

TELAAH PUSTAKA : EVALUASI DAN BIOMONITORING DANAU BERBASIS EKOWISATA

Hanif Syafrian Purnama*, Hertien Koosbandiah Surtikanti, Diah Kusumawaty, Kusdianti

Program Studi Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia
Jalan Dr Setiabudi no. 229 Bandung

*e-mail korespondensi:

*syafrian@upi.edu

hertien_surtikanti@yahoo.com

@d.kusumawaty@gmail.com

kusdianti26@gmail.com

Abstrak. Evaluasi dan biomonitoring danau telah menjadi penelitian populer di bidang toksikologi perairan. Evaluasi dan biomonitoring perairan dianggap sebagai salah satu cara yang efektif untuk mengetahui dan mengontrol kualitas perairan pada suatu danau. Kualitas danau yang baik akan berperan penting dalam menyangga beberapa sektor kehidupan manusia, termasuk pariwisata. Belakangan trend pariwisata berbasis alam yang terus meningkat, salah satunya pada wisata perairan danau. Sayangnya kualitas perairan kawasan wisata belum dievaluasi dan dikontrol secara maksimal karena masih minimnya penelitian terkait evaluasi dan biomonitoring berbasis ekowisata. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah metode dan hasil dari beberapa literatur dengan topik terkait. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur yang berkaitan dengan evaluasi dan biomonitoring danau serta ekowisata danau. Terdapat tiga literatur utama dan 23 literatur penunjang bereputasi dan berindeks scopus yang digunakan peneliti. Literatur utama menggunakan plankton sebagai bioindikator. Peneliti menganalisis metode serta hasil pada literatur terkait, yang kemudian ditelaah lebih lanjut. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan keanekaragaman dan pemerataan plankton dapat menggambarkan kualitas perairan danau. Kenampakan beberapa taksa plankton yang bersifat toleran terhadap polutan pada beberapa literatur seperti Chlorophyta dan Cyanophyta untuk Fitoplankton dan Rotifera untuk Zooplankton dapat mengindikasikan pencemaran pada perairan danau. Suatu kawasan wisata perairan harus melakukan evaluasi dan biomonitoring secara berkala dalam menjaga kualitas perairan danau tersebut.

Kata kunci: Biomonitoring, Danau, Ekowisata, Evaluasi, Fitoplankton, Zooplankton

Abstract. Evaluation and biomonitoring of lakes has become a popular area of research in aquatic toxicology. Evaluation and biomonitoring of waters is considered as an effective way to determine and control the quality of waters in a lake. Good lake quality will play an important role in supporting several sectors of human life, including tourism. Recently, the trend of nature-based tourism has continued to increase, one of which is tourism in lake waters. Unfortunately, the quality of the waters in tourist areas has not been optimally evaluated and controlled due to the lack of research related to ecotourism-based evaluation and biomonitoring. This study aims to examine the methods and results of several articles on related topics. This research was conducted

by collecting articles related to the evaluation and biomonitoring of lakes and lake ecotourism. There are three main articles and 23 reputable and Scopus indexed supporting articles used by researchers. The main article uses plankton as a bioindicator. Researchers analyzed the methods and results in related articles, which were then reviewed further. The results of this study reveal the diversity and evenness of plankton can describe the quality of lake waters. The appearance of several plankton taxa that are tolerant to pollutants in several articles such as Chlorophyta and Cyanophyta for Phytoplankton and Rotifera for Zooplankton can indicate pollution in lake waters. An aquatic tourism area must carry out periodic evaluations and biomonitoring in maintaining the quality of the lake's waters

Key Words: *Biomonitoring, Ecotourism, Evaluation, Lake, Phytoplankton, Zooplankton*

PENDAHULUAN

Danau merupakan salah satu perairan air tawar yang paling sering dijumpai. Dalam skala dunia 90% air tawar di permukaan bumi terkandung pada danau (Trisakti et al., 2011) Danau sendiri merupakan suatu ekosistem yang membendung air, umumnya memiliki bentuk mangkok (*bowl-shape*) yang tingginya lebih rendah dari permukaan terrestrial (Hilmann et al., 2008). Indonesia merupakan negara kepulauan dengan ekosistem danau yang hampir tersebar di setiap pulau. Pencatatan kuantitas danau yang dilakukan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada tahun 2020 mengemukakan jumlah danau yang terdapat di Indonesia sebanyak 5.807 danau.

