



Eksplorasi Limnologis Telaga Dringo, Banjarnegara, Jawa Tengah

Limnological Exploration Dringo Lake, Banjarnegara, Central Java

Setefani Yulia Tiara Putri^{*1}, Kharisma Dinda Islami¹, Laila Widi Utami¹, Suwarno Hadisusanto^{*1} 

¹Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia

*Corresponding Author: suwarno@ugm.ac.id.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 Februari 2024

Revised 30 Maret 2024

Accepted 31 Maret 2024

Available online 02 April 2024

E-ISSN: 2829-1751

How to cite:

Putri S.Y.T., Islami K.D., Utami L.W., Hadisusanto S. (2024). Eksplorasi Limnologis Telaga Dringo, Banjarnegara, Jawa Tengah.

AQUACOASTMARINE:
J.Aquat.Fish.Sci, 3(1). 29-37

ABSTRACT

Plankton are organisms that can be used as bioindicators because they are sensitive to environmental changes. This study aims to conduct limnological exploration from the aspects of composition, abundance, Shannon-Wiener index value, Evenness index, and dominance index of phytoplankton and zooplankton at each sampling point. The results showed that there were 29 phytoplankton species and 20 zooplankton species. The highest phytoplankton abundance was 19,386 ind/L for *Nitzschia* sp., the Shannon-Wiener index of phytoplankton of 0.36-0.54 classified as low, the Evenness index of phytoplankton of 0.11-0.16 classified as low, and the dominance index of phytoplankton was 0.82-0.88 indicating that there were dominating species. The highest zooplankton abundance of 5 ind/L *Asplanchna* sp., the Shannon-Wiener index of zooplankton of 1.73-2.29 is moderate, the Evenness index of zooplankton of 0.59-0.78 is moderate, and the dominance index of zooplankton of 0.12-0.18 indicates that there is no dominating species. Physicochemical parameters such as temperature, pH, dissolved oxygen, nitrate, sulfate, and phosphate are in ideal conditions to support the survival of plankton in the waters, both phytoplankton and zooplankton.

Keyword: Bioindicators, physicochemical, water quality, plankton, Dringo Lake

ABSTRAK

Plankton merupakan organisme petunjuk yang dapat digunakan sebagai bioindikator karena bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi limnologis dari aspek komposisi, kelimpahan, nilai indeks keanekaragaman, serta indeks dominansi fitoplankton dan zooplankton di setiap titik sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 29 spesies fitoplankton dan 20 spesies zooplankton. Kelimpahan fitoplankton tertinggi sebesar 19.386 ind/L untuk spesies *Nitzschia* sp., indeks keanekaragaman fitoplankton sebesar 0,36-0,54 tergolong rendah, indeks keseragaman fitoplankton sebesar 0,11-0,16 tergolong rendah, dan indeks dominansi fitoplankton sebesar 0,82-0,88 menunjukkan bahwa terdapat spesies yang mendominasi. Kelimpahan zooplankton tertinggi sebesar 5 ind/L spesies *Asplanchna* sp., indeks keanekaragaman zooplankton sebesar 1,73-2,29 tergolong sedang, indeks keseragaman zooplankton sebesar 0,59-0,78 tergolong sedang, dan indeks dominansi zooplankton sebesar 0,12-0,18 menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi. Parameter fisikokimia seperti suhu, pH, *dissolved oxygen*, nitrat, sulfat, dan fosfat berada dalam kondisi yang ideal untuk mendukung kelangsungan hidup plankton di perairan, baik itu fitoplankton maupun zooplankton.

Kata kunci: Bioindikator, fisikokimia, kualitas perairan, plankton, Telaga Dringo



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.
[10.32734/jafs.v3i1.15785](https://doi.org/10.32734/jafs.v3i1.15785)

Pendahuluan

Telaga Dringo merupakan Cagar Alam yang berada di Desa Pekasiran, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2009 dalam JDIH Kemaritiman & Investasi (2023) tentang Daya Tampung beban Pencemaran Danau dan/Waduk/Telaga adalah wadah air yang ekosistemnya terbentuk secara alamiah. Telaga Dringo merupakan bekas letusan gunung berapi pada tahun 1786 yang berupa kawah mati dan membentuk sebuah cekungan (Anggara et al., 2017). Berdasarkan data inventarisasi potensi kawasan cagar alam BKSDA Jawa Tengah (2014), Telaga Dringo disebut rentan mengalami penurunan kualitas air karena aktivitas masyarakat sekitar seperti pemanfaatan air menggunakan pompa berbahan bakar solar yang berpotensi mencemari perairan telaga dan pembukaan area

perkemahan bagi wisatawan yang meningkatkan potensi masuknya bahan organik ke dalam telaga. Hal tersebut mengakibatkan nilai oksigen terlarut berkurang serta menyebabkan penurunan kualitas perairan (Makmur et al., 2012).

