconsina (2019) kriteria nilai indeks dominansi adalah :

0,00 < C ≤ 0,50 = Dominansi rendah

0,50 < C ≤ 0,75 = Dominansi sedang

0,75 < C ≤ 1,00 = Dominansi tinggi

Indeks Saprobik Plankton

Perhitungan untuk mengetahui tingkat saprobitas suatu perairan dapat menggunakan analisis trosap yang nilainya ditentukan dari Saprobik Indeks (SI) dan Trofik Saprobik Indeks (TSI). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Anggoro, 1988):

$$SI = \frac{1C+3D+1B-3A}{1A+1B+1C+1D}$$

Keterangan :

SI = Saprobik Indeks

A = Jumlah Spesies Organisme Polysaprobik

B = Jumlah Spesies Organisme α-Mesosaprobik

C = Jumlah Spesies Organisme β-Mesosaprobik

D = Jumlah Spesies Organisme Oligosaprobik

Trofik Saprobik Indeks (TSI):

$$TSI = \frac{1(nC)+3(nD)+(nB)-3(nA)}{1(nA)+3(nB)+(nC)+1(nD)} \times \frac{nA+nB+nC+nD+nE}{nA+nB+nC+nD}$$

Keterangan:

N = Jumlah individu organism pada setiap kelompok saprobitas

nA = Jumlah individu penyusun kelompok Polysaprobik

nB = Jumlah individu penyusun kelompok α -Mesosaprobik

nC = Jumlah individu penyusun kelompok β -Mesosaprobik

nD = Jumlah individu penyusun kelompok Oligosaprobik

nE = Jumlah individu penyusun selain A, B, C dan D

Teknik Analisis Data

Data faktor fisika, kimia, dan biologi di empat lokasi dan waktu yang meliputi Embung Imogiri pada April 2021, Embung Imogiri pada Oktober 2021, Embung Potorono pada April 2021, dan Embung Potorono pada Oktober 2021 dianalisis menggunakan analisis PCA (*Principal Component Analysis*). Hubungan antara faktor fisika-kimia dengan faktor biologi dianalisis menggunakan Uji Korelasi Pearson.

HASIL

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran faktor fisika (intensitas cahaya matahari, suhu air, kedalaman air, kekeruhan air, serta curah hujan) dan faktor kimia (pH, DO, BOD₅, COD, kalsium, kalium, magnesium, Fe, sulfat (SO₄²⁻), fosfat (PO₄), nitrat (NO₃-N), dan bahan organik di Embung Potorono dan Embung Imogiri pada awal musim kemarau yaitu April 2021 dan awal musim penghujan pada Oktober 2021. Jadi, pengukuran dilakukan pada empat lokasi dan waktu yang meliputi Embung Imogiri pada April 2021, Embung Imogiri pada Oktober 2021, Embung Potorono pada April 2021, dan Embung Potorono pada Oktober 2021. Adapun hasil pengukuran faktor fisika dan faktor kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Faktor Fisika dan Kimia di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (*Data on Physical and Chemical Factors in Artificial Basin of Imogiri and Potorono in April and October 2021*).

No	Parameter	Embung Imogiri (Artificial Basin of Imogiri)		Embung Potorono (Artificial Basin of Potorono)		Standar Baku Mutu Air Kelas 2 (PP No.22 Tahun 2021)/ Class 2 Water Quality Standard (PP No.22 of 2021)
		April 2021	Oktober 2021 (October 2021)	April 2021)	Oktober 2021 (October 2021)	
1.	Intensitas Cahaya Matahari/ <i>Sunlight</i> Intensity (Lux)	2626,27	355,28	1885,74	2798,53	-
2.	Suhu Air/ <i>Water</i> temperature (°C)	36,24	31	30,90	30,64	22 - 28
3.	Kedalaman Air/ <i>Water Depth</i> (m)	4,19	1,46	3,57	2,39	-
4.	Kekeruhan Air/ <i>Water</i> <i>turbidity</i> (m)	0,87	64,8	0,63	2,39	-
5.	Curah Hujan/ <i>Rainfall</i> (mm)	175	9	249	0	-
6.	pH	6,8 – 7,17	7 – 8	6,5 - 7	7 - 8	6 - 9
7.	DO (mg/L)	6,35	7,25	6,05	6,20	4
8.	BOD5 (mg/L)	3,15	2,95	2,85	7	3
9.	COD (mg/L)	21,90	23,75	18,60	27,25	25
10.	Kalsium/ <i>Calcium</i> (mg/L)	14,40	28,88	27,50	27,48	-
11.	Kalium/ <i>Potassium</i> (mg/L)	3,98	5,32	13,20	13,11	-
12.	Magnesium (mg/L)	8,27	16,08	12,15	11,55	-
13.	Fe (mg/L)	0,22	0,40	0,31	0,34	-
14.	Sulfat (mg/L)	8,27	35,16	23	22,27	300
15.	Fosfat (PO ₄) (mg/L)	0,11	0,24	0,73	0,47	0,2

16.	Nitrat (NO ₃ -N) (mg/L)	<0,03	<0,09	<0,03	0,01	10
17.	Bahan organic/Organic matter (mg/L)	7,75	9,66	9,11	6,51	-

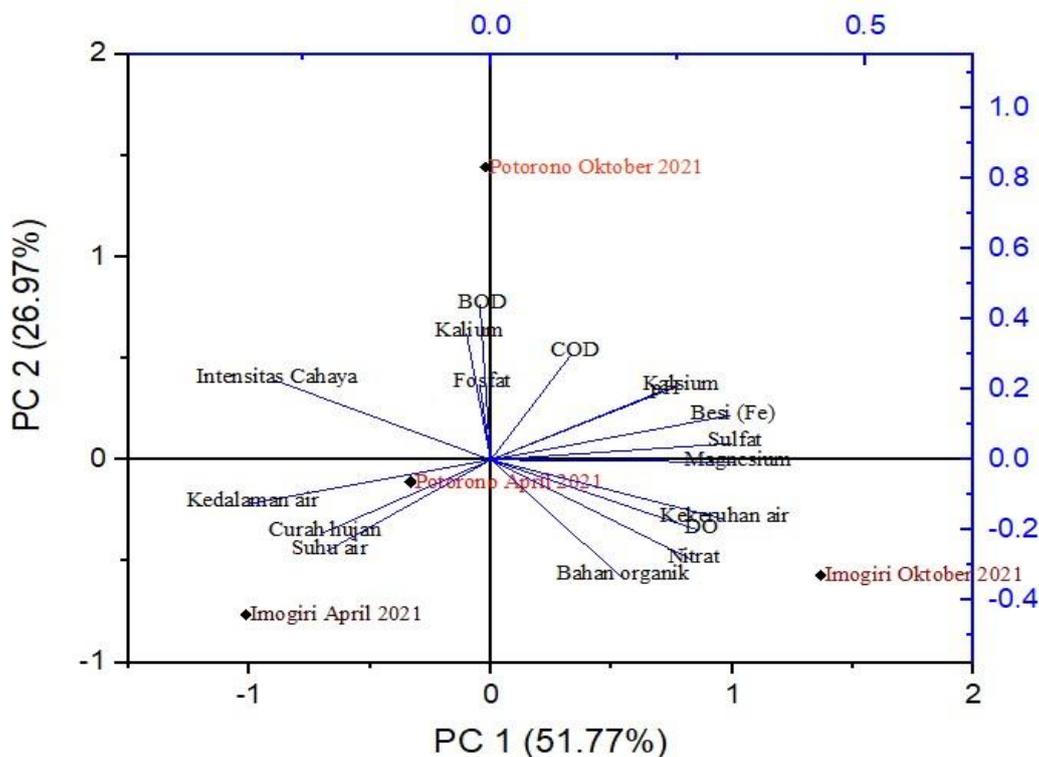
Kualitas Air

Berdasarkan fungsinya sebagai konservasi permukaan air serta sebagai sarana rekreasi atau wisata maka Embung Imogiri dan Embung Potorono termasuk ke dalam kelas II dalam standar baku mutu air berdasarkan PP No.22 Tahun 2021. Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa salah satu parameter fisika yaitu suhu air, nilainya melebihi ambang batas standar baku mutu air kelas II pada keempat lokasi dan waktu. Parameter kimia seperti pH, DO, kadar sulfat, dan nitrat pada keempat lokasi dan waktu memenuhi standar baku mutu air meskipun kadar fosfatnya cenderung tinggi. Selain itu juga diketahui bahwa kadar COD dan BOD di Embung Potorono pada Oktober 2021 cenderung tinggi hingga melebihi ambang batas standar baku mutu air. Hal tersebut diperjelas dengan nilai Indeks Pencemaran (IP) pada keempat lokasi dan waktu yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Pencemaran (IP) di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (*Pollution Index (PI) Value in Artificial Basins of Imogiri and Potorono Embong in April and October 2021*)

No	Lokasi dan Waktu (Location and Time)	Indeks Pencemaran (IP) (Pollution Index (PI))	Kategori Mutu Air (Water Quality Category)
1.	Imogiri April 2021	2.80	Tercemar ringan (Lightly contaminated)
2.	Imogiri Oktober 2021	1.88	Tercemar ringan
3.	Potorono April 2021	2.80	Tercemar ringan
4.	Potorono Oktober 2021	2.22	Tercemar ringan

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai Indeks Pencemaran (IP) keempat lokasi dan waktu termasuk dalam kategori tercemar ringan ($1,0 < IP_j \leq 5,0$). Kondisi kualitas perairan pada keempat lokasi dan waktu tersebut berkaitan dengan berbagai parameter fisika dan kimia yang kontribusinya dapat dilihat dari hasil analisis PCA (*Principal Component Analysis*). Dari hasil pengolahan menggunakan uji PCA tersebut, didapatkan pengelompokan parameter penciri (parameter fisika dan kimia) berdasarkan lokasi dan waktu yang berbeda (Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021). Adapun hasil analisis tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Biplot PCA Berbagai Parameter Fisika dan Kimia pada Lokasi dan Waktu yang Berbeda (*PCA Biplot Various Physical and Chemical Parameters at Different Locations and Times*).