Ekosistem danau memegang fungsi penting bagi penunjang kehidupan manusia baik dari sisi ekologi, ekonomi maupun sosial budaya. Selain itu danau juga merupakan sumber daya alam yang esensial dalam menjamin kecukupan air di daratan (Tyas et al., 2021). Eksistensi sebuah danau dapat memberikan pengaruh terhadap keseimbangan ekosistem di sekelilingnya, sebaliknya kualitas danau juga dipengaruhi oleh ekosistem di sekitarnya. Ekosistem danau selalu mendapat pasokan air dari

daerah sekeliling danau, sehingga air danau cenderung memperoleh zat-zat terlarut yang terbawa bersama air yang masuk (inlet) hal ini seringkali membuat danau menjadi tercemar (Dewanti, 2016).

Maraknya pencemaran di wilayah perairan menyebabkan penurunan mutu perairan. (Tallar & Sunaris, 2019). Mutu perairan berhubungan dengan potensi perairan tersebut. Mutu perairan danau dapat ditinjau dengan melihat organisme yang hidup pada perairan. Keberadaan organisme perairan merupakan indikator biologis pencemaran air. Penggunaan organisme perairan untuk evaluasi dan biomonitoring dapat menggambarkan tingkat vitalitas makhluk hidup (Hamada et al., 195). Selain itu indikator biologis memiliki batasan deteksi yang luas terhadap polutan, sehingga dapat membantu memprediksi paparan di masa lalu dan menilai kerentanan individu, indikator yang baik untuk biomonitoring harus memiliki sifat yang sensitif dan akumulatif terhadap perubahan keadaan (Oksanen et al., 1991). Plankton dapat dimanfaatkan sebagai agen biomonitoring dan evaluasi air danau (Geng et al., 2022)

Organisme perairan digunakan sebagai biomonitoring yang dapat dipantau secara berkesinambungan dan merupakan indikator

yang relatif mudah digunakan untuk monitoring dan evaluasi terjadinya pencemaran (Saragih & Erizka, 2018). Plankton dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran karena memiliki tingkat kepekaan tinggi terhadap adanya pencemaran (Awaludin, et al., 2016). Selain itu, plankton memiliki fungsi ekologi penting sebagai produsen primer dan awal pada rantai dalam jaring makanan, sehingga plankton dapat dijadikan sebagai tolak ukur kesuburan perairan (Soliha et al., 2016). Plankton merupakan organisme renik yang hidup melayang-layang mengikuti arus air. Plankton dikelompokkan menjadi dua, yaitu fitoplankton dan zooplankton.

Penurunan kualitas air danau juga berdampak bagi perekonomian pada zona pariwisata, mengingat tren akhir-akhir ini kegiatan pariwisata kembali ke alam (*back to nature*) kembali meningkat, dibandingkan wisata perkotaan (Decently et al., 2014). Sejak beberapa waktu silam, berbagai usaha telah dilakukan pemangku kebijakan baik di Indonesia maupun skala global dengan bantuan pihak swasta terkait penanganan masalah pencemaran, namun belum memperoleh hasil maksimal. Oleh karenanya, permasalahan ini layak untuk diberi perhatian khusus dan diupayakan secara maksimal dalam waktu dekat dikarenakan pengembangan industri ekowisata perairan yang semakin ditingkatkan di beberapa negara termasuk Indonesia. Jika hal ini berjalan baik maka akan menarik banyak wisatawan dan berdampak pada pemasukan negara. Penjaminan mutu perairan pariwisata dapat dilakukan dengan kegiatan evaluasi dan biomonitoring berbasis ekowisata. Ekowisata perairan sendiri merupakan kegiatan pariwisata perairan yang berwawasan lingkungan dengan menjaga keberlanjutannya terutama pada aspek mutu perairan. Hal ini berbeda dengan pariwisata perairan konvensional yang mengabaikan dampak lingkungan (Tallar & Sunaris, 2019).