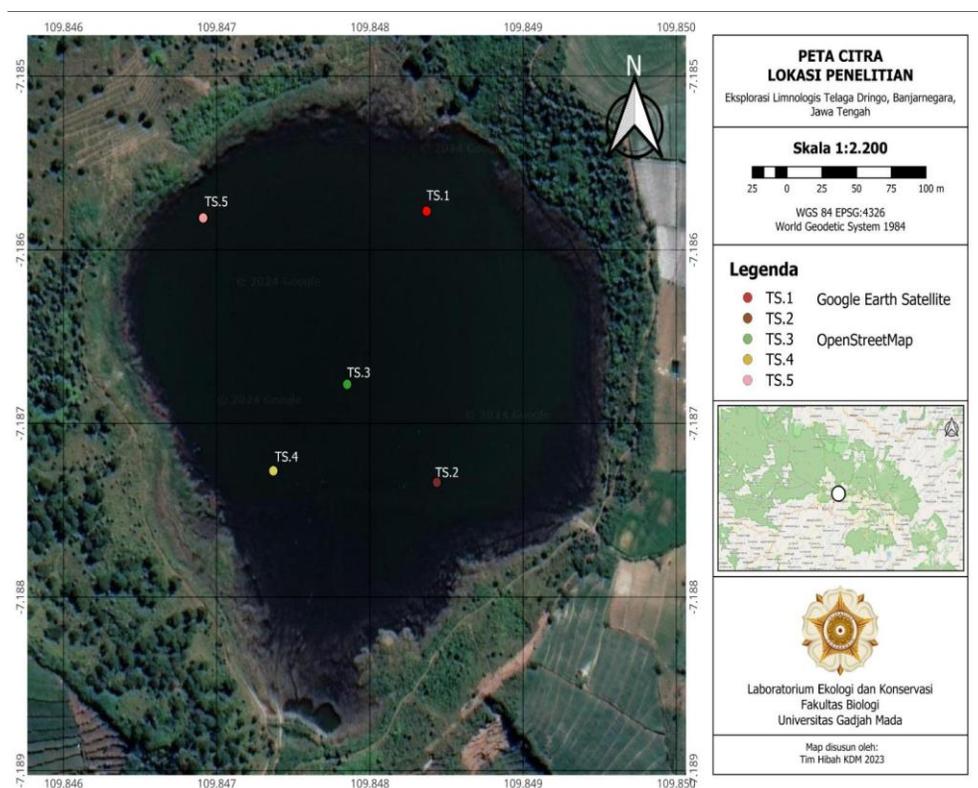
Kualitas perairan di telaga Dringo yang digunakan sebagai cagar alam perlu diperhatikan dengan didasarkan pada keberadaan kehidupan biota di dalamnya. Analisis kualitas air dilakukan dengan metode biomonitoring dengan melihat kelompok organisme petunjuk (bioindikator) yang keberadaannya berhubungan dengan kondisi lingkungan, sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas air (Virgiawan et al., 2015). Plankton merupakan mikroorganisme melayang di dalam sistem perairan. Lingkungan yang tidak menguntungkan bagi kehidupan plankton dapat menyebabkan penurunan kelimpahan dan keanekaragaman plankton. Hal ini dapat mempengaruhi tingkat kesuburan dan kualitas air yang dapat ditentukan berdasarkan tingkat kelimpahan plankton (Susilowati et al., 2016).

Penelitian mengenai eksplorasi plankton berupa keanekaragaman jenis dan kelimpahan di perairan laut maupun perairan tawar Indonesia sudah banyak dilakukan. Akan tetapi, sampai saat ini pemantauan kondisi kualitas perairan dan informasi mengenai keanekaragaman plankton di perairan Telaga Dringo hanya pernah dilakukan satu kali. Anggara et al (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa, perairan Telaga Dringo memiliki 24 genera plankton berupa 17 fitoplankton dan 7 zooplankton, kelimpahan plankton dalam kategori kesuburan sedang, serta parameter fisikokimia yang optimal dalam menunjang kehidupan plankton. Oleh karena itu, fokus penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi limnologis dari aspek komposisi plankton, kelimpahan, nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi fitoplankton dan zooplankton di setiap titik sampling sebagai bioindikator kualitas air yang dapat merespon parameter fisik dan kimia pada perairan Telaga Dringo, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.

Metode

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 8 Oktober 2023 di Telaga Dringo, Desa Pekasiran, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. Telaga Dringo berada di ketinggian sekitar 2.022 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan luas sekitar 10 hektar. Penelitian ini meliputi pencuplikan sampel air dan pengukuran faktor fisikokimia kualitas air. Identifikasi sampel plankton dilaksanakan di Laboratorium Ekologi dan Konservasi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Pengujian nitrat, sulfat, dan fosfat dilakukan di Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa kondisi perairan relatif sama, sehingga ditentukan lima titik sampling (TS 1, TS 2, TS 3, TS 4, dan TS 5) dengan mempertimbangkan perbedaan kedalaman (bagian tepi dan tengah) serta perbedaan jumlah pompa air (tidak ada, sedikit, dan banyak). Peta lokasi penelitian tertera pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Sampling Plankton di Telaga Dringo, Banjarnegara, Jawa Tengah

Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Van Dorn 2L*, *Wisconsin plankton net*, botol flakon ukuran 10 ml, ember, *icebox*, botol *polyethylene*, pipet tetes, mikroskop binokuler Boeco BM180SP, *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRCC) dan *deck glass, hand counter*, DO meter Lutron DO-5509, pH meter OHaus ST20, OEM Thermometer HAC-60072-00219, dan lux meter Lutron LX-107. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah akuades untuk pengenceran dan media kalibrasi serta formalin 4% untuk preservasi. Formalin 4% digunakan karena akan bertahan lebih lama tanpa memudar, sedangkan plankton yang diawetkan menggunakan larutan Lugol lama kelamaan akan mulai memudar atau warnanya menjadi lebih redup. Penggunaan formalin harus dalam konsentrasi yang rendah (Shuthers et al., 2019).

Prosedur koleksi sampel (sampling) plankton

Pencuplikan sampel air sebanyak 20 liter dilakukan dengan menggunakan *Van Dorn*. Air dalam *Van Dorn* dimasukkan ke dalam ember, untuk selanjutnya disaring dengan menggunakan *Wisconsin plankton net*. Sampel air disaring hingga 10 ml, lalu besi penutup *wisconsin* dibuka. Hasil saringan sampel air tersebut dimasukkan dalam botol flakon 10 mL dan langsung dipreservasi menggunakan formaldehida 4% sebanyak 4-5 tetes. Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali di setiap titik sampling.

Pengukuran faktor fisikokimia

Pengukuran parameter fisikokimia dilakukan pada masing-masing titik sampling. Alat ukur yang digunakan tertera pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Alat ukur pengukuran parameter fisikokimia

No	Parameter Fisikokimia	Nama alat ukur	Tipe Alat Ukur
1.	Suhu air	Termometer	OEM Thermometer [HAC-60072-00219]
2.	Intensitas cahaya	Lux meter	Lutron LX-107
3.	pH air	pH meter	Ohaus ST20D
4.	<i>Dissolved oxygen</i> (DO)	DO meter	Lutron DO-5509

Analisis pengujian kandungan nutrisi pada sampel air dilakukan di Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dengan metode

Identifikasi sampel plankton

Identifikasi sampel dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Konservasi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Sampel plankton diamati menggunakan SRCC 1 mL dan mikroskop binokuler Boeco BM180SP. Metode yang digunakan adalah *Strip Counting Method*. Kemudian, plankton diidentifikasi secara morfologi hingga tingkat *functional group* dan spesies menggunakan buku identifikasi Ward and Whipple (1959) dan Shirota (1966).