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April 2021 dicirikan dengan parameter kedalaman air, curah hujan, dan suhu air yang tinggi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa curah hujan dan kedalaman air pada kedua lokasi dan waktu tersebut nilainya sangat tinggi. Selain itu, suhu tertinggi berada di Embung Imogiri pada April 2021. Meskipun demikian, di antara ketiga parameter tersebut, kedalaman air merupakan parameter yang paling menjauhi titik nol (pusat) sehingga paling berkontribusi terhadap karakteristik kedua lokasi dan waktu tersebut.

Embung Imogiri pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter bahan organik, nitrat, DO, kekeruhan air, dan magnesium yang cukup tinggi. Di antara kelima parameter tersebut, kekeruhan air merupakan parameter yang paling menjauhi titik nol (pusat) sehingga parameter tersebut yang paling berkontribusi terhadap karakteristik Embung Imogiri pada Oktober 2021.

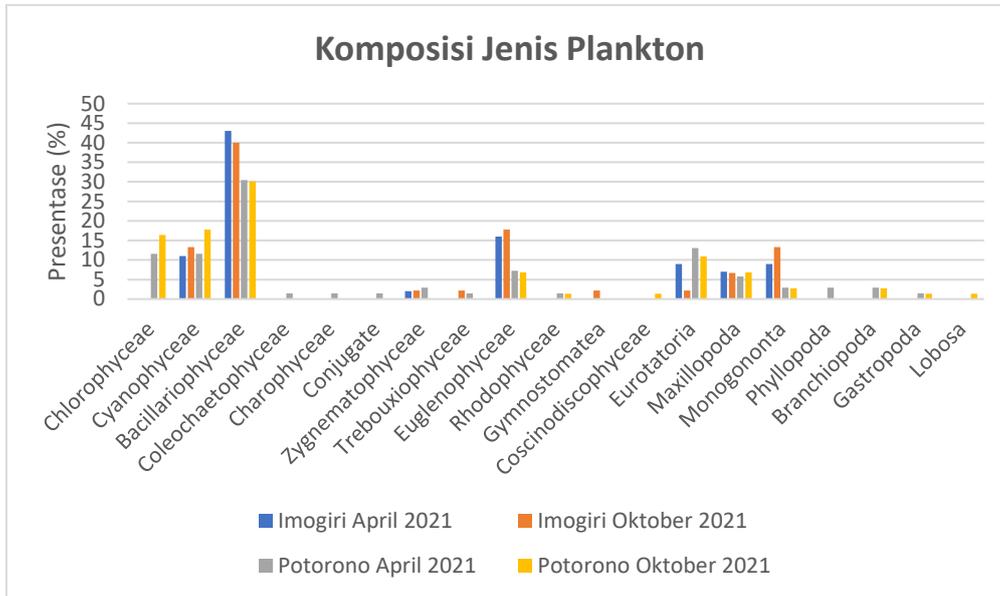
Embung Potorono pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter intensitas cahaya, BOD, COD, kalium, dan fosfat. Di antara kelima parameter tersebut, intensitas cahaya merupakan parameter yang paling menjauhi titik nol (pusat) sehingga parameter tersebut yang paling berkontribusi terhadap karakteristik Embung Potorono pada Oktober 2021. Selain itu, kadar kalium cukup tinggi sedangkan kadar fosfat merupakan parameter yang paling mendekati titik nol (pusat) sehingga kontribusinya kecil terhadap karakteristik Embung Potorono pada Oktober 2021.

Komunitas Plankton

Pengukuran faktor biologi meliputi komposisi jenis plankton, kelimpahan jenis plankton, produktivitas primer, indeks keanekaragaman plankton, indeks dominansi plankton, dan indeks saprobik plankton di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada awal musim kemarau yaitu April 2021 dan awal musim penghujan pada Oktober 2021. Jadi, pengukuran dilakukan pada empat lokasi dan waktu yang meliputi Embung Imogiri pada April 2021, Embung Imogiri pada Oktober 2021, Embung Potorono pada April 2021, dan Embung Potorono pada Oktober 2021.

Komposisi Jenis Plankton

Komposisi jenis plankton di keempat lokasi dan waktu dapat dilihat pada Gambar 2.



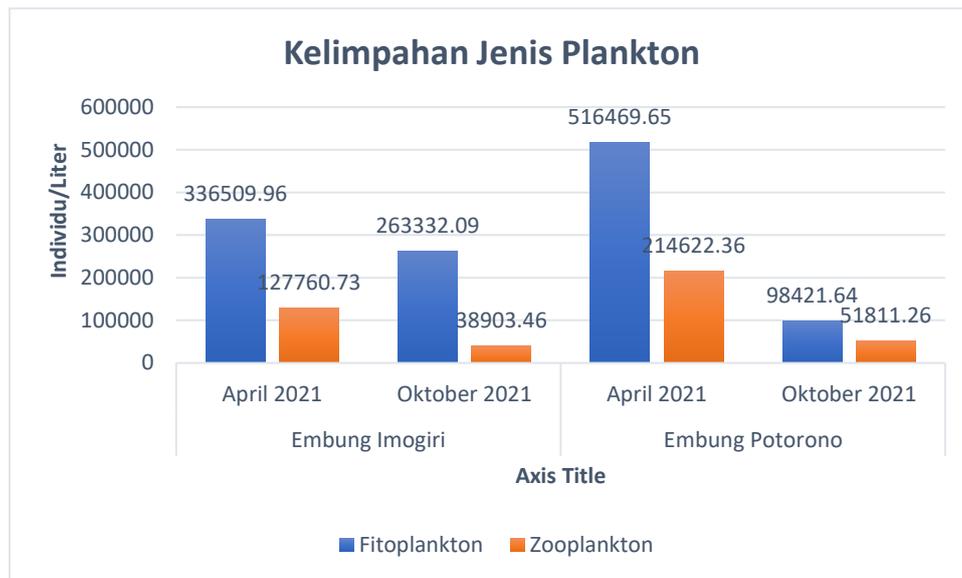
Gambar 2. Komposisi Jenis Plankton di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (*Plankton Type Composition in Artificial Basins of Imogiri and Potorono in April and October 2021*).

Gambar 2 menunjukkan jenis plankton dari kelompok fitoplankton dengan presentase paling tinggi yaitu sebesar 30% - 43% adalah jenis *Bacillariophyceae* pada keempat lokasi dan waktu dengan presentase paling tinggi sebesar 43% di Embung Imogiri pada April 2021. Selain itu juga teridentifikasi jenis lain dengan presentase yang lebih kecil seperti *Cyanophyceae* sebesar 11 - 18% dan *Euglenophyceae* sebesar 7% - 18% pada keempat lokasi dan waktu dengan presentase paling tinggi berturut-turut di Embung Potorono pada Oktober 2021 dan di Embung Imogiri pada Oktober 2021. Jenis *Chlorophyceae* hanya ditemukan di dua lokasi dan waktu yaitu di Embung Potorono pada April 2021 sebesar 12% dan Embung Potorono pada Oktober 2021 sebesar 16%. Untuk jenis-jenis lainnya seperti *Coleochaetophyceae*, *Charophyceae*, *Conjugate*, *Zygnematophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Rhodophyceae*, *Gymnostomatea*, dan *Coscinodiscophyceae*, beberapa diantaranya ditemukan di keempat lokasi dan waktu dengan presentase yang sangat kecil yaitu 0 - 3%.

Untuk kelompok plankton dari zooplankton presentase paling tinggi yaitu sebesar 13% untuk masing-masing jenis *Eurotatoria* dan *Monogononta* di dua lokasi dan waktu berturut-turut yaitu Embung Potorono pada April 2021 dan Embung Imogiri pada Oktober 2021. Jenis *Maxillopoda* ditemukan di keempat lokasi dan waktu dengan presentase 6 - 7%. Jenis-jenis lainnya seperti *Phyllopoda*, *Branchiopoda*, *Gastropoda*, dan *Lobosa*, beberapa diantaranya ditemukan di keempat lokasi dan waktu dengan presentase yang sangat kecil yaitu 0 - 3%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dilihat dari komposisi jenisnya, jenis *Bacillariophyceae* merupakan salah satu jenis dari kelompok fitoplankton yang paling banyak ditemukan di keempat lokasi dan waktu. Dari kelompok zooplankton, jenis *Eurotatoria* dan *Monogononta* merupakan dua jenis yang paling banyak ditemukan meskipun di dua lokasi dan waktu yang berbeda sedangkan jenis *Maxillopoda* dapat ditemukan di semua lokasi dan waktu meskipun presentasinya lebih kecil dari dua spesies tersebut.

Kelimpahan Jenis Plankton

Kelimpahan jenis plankton di keempat lokasi dan waktu dapat dilihat pada Gambar 3.



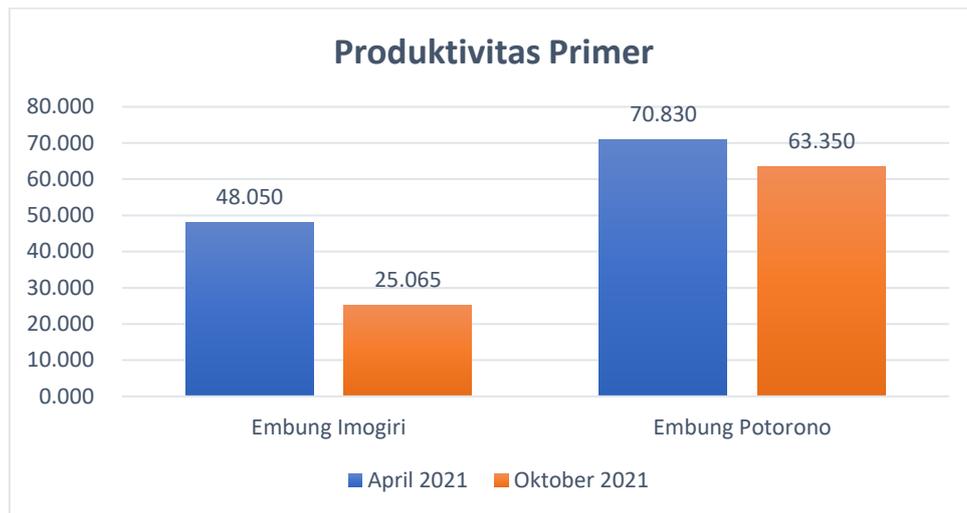
Gambar 3. Kelimpahan Jenis Plankton di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (*The abundance of Plankton Types in Artificial Basins of Imogiri and Potorono in April and October 2021*).

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kelimpahan jenis plankton tertinggi terdapat di Embung Potorono pada April 2021 baik dari kelompok fitoplankton maupun zooplankton. Hal tersebut diperjelas dari Gambar 2 bahwa banyaknya jumlah jenis yang ditemukan berbeda-beda di keempat lokasi dan waktu. Dari total 19 jenis plankton, di Embung Imogiri pada April 2021 ditemukan sejumlah 7 jenis, Embung Imogiri pada Oktober 2021 sejumlah 9 jenis, Embung Potorono pada April 2021 sejumlah 16 jenis, serta Embung Potorono pada Oktober 2021 sejumlah 12 jenis. Hal tersebut menunjukkan bahwa di Embung Potorono pada April 2021 ditemukan jenis plankton dengan jumlah paling banyak sehingga nilai kelimpahan jenisnya paling tinggi.

Apabila dilihat dari masing-masing kelompok fitoplankton dan zooplankton, maka banyaknya jenis dengan komposisi masing-masing yang beragam juga ditemukan berbeda-beda di keempat lokasi dan waktu. di Embung Imogiri pada April 2021 ditemukan fitoplankton sejumlah 4 jenis dan zooplankton 3 jenis, Embung Imogiri pada Oktober 2021 fitoplankton sejumlah 6 jenis dan zooplankton 3 jenis, Embung Potorono pada April 2021 fitoplankton sejumlah 10 jenis dan zooplankton 6 jenis, serta Embung Potorono pada Oktober 2021 fitoplankton sejumlah 6 jenis dan zooplankton 6 jenis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jenis fitoplankton lebih banyak ditemukan daripada zooplankton dengan banyaknya jenis tertinggi di antara keempat lokasi dan waktu adalah di Embung Potorono pada April 2021. Untuk kelompok zooplankton, jenisnya lebih banyak di Embung Potorono daripada Embung Imogiri dengan jumlah tertinggi di Embung Potorono pada April 2021. Meskipun dalam satu embung banyaknya jenis sama akan tetapi jumlah individu pada setiap jenisnya berbeda sehingga pada Gambar 3 menunjukkan jumlah individu zooplankton yang berbeda-beda di keempat lokasi dan waktu. Hal tersebut juga berlaku pada kelompok fitoplankton dengan banyaknya jenis yang sama, lebih besar atau lebih kecil.

Produktivitas Primer

Produktivitas primer di keempat lokasi dan waktu dapat dilihat pada Gambar 4.

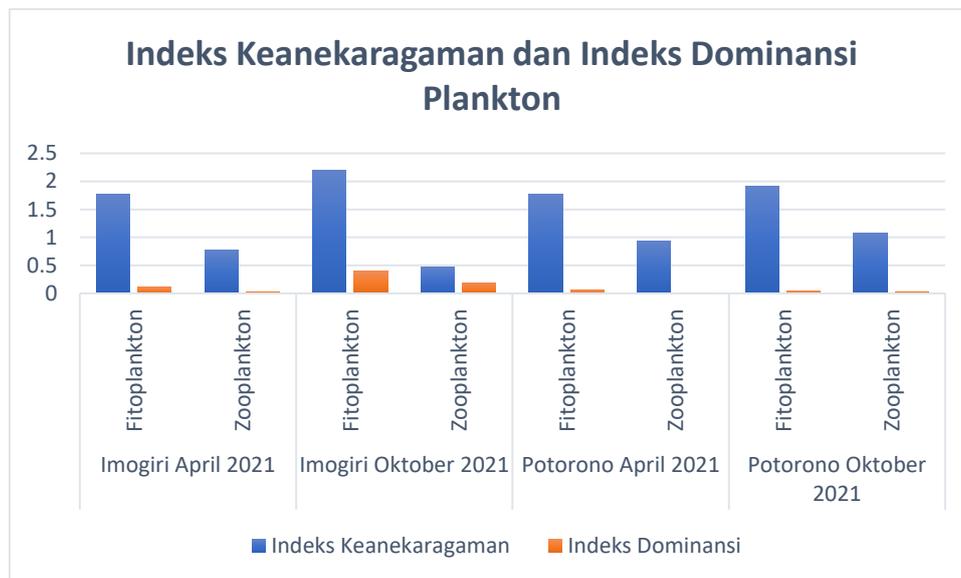


Gambar 4. Nilai Produktivitas Primer di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (*Value of Primary Productivity in Artificial Basins of Imogiri and Potorono in April and October 2021*)

Produktivitas primer menggambarkan laju fiksasi karbon di dalam perairan atau derajat penyimpanan energi matahari dalam bentuk bahan organik yang merupakan hasil fotosintesis dan kemosintesis dari produsen primer, yang dalam hal ini produsen primernya adalah fitoplankton. Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai produktivitas primer tertinggi ditemukan di Embung Potorono pada April 2021. Hasil tersebut sejalan dengan kelimpahan jenis fitoplankton yang nilainya paling tinggi pada lokasi dan waktu tersebut (Gambar 3). Hal tersebut juga berlaku di dua lokasi lainnya yaitu di Embung Imogiri pada April dan Oktober 2021 akan tetapi tidak berlaku di Embung Potorono pada Oktober 2021 yang nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan Embung Imogiri pada April dan Oktober 2021. Hal tersebut berkaitan dengan kapasitas dan intensitas aktivitas fotosintesis yang berbeda yang juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan (faktor fisika dan kimia).

Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Plankton

Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi plankton di keempat lokasi dan waktu dapat dilihat pada Gambar 5.



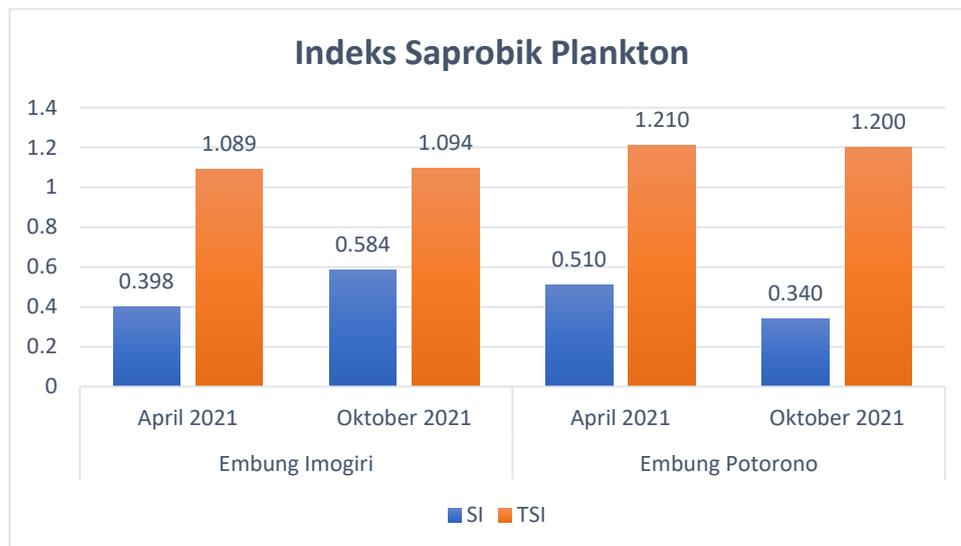
Gambar 5. Nilai Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Plankton di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (*Value of Diversity Index and Plankton Dominance Index in Artificial Basins of Imogiri and Potorono in April and October 2021*).