Analisis data

Data yang diperoleh dari penelitian ini kemudian dikumpulkan sebagai data kolektif lapangan, kemudian data tersebut ditabulasikan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Selanjutnya data penelitian disajikan dalam bentuk hasil komposisi, kelimpahan, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C). Analisis data menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

Kelimpahan plankton

Kelimpahan plankton dinyatakan dalam satuan ind/L, sekaligus dapat digunakan sebagai petunjuk kesuburan dari suatu perairan. Metode yang digunakan adalah metode Lackey Droup Microtransect Counting (APHA, 2005) sebagai berikut:

$$N = \frac{O_i}{O_p} \times \frac{V_r}{V_o} \times \frac{1}{V_s} \times n$$

Keterangan:

- N = jumlah plankton per liter (ind/L)
- O_i = luas gelas penutup preparat (mm^2)
- O_p = luas satu lapangan pandang (mm^2)
- V_r = volume air tersaring (ml)
- V_o = volume air yang diamati (ml)
- V_s = volume air yang disaring (L)
- n = jumlah rata-rata total individu tiap lapangan pandang

Indeks Keanekaragaman (H')

Keanekaragaman jenis adalah pernyataan yang digunakan untuk mengetahui perbedaan jumlah jenis atau spesies dalam suatu komunitas. Perhitungan indeks keanekaragaman dilakukan dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener (Odum, 1998) sebagai berikut:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i = 1 - \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Keterangan:

- H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
- P_i = proporsi jenis ke-i (n_i/N)
- n = banyak individu genus ke-i
- N = banyak individu keseluruhan

Indeks Keseragaman (E)

Keseragaman menggambarkan sebaran atau kesamaan komposisi komunitas plankton. Perhitungan indeks keseragaman dilakukan dengan menggunakan rumus Piloni (Krebs, 1989) sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H' \text{ maks}}$$

Keterangan:

- E = indeks keseragaman
 H' = indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener
 H' maks = nilai keanekaragaman jenis maksimum (ln S)
 S = jumlah total individu

Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi fitoplankton pada perairan dihitung menggunakan rumus Piloni (Krebs, 1989) sebagai berikut:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan :

- N_i = jumlah total individu dari jenis ke-i (ind/cm²)
 N = total individu semua jenis (ind/cm²)

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Plankton di Setiap Stasiun Penelitian Telaga Dringo

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, diketahui bahwa terdapat 49 spesies plankton dengan 29 spesies merupakan fitoplankton dan 20 spesies merupakan zooplankton. Baik fitoplankton maupun zooplankton, dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsional grup. Pada fitoplankton fungsional grupnya terdiri atas 7 spesies dari alga *diatom pennate*, 7 spesies dari alga koloni, 4 spesies dari alga filamen, 10 spesies dari alga unisel, dan 1 spesies dari dinoflagellata. Adapun untuk zooplankton, fungsional grupnya terdiri atas 1 spesies dari cladocera, 5 spesies dari copepoda, 7 spesies dari rotifera, 6 spesies dari protozoa, dan 1 nauplius. Komposisi kehadiran fitoplankton dan zooplankton pada tiap titik sampling (TS) tertera pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Komposisi fitoplankton yang ditemukan di setiap stasiun penelitian

<i>Functional group</i>	<i>Spesies</i>	<i>Titik Sampling (TS)</i>				
		1	2	3	4	5
Alga Diatom Pennate	<i>Diatoma elongatum</i>	√	√	-	-	√
	<i>Fragilaria intermedia</i>	√	√	√	√	√
	<i>Navicula cuspidata</i>	√	√	√	√	√
	<i>Navicula gracilis</i>	√	√	√	√	√
	<i>Nitzschia</i> sp.	√	√	√	√	√
	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	√	√	√	√	√
	<i>Surirella linearis</i>	√	√	√	√	√
Alga Koloni	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	√	√	√	√	√
	<i>Chlorococcum humicola</i>	√	√	√	√	√
	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	√	√	√	√	√
	<i>Merismopedia convoluta</i>	√	√	√	√	√
	<i>Pediastrum boryanum</i>	-	-	√	-	-
	<i>Pediastrum simplex</i>	-	-	√	-	-
	<i>Scenedesmus abundans</i>	√	√	√	√	√
Alga Filamen	<i>Hyalotheca undulata</i>	√	√	√	√	√
	<i>Lyngbya</i> sp.	√	√	√	√	√
	<i>Oscillatoria limosa</i>	√	√	√	-	√
	<i>Symploca muscorum</i>	-	√	-	-	-
Alga Unisel	<i>Chlorella variegata</i>	√	√	√	√	√
	<i>Chlorella vulgaris</i>	√	√	√	√	√
	<i>Chodatella quadriseta</i>	√	√	√	√	√
	<i>Chodatella subsalsa</i>	√	√	√	√	√
	<i>Cosmarium</i> sp.	√	√	√	√	√
	<i>Polycystis inserta</i>	√	√	√	√	√
	<i>Staurastrum acanthastrum</i>	√	√	√	√	-
	<i>Staurastrum anatinum</i>	√	√	√	√	√
	<i>Staurastrum dorsidentiferum</i>	√	√	√	√	√
	<i>Synechocystis</i> sp.	√	√	√	√	√
Dinoflagellata	<i>Gonyaulax</i> sp.	√	√	√	√	√

Keanekaragaman jenis fitoplankton yang ditemukan di Telaga Dringo (Tabel 2) lebih banyak dibandingkan dengan keanekaragaman jenis zooplankton. Pada fitoplankton, keanekaragaman jenis tertinggi ditemukan pada fungsional grup alga unisel meliputi *Diatoma elongatum*, *Fragilaria intermedia*, *Navicula cuspidata*, *Navicula gracilis*, *Nitzschia* sp., *Rhizosolenia longiseta*, dan *Surirella linearis*. Fungsional grup alga diatom pennate meliputi *Diatoma elongatum*, *Fragilaria intermedia*, *Navicula cuspidata*, *Navicula gracilis*, *Nitzschia* sp., *Rhizosolenia longiseta*, dan *Surirella linearis*. Fungsional grup alga koloni meliputi *Aphanocapsa pulchra*, *Chlorococcum humicola*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Merismopedia convoluta*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum simplex*, dan *Scenedesmus abundans*. Fungsional grup alga filamen meliputi *Hyalotheca*

undulata, *Lyngbya* sp., *Oscillatoria limosa*, dan *Symploca muscorum*. keanekaragaman jenis terendah pada fungsional grup dinoflagellata meliputi *Gonyaulax* sp.

Tabel 3. Komposisi zooplankton yang ditemukan di setiap stasiun penelitian

Functional group	Spesies	Titik Sampling (TS)				
		1	2	3	4	5
Copepoda	<i>Canthocamptus staphylinus</i>	√	-	√	-	√
	<i>Cyclops bicuspidatus-thomasi</i>	-	√	√	√	-
	Larva crustaceae	-	-	√	√	√
	<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	-	√	√	-	-
	<i>Sinocalanus sinensis</i>	√	√	√	-	-
Nauplius	Nauplius	√	√	√	√	√
Protozoa	<i>Actinosphaerium</i> sp.	√	-	-	-	√
	<i>Arcella arenaria</i>	-	√	√	-	√
	<i>Centropyxis aculeata</i>	√	√	√	-	-
	<i>Tintinnidium fluvatile</i>	√	√	√	√	√
	<i>Trinema lineare</i>	√	√	√	√	√
	<i>Petalomonas abscissa</i>	√	√	√	√	√
Rotifera	<i>Asplanchna</i> sp.	√	√	√	√	√
	<i>Brachionus plicatilis</i>	√	-	-	-	-
	<i>Brachionus quadrisenta</i>	√	√	-	-	√
	<i>Epiphanes senta</i>	√	√	√	√	√
	<i>Keratella cochlearis</i>	√	√	√	√	√
	<i>Monostyla lunaris</i>	√	√	√	-	-
	<i>Notholca acuminata</i>	√	√	√	√	√

Keanekaragaman zooplankton yang ditemukan di Telaga Dringo (Tabel 3) ditemukan sejumlah 19 spesies. Pada zooplankton keanekaragaman jenis yang paling banyak ditemukan pada fungsional grup rotifera sebanyak 7 jenis meliputi *Asplanchna* sp., *Brachionus plicatilis*, *Brachionus quadrisenta*, *Ephiphanes senta*, *Keratella cochlearis*, *Monostyla lunaris*, dan *Notholca acuminata*. Pada fungsional grup protozoa ditemukan sebanyak 6 jenis meliputi *Actinosphaerium* sp., *Arcella arenaria*, *Centropyxis aculeata*, *Tintinnidium fluvatile*, *Trinema lineare*, dan *Petalomonas abscissa*. Pada fungsional grup copepoda ditemukan sebanyak 5 jenis meliputi *Canthocamptus staphylinus*, *Cyclops bicuspidatus-thomasi*, Larva crustaceae, *Pseudodiaptomus marinus*, dan *Sinocalanus sinensis* serta ditemukan satu Nauplius.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis dari fitoplankton lebih tinggi dari zooplankton. Terdapat hubungan yang erat antara fitoplankton dan zooplankton terutama dalam rantai makanan. Fitoplankton berperan dalam produsen primer yang akan menyediakan makanan terutama pada zooplankton, selanjutnya zooplankton akan dimangsa oleh tingkatan trofik yang lebih tinggi (Bouman et al., 2003). Tingginya keanekaragaman fitoplankton dibandingkan zooplankton menunjukkan bahwa pada ekosistem perairan Telaga Dringo masih relatif stabil dengan produktifitas perairan yang baik.

Kelimpahan Plankton di Telaga Dringo

Kelimpahan plankton dalam suatu perairan dapat digunakan sebagai petunjuk kesuburan lingkungan perairan. Selain itu, kelimpahan juga dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh/peranan suatu spesies dalam komunitas plankton, baik fitoplankton maupun zooplankton. Berdasarkan perhitungan nilai kelimpahan plankton didapatkan hasil nilai kelimpahan dalam tabel 4 dan 5.

Kelimpahan fitoplankton (Tabel 4) menunjukkan bahwa kelimpahan tertinggi adalah spesies *Nitzschia* sp. sebesar 19.386 ind/L dan termasuk dalam fungsional grup alga diatom pennate. Fungsional grup alga koloni dengan kelimpahan tertinggi adalah spesies *Chlorococcum humicola* sebesar 38 ind/L. Fungsional grup alga filamen dengan kelimpahan tertinggi adalah spesies *Hyalotheca undulata* sebesar 6 ind/L. Fungsional grup alga koloni dengan kelimpahan tertinggi adalah spesies *Chodatella quadriseta* sebesar 1052 ind/L. Fungsional grup dinoflagellata dengan kelimpahan tertinggi adalah spesies *Gonyaulax* sp. sebesar 183 ind/L. Spesies *Nitzschia* sp. memiliki nilai kelimpahan tertinggi di seluruh titik sampling, diduga disebabkan oleh kemampuan adaptasi tinggi terhadap perubahan lingkungan. Hal ini didukung dengan pernyataan Bates et al (2011) yang menyatakan bahwa *Nitzschia* sp. memiliki toleransi serta adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan perairan, sehingga dapat hidup pada lingkungan yang tercemar sekalipun. *Nitzschia* sp. dari kelas *Bacillariophyceae* memiliki respon sangat cepat terhadap penambahan nutrisi dalam lingkungan perairan dan mampu beradaptasi lebih cepat dibandingkan dengan kelas lainnya, sehingga cenderung memiliki kelimpahan tinggi dibandingkan spesies lainnya (Mahmud et al., 2012). Selain itu, kelimpahan fitoplankton dapat digunakan sebagai petunjuk kesuburan lingkungan perairan. Penentuan status trofik ini didasarkan pada komposisi Lander (1978) dengan kategori oligotrofik (tingkat kesuburan rendah, kelimpahan fitoplankton 0-2.000 ind/L), mesotrofik (tingkat kesuburan sedang, kelimpahan fitoplankton 2.000-15.000 ind/L), dan eutrofik (tingkat kesuburan tinggi, kelimpahan fitoplankton >15.000 ind/L). Dengan demikian, Telaga Dringo termasuk dalam perairan kategori eutrofik yang memiliki kesuburan tinggi (>15.000 ind/L) dengan spesies *Nitzschia* sp. sebesar 19.386 ind/L.