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') fitoplankton di keempat lokasi dan waktu menunjukkan kategori keanekaragaman sedang karena nilainya $1,5 < H' < 3,5$. Nilai keanekaragaman fitoplankton di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada Oktober 2021 yang merupakan awal musim penghujan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan April 2021 yang merupakan awal musim kemarau. Meskipun perbedaan yang ditunjukkan tidak jauh berbeda, akan tetapi hal ini mengindikasikan adanya pengaruh antara musim terhadap keanekaragaman fitoplankton. Berbeda dengan fitoplankton, indeks keanekaragaman zooplankton di keempat lokasi dan waktu menunjukkan kategori keanekaragaman rendah karena nilainya $0 < H' < 1,5$. Indeks keanekaragaman zooplankton di Embung Potorono lebih tinggi daripada di Embung Imogiri dengan nilai tertinggi pada Oktober 2021.

Nilai indeks dominansi (C) fitoplankton di keempat lokasi dan waktu menunjukkan kategori rendah karena nilainya berada dalam kisaran $0,00 < C \leq 0,50$. Meskipun demikian, nilai indeks dominansi di Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 yaitu sebesar 0,06 dan 0,05 dikategorikan lebih rendah dibandingkan dengan Embung Imogiri pada April dan Oktober 2021 dengan nilai 0,12 dan 0,40 karena nilainya lebih mendekati 0. Nilai indeks dominansi (C) zooplankton di keempat lokasi dan waktu yaitu 0,01 – 0,20 menunjukkan kategori rendah karena nilainya berada dalam kisaran $0,00 < C \leq 0,50$. Meskipun demikian, nilai indeks dominansi zooplankton di Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 yaitu sebesar 0,01 dan 0,02 dikategorikan lebih rendah dibandingkan dengan Embung Imogiri pada April dan Oktober 2021 dengan nilai 0,02 dan 0,20 karena nilainya lebih mendekati 0.

Indeks Saprobik Plankton

Nilai SI dan TSI plankton di keempat lokasi dan waktu dapat dilihat pada Gambar 6.

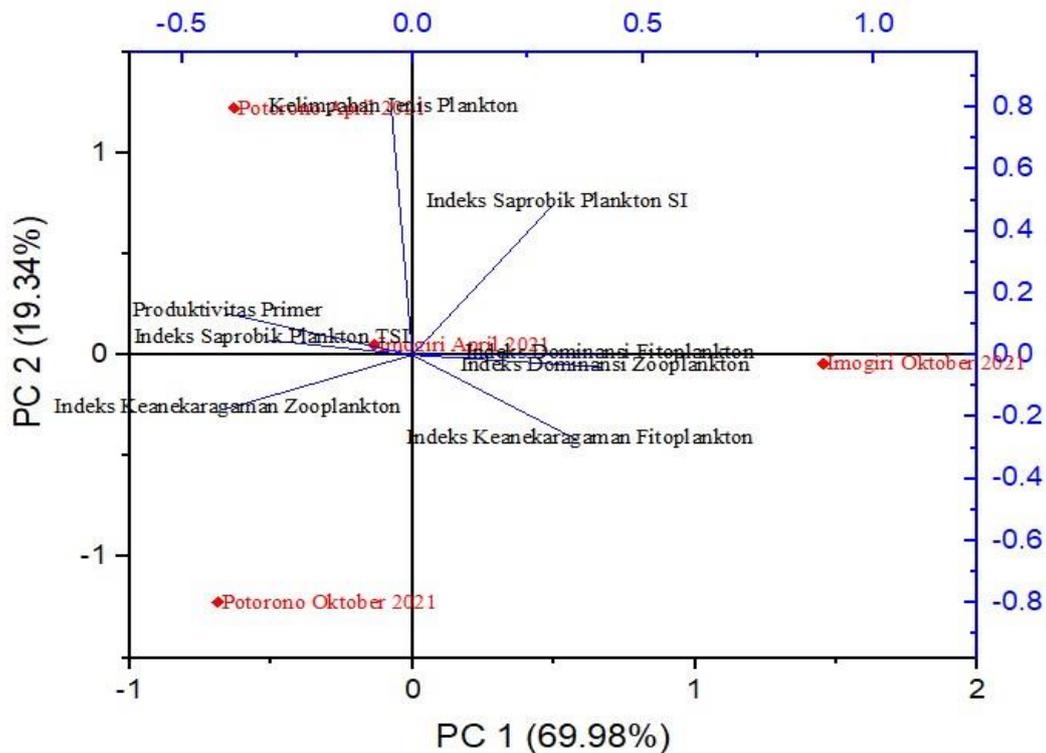


Gambar 6. Nilai SI dan TSI di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (*SI and TSI values in Artificial Basins of Imogiri and Potorono in April and October 2021*).

Saprobic Index (SI) menggambarkan derajat pencemaran yang terjadi di dalam perairan dan ditunjukkan banyaknya jasad renik indikator pencemaran, sedangkan *Trophic Saprobic Index* (TSI) digunakan untuk mengevaluasi parameter penyubur. Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa nilai SI dan TSI di keempat lokasi dan waktu berada dalam kisaran 0,5 sampai dengan 1,5 sehingga tergolong dalam kelompok β -mesosaprobik yang berarti bahwa kondisi perairan tersebut tercemar ringan. Pada April 2021, nilai SI dan TSI di Embung Potorono yaitu 0,51 dan 1,21 lebih tinggi daripada Embung Imogiri dengan nilai 0,39 dan 1,08. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan di Embung Imogiri lebih tercemar dibandingkan Embung Potorono pada April 2021. Pada Oktober 2021, nilai SI di Embung Potorono sebesar 0,34 lebih rendah daripada Embung Imogiri sebesar 0,58 yang menunjukkan bahwa tingkat pencemaran pada Embung Potorono lebih tinggi dibandingkan dengan Embung Imogiri.

Hasil Analisis PCA Faktor Biologi

Kondisi kualitas perairan pada keempat lokasi dan waktu tersebut selain berkaitan dengan berbagai parameter fisika dan kimia juga berkaitan dengan parameter biologi yang kontribusinya dapat dilihat dari hasil analisis PCA (*Principal Component Analysis*). Dari hasil pengolahan menggunakan uji PCA tersebut, didapatkan pengelompokan parameter penciri (parameter biologi) berdasarkan lokasi dan waktu yang berbeda (Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021). Adapun hasil analisis tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Biplot PCA Berbagai Parameter Biologi pada Lokasi dan Waktu yang Berbeda (*PCA Biplot Various Biological Parameters at Different Locations and Times*).

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April 2021 dicirikan dengan parameter kelimpahan jenis plankton, produktivitas primer, dan indeks saprobik TSI yang tinggi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3, 4, dan 6 bahwa ketiga parameter pada kedua lokasi dan waktu tersebut nilainya sangat tinggi dengan nilai di Embung Potorono lebih tinggi daripada Embung Imogiri. Meskipun demikian, di antara ketiga parameter tersebut, kelimpahan jenis plankton merupakan parameter yang paling menjauhi titik nol (pusat) sehingga paling berkontribusi terhadap karakteristik kedua lokasi dan waktu tersebut.

Embung Imogiri pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter indeks keaneekaragaman fitoplankton dan indeks saprobik SI yang tinggi serta indeks dominansi fitoplankton dan indeks dominansi zooplankton yang rendah. Di antara keempat parameter tersebut, indeks dominansi fitoplankton merupakan parameter yang paling menjauhi titik nol (pusat) sehingga parameter tersebut yang paling berkontribusi terhadap karakteristik Embung Imogiri pada Oktober 2021.

Embung Potorono pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter indeks keaneekaragaman zooplankton yang tinggi. Indeks keaneekaragaman zooplankton merupakan satu-satunya parameter yang paling menjauhi titik nol (pusat) di lokasi dan waktu tersebut sehingga parameter tersebut yang paling berkontribusi terhadap karakteristik Embung Potorono pada Oktober 2021.