Sementara itu, berdasarkan kelimpahan zooplankton (Tabel 5) menunjukkan bahwa kelimpahan tertinggi adalah spesies *Asplanchna* sp. sebesar 5 ind/L dan termasuk dalam fungsional grup rotifera. Pada pada fungsional grup protozoa kelimpahan tertinggi adalah spesies *Petalomonas abscissa* sebesar 2 ind/L. Sementara pada fungsional grup copepoda kelimpahan tertinggi adalah spesies *Cyclops bicuspidatus-thomasi* sebesar 1 ind/L. Menurut Djuhanda (1980) dalam Wulandari et al (2014) menyatakan bahwa zooplankton kelompok Rotifera lebih

banyak ditemukan di perairan tawar dibandingkan dengan lautan. Tingginya kelimpahan Rotifera menandakan bahwa pada ekosistem tersebut dalam kondisi yang tidak sehat. Hal ini diduga karena siklus hidup reproduksinya yang cepat namun perkembangannya yang lambat dan kemampuannya yang sensitif terhadap perubahan kualitas air (Sladeczek, 1983). Berdasarkan hasil kelimpahan zooplankton tersebut dapat diketahui status perairan. Penentuan status perairan dapat dilakukan dengan pengukuran kelimpahan zooplankton yang diacu dari Goldman & Horne (1994). Status perairan oligotrofik adalah perairan yang tingkat kesuburannya adalah rendah dengan kelimpahan zooplankton kurang dari 1 ind/L. Status perairan mesotrofik adalah perairan yang memiliki tingkat kesuburan sedang dengan kelimpahan zooplankton berkisar antara 1-500 ind/L. Status perairan eutrofik adalah perairan yang mempunyai tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan zooplankton lebih dari 500 ind/L. Nilai kelimpahan tertinggi spesies *Asplanchna* sp. sebesar 5 ind/L, menandakan bahwa perairan Telaga Dringo termasuk ke dalam kategori mesotrofik yang memiliki tingkat kesuburan sedang

Tabel 4. Kelimpahan setiap jenis fitoplankton

No	Spesies	Kelimpahan (Ind/L)				
		TS 1	TS 2	TS 3	TS 4	TS 5
1	<i>Diatoma elongatum</i>	1,25	0,83	0,00	0,00	0,83
2	<i>Fragilaria intermedia</i>	7,08	2,08	1,67	1,67	1,25
3	<i>Navicula cuspidata</i>	3,75	2,50	3,75	2,92	0,83
4	<i>Navicula gracilis</i>	4.437,92	8,75	3.598,33	18,75	7,50
5	<i>Nitzschia</i> sp.	13.200,83	18.161,67	19.386,67*	10.789	14.457
6	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,83	0,42	3,75	1,67	0,83
7	<i>Surirella linearis</i>	8,33	7,92	10,83	10,83	10,83
8	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	24,17	17,50	25,42	17,08	19,58
9	<i>Chlorococcum humicola</i>	7,08	34,17	38,33	11,67	20,42
10	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	11,67	11,67	9,58	7,92	2,92
11	<i>Merismopedia convoluta</i>	2,08	4,58	7,50	5,83	2,92
12	<i>Pediastrum boryanym</i>	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00
13	<i>Pediastrum simplex</i>	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00
14	<i>Scenedesmus abundans</i>	2,92	1,67	3,33	5,83	2,92
15	<i>Hyalotheca undulata</i>	2,92	0,83	6,25	1,25	0,42
16	<i>Lyngbya</i> sp.	0,42	0,42	1,25	0,42	0,42
17	<i>Oscillatoria limosa</i>	0,83	0,83	0,42	0,00	0,42
18	<i>Simploca muscorum</i>	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00
19	<i>Chlorella variegata</i>	25,42	5,42	15,83	13,75	3,75
20	<i>Chlorella vulgaris</i>	57,50	81,25	223,33	84,58	157,08
21	<i>Chodatella quadriseta</i>	1052,50	541,67	793,75	743,33	615,83
22	<i>Chodatella subsalsa</i>	19,17	12,50	47,50	13,75	21,25
23	<i>Cosmarium</i> sp.	10,00	20,00	17,08	9,17	17,08
24	<i>Polycystis inserta</i>	37,92	10,42	41,25	28,33	29,17
25	<i>Staurastrum acanthastrum</i>	1,25	0,42	0,42	0,42	0,00
26	<i>Staurastrum anatinum</i>	226,25	304,58	195,42	184,58	321,25
27	<i>Staurastrum dorsidentiferum</i>	172,92	169,17	92,08	153,33	155,00
28	<i>Synechocystis</i> sp.	12,08	39,58	17,08	23,33	17,50
29	<i>Gonyaulax</i> sp.	183,33	10,42	22,92	22,92	81,67

Keterangan: * menyatakan nilai kelimpahan tertinggi

Tabel 5. Kelimpahan setiap jenis zooplankton

No	Spesies	Kelimpahan (Ind/L)				
		TS 1	TS 2	TS 3	TS 4	TS 5
1	<i>Balanus</i> sp.	0,08	0,00	0,00	0,00	0,17
2	<i>Canthocamptus staphylinus</i>	0,33	0,00	0,83	0,00	0,17
3	<i>Cyclops bicuspidatus-thomasi</i>	0,00	1,58	0,50	0,17	0,00
4	<i>Larva crustacea</i>	0,00	0,00	0,08	0,25	0,17
5	<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00
6	<i>Sinocalanus sinensis</i>	0,08	0,08	0,58	0,00	0,00
7	<i>Asplanchna</i> sp.	2,00	5,33*	2,17	1,33	3,83
8	<i>Brachionus plicatilis</i>	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Brachionus quadridentata</i>	0,17	0,08	0,00	0,00	0,17
10	<i>Epiphanes senta</i>	1,17	0,67	1,92	1,67	0,83
11	<i>Keratella cochlearis</i>	0,75	1,33	0,17	0,83	0,42
12	<i>Monostyla lunaris</i>	0,08	0,08	0,17	0,00	0,00
13	<i>Notholca acuminata</i>	1,17	1,42	1,42	1,42	0,75
14	<i>Actinospherium</i> sp.	0,08	0,00	0,00	0,00	0,42
15	<i>Arcella arenaria</i>	0,00	0,42	0,58	0,00	0,58
16	<i>Centropyxis</i> sp.	0,33	0,08	0,08	0,00	0,00
17	<i>Petalomonas abscissa</i>	1,08	1,50	2,58	1,00	2,17
18	<i>Tintinnidium fluviatile</i>	0,17	0,25	1,08	0,25	0,50
19	<i>Trinema lineare</i>	0,67	1,17	2,17	0,75	0,83
20	<i>Nauplius</i>	0,25	0,92	0,08	0,33	0,17

Keterangan: * menyatakan nilai kelimpahan tertinggi

Indeks Ekologi Plankton di Telaga Dringo

Struktur komunitas plankton dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C) untuk fitoplankton dan zooplankton di Telaga Dringo tertera dalam tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi fitoplankton tiap titik sampling

Indeks	Titik sampling (TS)				
	1	2	3	4	5
Keanekaragaman (H')	0,47	0,36	0,36	0,54	0,48
Keseragaman (E)	0,14	0,11	0,11	0,16	0,14
Dominansi (C)	0,82	0,87	0,88	0,79	0,82

Berdasarkan tabel 6, indeks keanekaragaman fitoplankton Telaga Dringo berkisar sebesar 0,36-0,54 dan termasuk dalam kategori keanekaragaman rendah. Mengacu pada persamaan Shannon-Wiener dalam Yusanti et al (2018), kriteria indeks keanekaragaman dibagi menjadi keanekaragaman rendah ($H' < 1$), keanekaragaman sedang ($H' < 3$), dan keanekaragaman tinggi ($H' > 3$). Rendahnya keanekaragaman fitoplankton pada perairan ini menandakan bahwa kemampuan fitoplankton dalam memanfaatkan dan bersifat toleran terhadap faktor lingkungan yang tidak mendukung. Akibatnya hanya didapati beberapa spesies tertentu yang cenderung melimpah dibandingkan spesies lainnya (Shabrina et al., 2020). Kriteria indeks keseragaman (E) mendekati 0 berarti keseragaman antar jenis spesies tergolong rendah dan sebaliknya mendekati satu berarti keseragaman antar jenis spesies tergolong merata atau sedang (Syafriani & Apriadi, 2017). Indeks keseragaman fitoplankton Telaga Dringo berkisar sebesar 0,11-0,16 hampir mendekati 0 yang berarti tingkat keseragaman rendah, menunjukkan adanya dominansi spesies tertentu berupa *Nitzschia* sp. dan menunjukkan adanya tekanan ekologis perairan. Kriteria indeks dominansi (C) adalah tidak ada genus yang mendominasi ($0 < C \leq 0,5$) dan terdapat genus yang mendominasi ($0,5 < C < 1$). Indeks dominansi fitoplankton Telaga Dringo berkisar sebesar 0,82-0,88, artinya terdapat genus yang mendominasi perairan tersebut.

Tabel 7. Indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi zooplankton tiap titik sampling

Indeks	Titik sampling (TS)				
	1	2	3	4	5
Keanekaragaman (H')	2,29	1,73	2,02	1,89	1,89
Keseragaman (E)	0,78	0,59	0,69	0,64	0,64
Dominansi (C)	0,13	0,18	0,12	0,14	0,18

Berdasarkan tabel 7, indeks keanekaragaman zooplankton di Telaga Dringo termasuk dalam kategori sedang. Menurut Paiki et al (2018) nilai indeks $1 \leq H \leq 3$ menunjukkan keanekaragaman jenis sedang. Keanekaragaman zooplankton yang terdapat pada Telaga Dringo dikategorikan sebagai keanekaragaman sedang dengan produktivitas perairan yang cukup, dan kondisi ekosistem perairan yang relatif stabil. Menurut Adinugroho et al (2014) dalam Paiki et al (2018), nilai dominansi mendekati 0 menunjukkan tidak ada jenis yang mendominasi, sedangkan nilai indeks yang mendekati 1 menunjukkan terdapat jenis yang mendominasi. Nilai indeks dominansi zooplankton di Telaga Dringo adalah $0,5 \leq C \leq 1$ yang menunjukkan tidak terdapat jenis zooplankton yang mendominasi dan tidak adanya tekanan pada komunitas tersebut. Menurut Fachrul (2007) dalam Paiki et al (2018), nilai indeks keseragaman yang mendekati 1 menunjukkan keseragaman antar spesies yang merata. Nilai indeks keseragaman zooplankton di Telaga Dringo berkisar antara $0,6 < E < 1$ yang menunjukkan bahwa ekosistem tersebut tergolong stabil dan zooplankton terdistribusi secara merata pada seluruh titik sampling. Stabilitasnya komunitas di perairan Telaga Dringo ini dapat diartikan bahwa tidak ada suatu spesies yang mendominasi terhadap spesies yang lainnya dan tidak adanya tekanan pada komunitas tersebut.