Korelasi Faktor Fisika-Kimia dengan Faktor Biologi

Keterkaitan antara faktor fisika-kimia dengan faktor biologi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Korelasi Faktor Fisika-Kimia dengan Faktor Biologi di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April dan Oktober 2021 (Keterangan: * signifikan pada α : 0,05)/ *Results of Correlation Analysis of Physico-Chemical Factors with Biological Factors in Artificial Basins of Imogiri and Potorono in April and October 2021 (Remarks: * significant at α : 0.05).*

		Produktivitas Primer (Primary Productivity)	Kelimpahan Jenis Plankton (Abundance of Plankton Types)	Indeks Keanekaragaman Fitoplankton (Phytoplankton Diversity Index)	Indeks Keanekaragaman Zooplankton (Zooplankton Diversity Index)	Indeks Dominansi Fitoplankton (Phytoplankton Dominance Index)	Indeks Dominansi Zooplankton (Zooplankton Dominance Index)	Indeks Saprobik Plankton SI (Saprobik Plankton SI Index)	Indeks Saprobik Plankton TSI (Saprobik Plankton TSI Index)
Intensitas Cahaya (Light Intensity)	Pearson Corr.	0.72130	-0.17495	-0.79000	0.85409	-0.90666	-0.92393	-0.94132	0.39367
	p-value	0.27870	0.82505	0.21000	0.14591	0.09334	0.07607	0.05868	0.60633
Suhu air (Water Temperature)	Pearson Corr.	-0.15776	0.15995	-0.46870	-0.13844	-0.12177	-0.26766	-0.31176	-0.62991
	p-value	0.84224	0.84005	0.53130	0.86156	0.87823	0.73234	0.68824	0.37009
Kedalaman air (Water Depth)	Pearson Corr.	0.54916	0.54927	-0.94757	0.41306	-0.68580	-0.78353	-0.40886	0.06947
	p-value	0.45084	0.45073	0.05243	0.58694	0.31420	0.21647	0.59114	0.93053
Kekeruhan air (Water Turbidity)	Pearson Corr.	-0.88197	-0.17819	0.94014	-0.87293	0.98169*	0.99925*	0.75227	-0.54392
	p-value	0.11803	0.82181	0.05986	0.12707	0.01831	0.00075	0.24773	0.45608
Curah hujan (Rainfall)	Pearson Corr.	0.51144	0.90815	-0.79000	0.20093	-0.47357	-0.54560	0.08805	0.18551
	p-value	0.48856	0.09185	0.21000	0.79907	0.52643	0.45440	0.91195	0.81449
DO	Pearson Corr.	-0.96453*	-0.24746	0.90496	-0.91293	0.9903*	0.98124*	0.65099	-0.70703

	p-value	0.03547	0.75254	0.09504	0.08707	0.00970	0.01876	0.34901	0.29297
BOD	Pearson Corr.	0.36101	-0.80863	0.01963	0.67038	-0.43122	-0.33903	-0.74762	0.48309
	p-value	0.63899	0.19137	0.98037	0.32962	0.56878	0.66097	0.25238	0.51691
COD	Pearson Corr.	-0.23098	-0.99846*	0.47867	0.14133	0.11234	0.17683	-0.47938	-0.03832
	p-value	0.76902	0.00154	0.52133	0.85867	0.88766	0.82317	0.52062	0.96168
Kalium (Potassium)	Pearson Corr.	0.81689	0.01315	-0.28598	0.78191	-0.62923	-0.50881	-0.26386	0.99532*
	p-value	0.18311	0.98685	0.71402	0.21809	0.37077	0.49119	0.73614	0.00468
Magnesium	Pearson Corr.	-0.50188	-0.09774	0.86524	-0.54994	0.74246	0.82909	0.75769	-0.02275
	p-value	0.49812	0.90226	0.13476	0.45006	0.25754	0.17091	0.24231	0.97725
Fosfat (Phosphate)	Pearson Corr.	0.75396	0.37248	-0.29534	0.57276	-0.49462	-0.39300	0.06845	0.92832
	p-value	0.24604	0.62752	0.70466	0.42724	0.50538	0.60700	0.93155	0.07168
Nitrat	Pearson Corr.	-0.87454	0.09350	0.79756	-0.95985*	0.9765*	0.96097*	0.87013	-0.62843
	p-value	0.12546	0.90650	0.20244	0.04015	0.02350	0.03903	0.12987	0.37157
Bahan organik (Organic Matter)	Pearson Corr.	-0.46128	0.63461	0.38718	-0.75089	0.66466	0.64504	0.98298*	-0.30059
	p-value	0.53872	0.36539	0.61282	0.24911	0.33534	0.35496	0.01702	0.69941

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran Indeks Pencemaran (IP) pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa kualitas air pada keempat lokasi dan waktu termasuk dalam kategori tercemar ringan. Dari hasil analisis PCA (*Principal Component Analysis*) faktor fisika-kimia di keempat lokasi dan waktu dapat diketahui parameter penciri masing-masing lokasi dan waktu yang berkontribusi terhadap kualitas air di lokasi dan waktu tersebut.

Gambar 1 menunjukkan bahwa parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April 2021 adalah kedalaman air, curah hujan, dan suhu air yang tinggi. Di antara ketiga parameter yang paling berkontribusi adalah kedalaman air. Tingginya curah hujan pada April 2021 (awal musim kemarau) berkaitan dengan tingginya suhu air. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa curah hujan berbanding lurus dengan suhu air. Menurut Turyanti *et al.*, (2007), curah hujan yang tinggi menunjukkan bahwa tingkat penguapan di suatu wilayah cukup tinggi. Besarnya penguapan dipengaruhi oleh suhu laut dan kondisi atmosfer di atasnya yang dapat dilihat dari besarnya fluks bahan laten dan uap air. Proses perpindahan bahan dari lautan ke atmosfer menimbulkan pendinginan permukaan laut yang besarnya sebanding dengan besarnya penguapan.

Suhu air di kedua lokasi dan waktu tergolong sangat tinggi karena melebihi standar baku mutu air kelas 2 (PP No.22 Tahun 2021) yaitu dev 3 ($22-28^{\circ}\text{C}$). Tingginya suhu air dipengaruhi oleh tingginya intensitas cahaya matahari, kedalaman air dan posisi matahari. Menurut Syamsidar (2013), tingginya intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan akan menyebabkan suhu perairan menjadi bertambah, sedangkan bertambahnya kedalaman akan menyebabkan suhu perairan menjadi menurun. Mengenai pengaruh posisi matahari terhadap tingginya suhu air, Jannah dan Sudarti (2021) menyatakan bahwa posisi matahari yang berada tegak lurus di atasnya suatu daerah, maka suatu radiasi matahari yang diberikan pada daerah tersebut akan lebih besar dan suhu di tempat tersebut akan semakin tinggi dibandingkan dengan tempat yang posisi mataharinya lebih miring.

Pada Tabel 1 juga dapat diketahui bahwa curah hujan berbanding lurus dengan kedalaman air. Curah hujan yang tinggi akan menjadikan kedalaman air semakin dalam dan akan mengakibatkan volume air bertambah.

Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter bahan organik, nitrat, DO, kekeruhan air, dan magnesium yang cukup tinggi. Di antara kelima parameter yang paling berkontribusi adalah kekeruhan air. Tingginya nilai kekeruhan air pada Oktober 2021 (awal musim penghujan) disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus) yang terbawa pada saat hujan, maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain di dalam perairan. Besarnya tingkat kekeruhan bergantung pada materi yang terdapat di perairan tersebut. Menurut Ambarwati (2019), nilai kekeruhan air dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran.

Hasil DO menunjukkan bahwa perairan di Embung Imogiri pada Oktober 2021 termasuk ke dalam perairan yang baik bagi kehidupan organisme perairan. Hal tersebut sesuai standar baku mutu air kelas 2 (PP No.22 Tahun 2021) yaitu minimal 4 mg/L. Demikian juga dengan kadar nitrat yang masih memenuhi standar baku mutu air kelas 2 (PP No.22 Tahun 2021) yaitu 10 mg/L (Tabel 1). Kadar nitrat yang tinggi pada Oktober 2021 (awal musim penghujan) disebabkan faktor curah hujan dan jarak nitrat dari sumbernya. Menurut Faizal *et al.*, (2012), perbedaan konsentrasi nitrat di perairan berkaitan dengan curah hujan yang berbeda antar musim dan jarak dari daratan. Pengaliran beban limbah dari sungai ke perairan bervariasi sesuai dengan curah hujan dan jarak sehingga pada musim penghujan terjadi peningkatan beban limbah dan sebaliknya terjadi penurunan pada musim kemarau.

Kandungan bahan organik pada lokasi dan waktu ini adalah yang paling tinggi dibandingkan dengan ketiga lokasi dan waktu lainnya (Tabel 1). Tingginya kandungan bahan organik disebabkan oleh faktor curah hujan yang tinggi karena musim penghujan dan juga aktivitas manusia yang dilakukan di embung karena embung ini digunakan sebagai tempat wisata. Menurut Faizal *et al.*, (2012), peningkatan aktivitas di daratan seperti pemupukan, budidaya (tanaman dan ikan di tambak), industri, dan aktivitas rumah tangga memicu peningkatan jumlah bahan organik yang masuk ke perairan dalam bentuk sedimen. Selain itu, faktor lainnya juga berpengaruh seperti besarnya limpasan atau debit sungai, luas daerah tangkapan hujan, curah hujan, intensitas penggunaan bahan organik (P dan N) di daratan dan kondisi musim (pada musim penghujan jumlah suplai nutrisi besar dan pada musim kemarau jumlah suplai nutrisi kecil).

Kadar magnesium juga masih termasuk dalam batas wajar. Menurut Helena dan Oktavia (2019), kadar magnesium pada perairan alami bervariasi antara 1–100 mg/L. Kadar magnesium maksimum yang diperkenankan untuk kepentingan air minum adalah 50 mg/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar magnesium pada lokasi dan waktu ini masih aman karena berada di bawah batas yang diperbolehkan untuk minum.

Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Potorono pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter intensitas cahaya, BOD, COD, kalium dan fosfat. Di antara kelima parameter yang paling berkontribusi adalah intensitas cahaya. Perbedaan nilai intensitas cahaya pada kedua musim dapat dijelaskan bahwa besarnya nilai intensitas cahaya matahari selalu berbeda-beda dari waktu ke waktu. Nilai intensitas cahaya mengalami peningkatan pada pagi hari dan mencapai puncak pada siang hari, serta mengalami penurunan pada sore harinya. Menurut Jannah dan Sudarti (2021), posisi matahari yang berada tegak lurus di atasnya, maka suatu radiasi matahari yang diberikan pada daerah tersebut akan lebih besar dan suhu di tempat tersebut akan semakin tinggi, dibandingkan dengan tempat yang posisi mataharnya lebih miring.

Hasil BOD menunjukkan bahwa perairan di Embung Potorono pada Oktober 2021 termasuk ke dalam perairan yang tercemar. Hal tersebut melebihi standar baku mutu air kelas 2 (PP No.22 Tahun 2021) yaitu 3 mg/L. Demikian juga dengan kadar COD yang melebihi standar baku mutu air kelas 2 (PP No.22 Tahun 2021) yaitu 25 mg/L (Tabel 1).

Kadar kalium yang tinggi pada lokasi dan waktu ini disebabkan ekosistemnya yang sudah lebih lengkap dan mantap dibandingkan dengan Embung Imogiri. Embung Potorono adalah embung yang sudah cukup lama ada dan terdapat banyak ikan air tawar di dalamnya seperti ikan nila dan ikan gurami sedangkan Embung Imogiri adalah embung yang baru dibangun dan ekosistemnya belum terbentuk secara baik. Kotoran-kotoran dari ikan dan organisme lain yang ada di Embung Potorono menjadi penyumbang terbesar dari tingginya kadar kalium ini. Pakan ikan yang disebarkan oleh pengunjung dan juga kotoran ikan ini juga menjadi penyumbang tingginya kadar fosfat di embung ini yang kadarnya melebihi standar baku mutu air kelas 2 (PP No.22 Tahun 2021) yaitu 0,2 mg/L. Hal tersebut menurut Nugroho *et al.*, (2014), pakan ikan yang terlarut dalam air akan melepaskan nitrat dan fosfat ke dalam perairan mengingat unsur utama pakan ikan adalah N dan P. Selain pakan ikan, kotoran ikan juga akan terdegradasi dan menghasilkan nitrat dan fosfat yang kemudian larut ke dalam perairan danau. Selain itu, tingginya kadar fosfat diduga juga berasal dari limbah domestik dan hancuran bahan organik pada perairan tersebut. Menurut Purba dan Pranowo (2015), fosfat berasal dari pelapukan batuan yang terbawa oleh sungai, kegiatan pertanian, tambak, limbah industri atau bahkan dari aktivitas rumah tangga.

Dari hasil analisis PCA (*Principal Component Analysis*) faktor biologi di keempat lokasi dan waktu dapat diketahui parameter penciri masing-masing lokasi dan waktu yang berkontribusi terhadap kualitas air di lokasi dan waktu tersebut.

Gambar 7 menunjukkan bahwa parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April 2021 adalah kelimpahan jenis plankton, produktivitas primer dan indeks saprobik TSI yang tinggi. Di antara ketiga parameter yang paling berkontribusi adalah kelimpahan jenis plankton. Apabila faktor biologi ini dikaitkan dengan faktor fisika-kimia

yang berkontribusi di lokasi dan waktu ini yaitu kedalaman air, curah hujan, dan suhu air maka hubungan antar keduanya dapat dilihat dari hasil analisis korelasi pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara curah hujan dengan kelimpahan jenis plankton meskipun tidak signifikan dengan koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.90815$; $p > 0,05$). Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa peningkatan curah hujan akan memicu debit sungai yang lebih tinggi sehingga sungai menjadi pembawa utama unsur hara. Debit sungai dapat menyebabkan heterogenitas yang signifikan dalam distribusi nutrisi baik pada skala spasial maupun temporal dan konsentrasi nutrisi akan meningkat seiring dengan peningkatan debit sungai (Han *et al.*, 2023). Nutrisi tersebut yang dibutuhkan oleh fitoplankton dan zooplankton di perairan sehingga kelimpahan jenisnya meningkat.

Jenis plankton dari kelompok fitoplankton dengan presentase paling tinggi yaitu sebesar 30%–43% adalah jenis *Bacillariophyceae* pada keempat lokasi dan waktu. Tingginya kelimpahan jenis *Bacillariophyceae* (Diatom) diduga karena kelas ini merupakan anggota fitoplankton yang memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi serta ketahanan hidup di berbagai kondisi perairan termasuk kondisi ekstrim, bersifat kosmopolit, dan mempunyai daya reproduksi yang tinggi. Selain itu, tersedianya fosfat dan nitrat dengan kadar yang tinggi di perairan kedua embung mendukung pertumbuhannya. Menurut Larasati *et al.*, (2015), Diatom memiliki korelasi yang baik terhadap parameter fisika kimia lingkungan perairan dibandingkan dengan jenis alga lainnya dan beberapa parameter seperti nitrat, fosfat dan silikat dibutuhkan diatom dalam mendukung pertumbuhannya.

Untuk kelompok plankton dari zooplankton presentase paling tinggi yaitu sebesar 13% untuk masing-masing jenis *Eurotatoria* dan *Monogonontadi* di dua lokasi dan waktu berturut-turut yaitu Embung Potorono pada April 2021 dan Embung Imogiri pada Oktober 2021. Jenis ini merupakan anggota dari filum Rotifera, filum ini tersebar luas, ditemukan di semua habitat air tawar dengan kepadatan umumnya berkisar hingga sekitar 1.000 individu/L. Filum ini kadang-kadang menjadi berlimpah jika tersedia makanan yang cukup dan dapat mencapai kepadatan populasi > 5.000 individu/L. Selain variasi habitatnya, keragaman sejarah hidup rotifera juga luar biasa yaitu sebagian besar bersifat motil, berenang sebagai anggota plankton, merangkak di atas tumbuhan atau di dalam sedimen, serta beberapa spesies sesil hidup menempel secara permanen pada tanaman air tawar (Wallace *et al.*, 2015).

Tingginya curah hujan tersebut juga berpengaruh secara tidak langsung terhadap produktivitas primer melalui faktor DO dan COD. Berdasarkan hasil analisis korelasi, terdapat hubungan yang signifikan antara DO dengan produktivitas primer yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi negatif mendekati -1 ($r = -0.96453$; $p < 0,05$) serta COD dengan kelimpahan jenis plankton yang nilai koefisien korelasinya negatif mendekati -1 ($r = -0.99846$; $p < 0,05$). Tingginya konsentrasi COD dalam air menunjukkan konsentrasi organik yang dapat menguras oksigen terlarut dalam air, sehingga menimbulkan konsekuensi negatif terhadap lingkungan. Curah hujan yang tinggi menyebabkan pengenceran bahan-bahan organik dan anorganik sehingga konsentrasi COD lebih rendah dan kandungan oksigen terlarutnya (DO) lebih tinggi. Hal tersebut diperkuat pernyataan Maphanga *et al.*, (2022) bahwa konsentrasi COD yang lebih rendah terutama terkait dengan pengenceran oleh aliran air yang lebih tinggi selama musim hujan. Menurut Salmin (2005), oksigen terlarut berperan penting dalam proses oksidasi bahan organik dan anorganik dalam perairan sehingga nutrisi dan kesuburan perairan meningkat. Nutrien penting bagi fitoplankton untuk mendukung pertumbuhannya sehingga aktivitas fotosintesisnya maksimal yang berdampak pada kelimpahan jenis dan produktivitas primer. Peningkatan suplai zat hara khususnya nitrogen dan fosfor merupakan faktor kimia perairan yang dapat mempengaruhi produktivitas primer disamping faktor fisik cahaya dan temperatur (Asriyana dan Yuliana, 2012).

Kedalaman air merupakan parameter yang paling berkontribusi di lokasi dan waktu ini. Kedalaman air berpengaruh terhadap kelimpahan dan variasi populasi plankton yang ada. Hal itu berkaitan dengan penetrasi cahaya yang dapat masuk ke dalam air. Dalam kurun waktu yang berbeda, intensitas cahaya matahari yang jatuh di permukaan air akan terdistribusi mengikuti kedalaman dan

menjadikan variabilitas intensitas cahaya matahari di dalam perairan. Perbedaan yang ada membuat kelimpahan plankton terutama fitoplankton, produsen utama zat organik dalam suatu rantai makanan juga bervariasi dalam kedalaman yang berbeda (Mulyawati *et al.*, 2019).