Pengukuran Parameter Fisikokimia di Telaga Dringo

Kondisi parameter fisikokimia perairan sangat penting untuk keberlangsungan hidup biota perairan, terutama plankton, karena saling berhubungan satu sama lain. Hasil pengukuran parameter fisikokimia di Telaga Dringo tertera pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Parameter Fisikokimia di Telaga Dringo

Parameter	Teori Kisaran Hidup Plankton	Hasil
Suhu Air	20–30°C	20.42 ± 1.63°C
Intensitas Cahaya	48.500–120.000 Lux	44.123.17 ± 34358.74 Lux
Dissolved Oxygen (DO)	> 5 ppm	9.85 ± 0.80 ppm
pH	6.5–8.5	7.15 ± 0.12
Nitrat	10 mg/L	3.85 ± 0.00 mg/L
Sulfat	400 mg/L	5.57 ± 0.00 mg/L
Fosfat	0,2 mg/L	0.09 ± 0.00 mg/L

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan bahwa pengukuran parameter fisikokimia kualitas air Telaga Dringo memiliki hasil yang relatif sesuai dengan teori kisaran hidup plankton. Hasil penelitian yang tidak sesuai adalah rerata intensitas cahaya sebesar 44.123 ± 34.358 Lux, lebih kecil dibandingkan teori kisaran hidup plankton sebesar 48.500–120.000 Lux (Marzetz et al., 2020). Intensitas cahaya rendah pada saat penelitian disebabkan karena kondisi cuaca yang cukup berawa. Intensitas cahaya merujuk pada kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Kondisi intensitas cahaya dapat secara langsung mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton karena semakin dalam penetrasi cahaya matahari ke dalam air, semakin banyak cahaya yang tersedia bagi fitoplankton untuk melakukan fotosintesis.

Pada pengukuran suhu air didapatkan rerata hasil sebesar 20.42 ± 1.63 , hasil tersebut berada pada nilai yang optimal untuk mendukung keberlangsungan hidup plankton di perairan, baik fitoplankton maupun zooplankton. Suhu memiliki dampak langsung pada pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton, di mana suhu optimal sekitar 20-30°C mendukung pertumbuhan plankton (Solihah et al., 2016), karena suhu mempengaruhi proses kimia dan biologi. Intensitas cahaya yang memasuki air mempengaruhi suhu perairan. Pada suhu yang lebih tinggi, umumnya terjadi peningkatan kelimpahan fitoplankton karena intensitas cahaya berpengaruh pada proses fotosintesis, sedangkan pada zooplankton lebih bersifat fototaksis negatif terhadap cahaya.

Kehidupan organisme di perairan sangat tergantung pada ketersediaan oksigen terlarut di dalam air. Kandungan *Dissolved Oxygen* (DO) memiliki dampak pada keragaman organisme perairan. Rerata nilai DO yang diukur pada saat penelitian sebesar $9,85 \pm 0,80$ ppm. Menurut Ulqodry (2010), kandungan DO di perairan yang lebih tinggi dari 5 mg/l diperlukan untuk mendukung pertumbuhan baik fitoplankton maupun zooplankton, sehingga kandungan *Dissolved Oxygen* (DO) yang terukur di semua titik sampling tetap dalam rentang normal.

Nilai pH menggambarkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan dan memiliki dampak signifikan pada organisme di dalamnya. Nilai pH yang diukur pada penelitian ini berkisar 7.15 ± 0.12 . Menurut Lismining dan Hendra (2009), kisaran pH optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah antara 6,0 hingga 8,0, sementara untuk zooplankton berkisar antara 5,0 hingga 8,0. Dengan demikian, kondisi pH di Telaga Dringo masih dalam rentang normal dan mendukung pertumbuhan fitoplankton dan zooplankton.

Nutrien memiliki peranan yang signifikan dalam ekosistem pesisir dan laut karena diperlukan oleh seluruh makhluk hidup di sana, termasuk fitoplankton dan zooplankton, sebagai komponen penting dalam rantai makanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kisaran kandungan nitrat sebesar 3.85 ± 0.00 , Berdasarkan baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2002, kandungan nitrat yang aman pada air yaitu 10 mg/L (Nugroho et al., 2014). Adapun hasil analisis pengukuran kandungan sulfat pada Telaga Dringo sebesar 5.57 ± 0.00 . Baku mutu sulfat berdasarkan Peraturan pemerintah No. 82 tahun 2021 pada air adalah 400 mg/L (Munfiah et al., 2013). Hasil pengukuran kandungan fosfat di Telaga Dringo berkisar 0.09 ± 0.00 . Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, batas kandungan fosfat yang baik dalam perairan adalah 0,2 mg/L (Ngibad, 2019). Dengan demikian, kondisi kandungan nutrisi (nitrat, sulfat, dan fosfat) di Telaga Dringo masih dalam rentang normal dan mendukung pertumbuhan fitoplankton dan zooplankton.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Telaga Dringo, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah ditemukan 29 spesies fitoplankton dan 20 spesies zooplankton. Kelimpahan plankton yang ditemukan termasuk dalam kategori dengan kesuburan sedang-tinggi. Pada fitoplankton, indeks keanekaragaman tergolong sedang, indeks keseragaman tergolong rendah, dan indeks dominansi tergolong tinggi. Pada zooplankton, indeks keanekaragaman tergolong sedang, indeks keseragaman tergolong merata, dan indeks dominansi tergolong rendah. Parameter fisikokimia perairan menunjukkan bahwa perairan Telaga Dringo baik untuk menunjang kehidupan plankton. Parameter fisikokimia seperti suhu, pH, *dissolved oxygen*, nitrat, sulfat, dan fosfat berada dalam kondisi yang ideal untuk mendukung kelangsungan hidup plankton di perairan, baik itu fitoplankton maupun zooplankton. Sementara pada parameter intensitas cahaya, menunjukkan bahwa intensitas cahaya di Telaga Dringo lebih rendah dibandingkan syarat kehidupan plankton.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, S.U. selaku Ketua Peneliti dalam Hibah Penelitian Kolaborasi Dosen dan Mahasiswa (KDM) Tahun 2023 yang telah memfasilitasi, membimbing, dan memberikan arahan selama proses penelitian. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pihak Hibah Penelitian Kolaborasi Dosen dan Mahasiswa (KDM) Tahun 2023 Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada dengan Nomor:1534/UN1/FBI.1/KSA/PT.01.03/2023 yang telah memberikan dana penelitian dan segenap pengurus BKSDA Jawa Tengah.