Di embung ini khususnya embung Potorono kaya akan kandungan kalium dan fosfat yang berasal dari pakan ikan dan kotoran ikan sehingga nilai indeks saprobik TSI tinggi yang ditunjukkan dengan hubungan yang signifikan antara kadar kalium dengan indeks saprobik TSI ($r = 0.99532$; $p < 0,05$) sedangkan kadar fosfat tidak signifikan ($r = 0.92832$; $p > 0,05$).

Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri pada Oktober 2021 adalah indeks keanekaragaman fitoplankton dan indeks saprobik SI yang tinggi serta indeks dominansi fitoplankton dan indeks dominansi zooplankton yang rendah. Di antara keempat parameter yang paling berkontribusi adalah indeks dominansi fitoplankton. Apabila faktor biologi ini dikaitkan dengan faktor fisika-kimia yang berkontribusi di lokasi dan waktu ini yaitu bahan organik, nitrat, DO, kekeruhan air dan magnesium maka hubungan antar keduanya dapat dilihat dari hasil analisis korelasi pada Tabel 3.

Pengaruh intensitas cahaya terhadap tingginya indeks keanekaragaman fitoplankton dan indeks keanekaragaman zooplankton dapat dilihat dari hubungannya dengan indeks dominansi fitoplankton dan indeks dominansi zooplankton. Tabel 3 menunjukkan adanya hubungan antara intensitas cahaya dengan indeks dominansi fitoplankton meskipun tidak signifikan dengan koefisien korelasi negatif mendekati -1 ($r = -0.90666$; $p > 0,05$) dan demikian juga dengan indeks dominansi zooplankton dengan koefisien korelasi negatif mendekati -1 ($r = -0.92393$; $p > 0,05$). Hal tersebut menurut Melani *et al.*, (2020), intensitas cahaya matahari yang tinggi sebagai pemicu utama dalam peningkatan pertumbuhan biota autotrofik yang cepat dalam perairan yang menggenang. Hasil fotosintesis dibutuhkan oleh zooplankton untuk pertumbuhannya. Jadi indeks keanekaragaman fitoplankton dan zooplankton yang tinggi disebabkan intensitas cahaya akan menunjukkan indeks dominansi fitoplankton dan zooplankton yang rendah. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Latuconsina (2019) bahwa tingginya nilai keanekaragaman dan keseragaman menunjukkan komunitas biotik semakin beragam, yang berbanding terbalik dengan nilai indeks dominansi, yang berarti rendahnya nilai keanekaragaman dan keseragaman spesies disebabkan adanya dominansi dari beberapa spesies tertentu.

Intensitas cahaya juga berpengaruh secara tidak langsung terhadap indeks saprobik SI yang ditunjukkan dengan adanya hubungan antara keduanya meskipun tidak signifikan dengan nilai koefisien korelasi negatif mendekati -1 ($r = -0.94132$; $p > 0,05$). Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa hasil fotosintesis dari fitoplankton dan juga hasil metabolisme zooplankton yang memanfaatkan hasil tersebut menyumbang tingginya bahan organik di perairan. Menurut Riniatsih (2015), suplai bahan organik selain dari daratan juga merupakan hasil metabolisme organisme laut. Proses produksi fitoplankton, rumput laut atau organisme laut lainnya merupakan sumber bahan organik utama di perairan.

Kedalaman air dan kekeruhan air berpengaruh terhadap indeks keanekaragaman fitoplankton dilihat dari hasil analisis korelasi. Kedalaman air berkorelasi negatif meskipun tidak signifikan dengan nilai koefisien korelasi mendekati -1 ($r = -0.94757$; $p > 0,05$) sedangkan kekeruhan air berkorelasi positif meskipun tidak signifikan dengan nilai koefisien korelasi mendekati 1 ($r = 0.94014$; $p > 0,05$). Pengaruh kedalaman berkaitan dengan tingkat penetrasi cahaya ke dalam perairan. Kedalaman akan berpengaruh terhadap penetrasi cahaya yang masuk ke suatu perairan. Perbedaan kedalaman dapat mengakibatkan perbedaan nilai produktivitas primer. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan intensitas cahaya matahari yang dapat menembus setiap kedalaman, pada umumnya intensitas cahaya matahari menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan, sehingga aktivitas fotosintesis akan menurun, dan menurunkan pula nilai produktivitas primer (Qurban *et al.*, 2017; Vallina *et al.*, 2017). Bahan organik hasil fotosintesis digunakan oleh fitoplankton untuk kebutuhan hidupnya. Apabila intensitas cahaya rendah, aktivitas fotosintesis rendah dan suplai nutrisi rendah maka di daerah tersebut hanya ada sedikit fitoplankton atau bahkan

tidak ada yang mengakibatkan keanekaragamannya rendah akan tetapi dominansinya tinggi karena hanya jenis fitoplankton tertentu yang dapat hidup di daerah tersebut. Hal tersebut juga berlaku terhadap kekeruhan air. Kolom air yang memiliki kekeruhan tinggi maka tingkat keredupannya akan tinggi (Suhendar *et al.*, 2020). Tingginya kekeruhan akan mengurangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan yang akan berdampak pada penurunan produktivitas primer perairan (Hariyadi *et al.*, 2010). Terdapat hubungan yang signifikan antara kekeruhan air dengan indeks dominansi fitoplankton dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.98169$; $p < 0,05$). Hal tersebut menjelaskan bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air maka semakin tinggi indeks dominansi fitoplankton yang berarti indeks keanekaragamannya semakin rendah.

DO memiliki hubungan yang tidak signifikan dengan indeks keanekaragaman fitoplankton dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.90496$; $p > 0,05$) namun memiliki hubungan yang signifikan dengan indeks dominansi fitoplankton dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.9903$; $p < 0,05$). Menurut Salmin (2005), oksigen terlarut berperan penting dalam proses oksidasi bahan organik dan anorganik dalam perairan sehingga nutrisi dan kesuburan perairan meningkat. Nutrien penting bagi fitoplankton untuk mendukung pertumbuhannya.

Kadar nitrat memiliki hubungan yang signifikan dengan indeks dominansi fitoplankton dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.9765$; $p < 0,05$). Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa faktor lingkungan seperti ketersediaan bahan organik serta kemampuan dari masing-masing individu plankton untuk beradaptasi pada lingkungan yang ada menjadi salah satu yang mempengaruhi nilai indeks keragaman plankton yang ada pada suatu perairan (Sari *et al.*, 2017). Nitrat merupakan sumber yang penting bagi fitoplankton dan zooplankton untuk pertumbuhannya sehingga apabila suatu daerah kekurangan nitrat akan menurunkan indeks keanekaragaman yang berarti nilai indeks dominansinya tinggi. Menurut Han *et al.*, (2023), nitrogen dan fosfor merupakan kebutuhan utama fitoplankton yang sangat penting untuk mengubah nutrisi anorganik terestrial menjadi bentuk organik. Perubahan konsentrasi nutrisi (misalnya nitrogen, fosfor, silikon) dan rasio nutrisi memainkan peran penting dalam mengendalikan keanekaragaman spesies fitoplankton.

Indeks saprobik SI memiliki hubungan yang signifikan dengan bahan organik dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.98298$; $p < 0,05$). Menurut Ritonga *et al.*, (2014), adanya perbedaan nilai saprobitas pada setiap daerah juga dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia perairan yang akan berpengaruh terhadap organisme saprobik baik langsung maupun tidak langsung.

Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Potorono pada Oktober 2021 adalah indeks keanekaragaman zooplankton yang tinggi. Parameter tersebut yang paling berkontribusi terhadap karakteristik lokasi dan waktu ini. Apabila faktor biologi ini dikaitkan dengan faktor fisika-kimia yang berkontribusi di lokasi dan waktu ini yaitu intensitas cahaya, BOD, COD, kalium, dan fosfat maka hubungan antar keduanya dapat dilihat dari hasil analisis korelasi pada Tabel 3.

Kekeruhan air berpengaruh terhadap indeks dominansi zooplankton dilihat dari hasil analisis korelasi. Kekeruhan air memiliki hubungan yang signifikan dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.99925$; $p < 0,05$). Pengaruh kekeruhan berkaitan dengan tingkat penetrasi cahaya ke dalam perairan. Rendahnya intensitas cahaya berdampak pada rendahnya aktivitas fotosintesis fitoplankton sehingga pasokan nutrisi rendah. Lokasi dengan kondisi tersebut hanya dihuni oleh sedikit zooplankton atau bahkan tidak ada sehingga nilai indeks dominansinya tinggi yang berarti indeks keanekaragamannya rendah.

DO memiliki hubungan yang signifikan dengan indeks dominansi zooplankton dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.98124$; $p < 0,05$). Hal tersebut disebabkan oksigen terlarut berperan penting dalam proses oksidasi bahan organik dan anorganik oleh zooplankton yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhannya.