Daftar Pustaka

- Anggara, A. P., Kartijono, N. E., & Badijantoro, P. M. (2017). Kenakearagaman plankton di Kawasan Cagar Alam Anggara, A. P., Kartijono, N. E., & Badijantoro, P. M. (2017). Kenakearagaman plankton di Kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo, Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah. *Jurnal MIPA*, 40(2), 74-79.
- [APHA] American Public Health Association. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition*. Washington: APHA, AWWA (American Waters Works Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). 3-42.
- Bates S. S., Hubbard K. A., Lundholm N., Montresor M., & Leaw C. P. (2018). *Pseudo-Nitzschia*, *Nitzschia*, and domoic acid: new research since 2011. *Harmful Algae*, 79, 3-43.
- Bouman, H. A., Platt, T., Sathyendranath, S., Li, W. K. W., Stuart, V., Fuentes-Yaco, C., Maass, H., Horne, E. P. W., Ulloa, O., Lutz, V. & Kyewalyanga, M. (2003). Temperature as indicator of optical properties and

- community structure of marine phytoplankton: implications for remote sensing. *Mar Ecol Prog Ser.* 258, 19-30.
- Goldman, C. & Horne, A. (1994). *Limnology*. Mc. Graw Hill Book Co. USA.
- Inventarisasi Potensi Kawasan CA Pringombo I dan II, CA Tlogo Dringo dan CA Tlogo Sumurup Kabupaten Banjarnegara.* (2014). Semarang: Balai Konservasi dan Sumber Daya Alam Jawa Tengah.
- JDIH Kemaritiman & Investasi. (2023). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 28 Tahun 2009 Tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Dan/Atau Waduk. <https://jdih.maritim.go.id/cfind/source/files/permen-lhk/mlh-p.28.pdf>. Diakses pada 15 Maret 2023, jam 16.00.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology 2nd edition*. Addison-Welsey Educational Publishers Inc. California.
- Lismining, P. & Hendra, S. (2009). Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Danau Setani, Papua. *Jurnal Limnotek*, 16(2), 88-98.
- Landner. (1978). *Eutrofication of Lakes: Causes Effects and Means for Control with Emphasis on Lake Rehabilitation*. World Health Organization.
- Mahmud, S., Aunurohim, dan T.D. Tjahyaningrum. (2012). Struktur komunitas fitoplankton pada tambak dengan pupuk dan tambak tanpa pupuk di Kelurahan Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. *J. Sains dan Seni ITS*, 1: 10-15.
- Makmur, M., Kusnoputranto, H., Moersidik, S. S., & Wisnubroto, D. S. (2012). Pengaruh limbah organik dan rasio n/p terhadap kelimpahan fitoplankton di kawasan budidaya kerrang hijau cilincing. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 15(2), 51-64.
- Marzetz, V., Spijkerman, E., Striebel, M. & Wacker, A. (2020) Phytoplankton Community Responses to Interactions Between Light Intensity, Light Variations, and Phosphorus Supply. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 1-11.
- Munfiah, S., Nurjazuli, & Setiani, O. (2013). Kualitas fisik dan kimia air sumur gali dan sumur bor di wilayah kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12(2), 154-159.
- Nugroho, A. S. Tanjung, S. D. (2014). Distribusi serta kandungan nitrat dan fosfat di perairan Danau Rawa Pening. *Bioma*, 3(1), 27-41.
- Odum, E.P. (1998). *Dasar-dasar Ekologi (Fundamentals of Ecology)*. Diterjemahkan oleh Tj. Samingan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ngibad, K. (2019). Analisis kadar fosfat dalam air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *J. Pijar. MIPA*, 14(3), 197-201.
- Shabrina, F. N., Saptarini, D., & Setiawan, E. (2020). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 9(2): 2337-3520.
- Sladeczek, V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, 100: 169-201.
- Susilowati, D., Tanjung, R. H. R., & Lantang, D. (2016). Keragaman dan kelimpahan plankton sebagai bioindikator kualitas lingkungan di perairan Pantai Jayapura. *Jurnal Biologi Papua*, 8(2), 79-96.
- Solihah, E., Rahayu, S. Y. S., & Triasti N. N. (2016). Kualitas Air Dan Keanekaragaman Plankton di Danau Cikaret, Cibinong, Bogor. *Jurnal Ekologia*, 16 (2), 1-10.
- Syafriani, R. & Apriadi, T. 2017. Keanekaragaman fitoplankton di Perairan Estuari Sei Terusan, Kota Tanjungpinang. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 24(2), 74-82.
- Paiki, K., John, D. Kalor., Indrayani, E. & Dimara, L. (2018). Distribusi kelimpahan dan keanekaragaman zooplankton di Perairan Pesisir Yapen Timur, Papua. *Maspari Journal*. 10(2), 199-206.
- Ulqodry, T. Z., Yulisman, Y., Syahdan, M., & Santoso, S. (2010). Karakteristik dan sebaran nitrat, fosfat, dan oksigen terlarut di perairan Karimunjawa Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(1), 35-41.
- Virgiawan, C. (2015). Studi keanekaragaman capung (*Odonata*) sebagai bioindikator kualitas air Sungai Brantas Batu-Malang dan sumber belajar biologi. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 1(2),188-196. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v1i2.3330>.
- Wulandari, J., Afrizal, S. & Nurdin, J. (2014). Komposisi dan struktur zooplankton di Danau Singkarak. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 3(1), 63-67. <https://doi.org/10.25077/jbioua.3.1.%25p.2014>.