Kadar nitrat memiliki hubungan yang signifikan dengan indeks dominansi zooplankton dengan nilai koefisien korelasi positif mendekati 1 ($r = 0.96097$; $p < 0,05$). Hal tersebut dapat

dijelaskan bahwa faktor lingkungan seperti ketersediaan bahan organik merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman zooplankton.

KESIMPULAN

Kualitas perairan di keempat lokasi dan waktu termasuk dalam kategori tercemar ringan. Parameter dari faktor fisika, kimia maupun biologi yang berkontribusi terhadap kualitas air di keempat lokasi dan waktu tersebut berbeda-beda. Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri dan Embung Potorono pada April 2021 adalah kedalaman air, curah hujan dan suhu air yang tinggi. Curah hujan memiliki hubungan yang tidak signifikan dengan kelimpahan jenis yang tinggi namun melalui COD dapat dilihat adanya hubungan yang signifikan antara COD dengan kelimpahan jenis. Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Imogiri pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter bahan organik, nitrat, DO, kekeruhan air, dan magnesium yang cukup tinggi. Intensitas cahaya memiliki hubungan yang tidak signifikan dengan indeks dominansi fitoplankton namun nitrat, DO dan kekeruhan air memiliki hubungan yang signifikan dengan indeks dominansi fitoplankton. Parameter yang berkontribusi terhadap kualitas air di Embung Potorono pada Oktober 2021 dicirikan dengan parameter intensitas cahaya, BOD, COD, kalium dan fosfat. DO berpengaruh terhadap indeks keanekaragaman zooplankton yang dapat dilihat dari hubungan yang signifikan antara DO dengan indeks dominansi zooplankton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta Tahun Anggaran 2022.

KONTRIBUSI PENULIS

S: membuat konsep penelitian, mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; R: membuat konsep penelitian, merevisi naskah akhir; B: membuat konsep penelitian, merevisi naskah akhir; AL: membuat konsep penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo-Trejos, E., Brandt, G., Bruggeman, J and Merico, A., 2015. Mechanisms shaping size structure and functional diversity of phytoplankton communities in the ocean. *Scientific Reports*, 5(8918), pp. 1–8.
- Ambarwati, M., 2019. Pengaruh faktor fisika-kimia perairan terhadap kelimpahan dan keanekaragaman plankton di ekosistem terumbu karang alami dan buatan perairan PLTU Paiton. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Anggoro, S., 1988. Analisa Tropic-Saprobik (TROSAP) untuk menilai kelayakan lokasi budidaya laut. Dalam: *Workshop Budidaya Laut Perguruan Tinggi Se Jawa Tengah. Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai. Prof Dr. Gatot Rahardjo Joenoës*. Universitas Diponegoro. Semarang. pp. 66–90.
- Asriyana dan Yuliana., 2012. *Produktivitas Perairan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Faizal, A., Jompa, J., Nessa, N dan Rani, C., 2012. Dinamika spasio-temporal tingkat kesuburan perairan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. Dalam: *Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. pp. 1–18.
- Han, H., Xiao, R., Gao, G., Yin, B., Liang, S and Xianqing lv., 2023. Influence of a heavy rainfall event on nutrients and phytoplankton dynamics in a well-mixed semi-enclosed bay. *Journal of Hydrology*, 617(479), pp. 1–16.
- Hariyadi, S., Adiwilaga, E.M., Prartono, T., Hardjoamidjojo, S dan Damar, A., 2010. Produktivitas primer estuari Sungai Cisadane pada musim kemarau. *Limnotek*, 17(1), pp. 49–57.

- Helena, P and Oktavia, B., 2019. Formation conditions of calcium and magnesium metal complexes with oxine as complexes. *Periodic*, 8(1), pp. 32–36.
- Hertika, A.M.S., Arsad, S dan Putra, R.B.D.S., 2021. *Ilmu tentang Plankton dan Peranannya di Lingkungan Perairan*. UB Press. Malang.
- Jannah, A.N dan Sudarti., 2021. Hubungan perubahan cuaca dengan indeks kecerahan matahari, suhu lingkungan dan kelembaban udara di Desa Karanganyar. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 4(1), pp. 27–32.
- Larasati, C.E., Kawaroe, M dan Prartono, T., 2015. Karakteristik diatom di selat Rupaat Riau. *Ilmu Kelautan*, 20(4), pp. 223–232.
- Latuconsina, H., 2019. *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Magurran, A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Maphanga, T., Madonsela, B.S., Chidi, B.S., Shale, K., Munjonji, L and Lekata, S., 2022. The effect of rainfall on *Escherichia coli* and chemical oxygen demand in the effluent discharge from the Crocodile River wastewater treatment; South Africa. *Water*, 14(2802), pp. 1–17.
- Melani, W.R., Apriadi, T., Lestari, F., Saputra, Y.O., Hasan, A., Mawaddah, M.R dan Fatmayanti, N., 2020. Keanekaragaman marofita dan fitoplankton di Waduk Gesek, Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 27(1), pp. 1–12.
- Mulyawati, D., Ario, R dan Riniatsih, I., 2019. Pengaruh perbedaan kedalaman terhadap fitoplankton dan zooplankton di perairan Pulau Panjang, Jepara. *Journal of Marine Research*, 8(2), pp. 181–188.
- Nugroho, A.S., Tanjung, S.D dan Hendarto, B., 2014. Distribusi serta kandungan nitrat dan fosfat di perairan Danau Rawa Pening. *Bioma*, 3(1), pp. 27–41.
- Nurkukuh, D.K., 2018. *Pola Pemanfaatan Ruang Publik Embung Potorono Bantul*. Tesis. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Yogyakarta.
- Odum, E.P., 1993. *Dasar-dasar ekologi. Edisi Ketiga*. Terjemahan T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Purba, N.P dan Pranowo, W.S., 2015. *Dinamika Oseanografi, Deskripsi Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Laut*. Unpad Press. Bandung.
- Qurban, M.A., Wafar, M., Jyothibabu, R and Manikandana, K.P., 2017. Patterns of primary production in the Red Sea. *Journal of Marine Systems*, 169, pp. 87–98.
- Riniatsih, I., 2015. Distribusi muatan padatan tersuspensi (MPT) di Padang Lamun di perairan Teluk Awur dan Pantai Prawean Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(3), pp. 121–126.
- Ritonga, C.O.M., Rudiyaniti, S dan Suryanto, A., 2014. Tingkat pencemaran di Waduk Pluit Jakarta Utara ditinjau dari aspek fisika kimia dan indeks saprobitas. *Skripsi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Salmin., 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*, 30(3), pp. 21–26.
- Sari, I.P., Utami, E dan Umroh, U., 2017. Analisis tingkat pencemaran muara sungai Kurau Kabupaten Bangka Tengah ditinjau dari indeks saprobitas plankton. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(2), pp. 71–80.
- Sharma, B.K., 2015. Phytoplankton diversity of Deepor Beel - a Ramsar site in the floodplain of the Brahmaputra River Basin, Assam, north-east India. *Indian Journal of Fisheries*, 62(1), pp. 33–40.
- Suhendar, D.T., Sachoemar, S.I dan Zaidy, A.B., 2020. Hubungan kekeruhan terhadap *Suspended Particulated Matter* (SPM) dan klorofil dalam tambak udang. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), pp. 332–338.
- Supriyanto, E., 2020. Proyek embung imogiri: Progress capai 90 persen, tahun depan masih ada proyek lanjutan. *WartaKonstruksi.com*. <https://wartakonstruksi.com/Proyek-Embung->

Imogiri--Progress Capai-90-Persen-Tahun-Depan-Masih-Ada-Proyek-Lanjutan (Diakses pada 10 Oktober 2022).

- Syamsidar., 2013. Perbandingan kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton di Pulau Lanyukang dan Pulau Kodingareng Makassar. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin.Makassar.
- Turyanti, A., Sunarsih, I dan Hermawan, E., 2007. Analisa potensi curah hujan berdasarkan data distribusi awan dan data *temperature blackbody* di Kototabang Sumatera Barat. *Journal Agromet Indonesia*, 21(2), pp. 39–45.
- Vallina, S.M., Cermenoa, P., Dutkiewicz, S., Loreau, M and Montoya, J.M., 2017. Phytoplankton functional diversity increases ecosystem productivity and stability. *Ecological Modelling*, 361, pp. 184–196.
- Wahyudi, R., Deswanti, Hidayat, M.F dan Sumargono., 2021. *Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Kearifan Lokal Kebudayaan Ngoyok pada Masyarakat Kampung Bugis Tulang Bawang*. Penerbit Lakeisha. Klaten.
- Wallace, R.L., Snell, T.W and Smith, H.A., 2015. Phylum rotifera. In: J.H. Thorp and D.C. Rogers (Eds.), *Ecology and general biology: Thorp and Covich's freshwater invertebrates* (fourth edition), Academic Press, pp. 225–271.
- Welch, P.S., 1952. *Limnological Methods*. McGraw Hill Book Company Inc. New York