Pemanfaatan biomonitoring ini dapat membantu dalam mengontrol kualitas perairan secara cukup konsisten, selain itu pemanfaatan biomonitoring dapat menjawab kurang efektifnya uji fisika kimia air yang cenderung mahal dan tidak alami. Akan tetapi biomonitoring sendiri pun tidak cukup untuk menggambarkan kualitas sebuah perairan, sehingga uji parameter fisika kimia air harus tetap dilakukan sebagai data pendukung. Makalah ini mengkaji mengenai evaluasi dan biomonitoring perairan danau yang meliputi *sampling site*, metode pengambilan sampel, analisa data, data penunjang dan hasil yang digunakan dalam beberapa literatur terkait.

BAHAN DAN METODE

Penulisan makalah ini menggunakan *systematic literature review* dengan memanfaatkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang kemudian dikaji kembali, sehingga menyajikan output terhadap data yang ada, serta penjelasan menyeluruh dari suatu penemuan sehingga dapat dijadikan suatu landasan yang kuat (Andriani, 2022). Tema yang diangkat dalam makalah ini adalah evaluasi dan biomonitoring perairan air tawar khususnya pada danau.

Pencarian literatur dilakukan pada laman [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com) yang merupakan unit perusahaan penerbit Elsevier, dan pada laman Google cendikia. Literatur diseleksi berdasarkan beberapa kriteria, antara lain literatur harus terbitan lima tahun terakhir dengan minimal lima halaman berupa teks. Literatur juga harus terindeks dalam laman Scimago dengan rentang Q1-Q4. Tiga literatur dipilih sebagai bahan kajian utama kemudian ketiga literatur tersebut dikaji secara mendalam dan ditelaah sisi persamaan dan perbedaannya. Selain itu, terdapat 20 literatur lain sebagai literatur penunjang yang juga dipakai dalam pembuatan artikel ini. Literatur yang dikaji menggunakan plankton

sebagai bioindikator untuk evaluasi dan monitoring danau.

Hasil revidi dibagi menjadi empat bagian yang meliputi *sampling site* / lokasi pencuplikan sampling, metode sampling yang dilakukan, analisa data yang digunakan untuk menggambarkan kualitas perairan, dan data penunjang yang digunakan dalam penelitian,.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Tabel komparasi literatur terkait

	(Tang et al., 2019) Planktonic indicators of trophic states for a shallow lake (Baiyangdian Lake, China).	(Geng et al., 2022) Response of planktonic diversity and stability to environmental drivers in a shallow eutrophic lake.	(Yusuf, 2020) Phytoplankton as bioindicators of water quality in nasarawa reservoir, Katsina State Nigeria.
<i>Sampling site</i>	Berdasarkan karakteristik perairannya danau dibagi menjadi lima kawasan. Lima kawasan tersebut dibagi lagi menjadi 12 stasiun pengamatan . (pengambilan dilakukan Juli (musim panas) dan November (musim gugur) dan Maret (musim semi) 2016	Berdasarkan karakteristiknya ditetapkan 15 lokasi stasiun yang mewakili habitat yang berbeda. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Januari (musim dingin), April (musim semi), Juli (Musim Panas), dan Oktober (Musim gugur) 2019	Dalam pengambilan sampel wilayah perairan dibagi menjadi 5 stasiun dengan jarak minimum 200 m antar stasiun. Pengambilan sampel dilakukan secara acak dari bulan Februari – November 2018
Metode	Purposive sampling. Fitoplankton : Sampel fitoplankton dikumpulkan dengan mencampurkan air dari beberapa kedalaman. Sampel diawetkan dengan lugol untuk identifikasi. Perhitungan biomassa Zooplankton : disaring dan hewan disimpan didalam botol plastik 30 ml. Diawetkan dengan lugol. Skema iden Faktor abiotik : Diukur dengan YSI 6600 multiparameter probe meliputi Suhu, konduktivitas, TDS, DO, Ph, ORP, NH4. Sedangkan kekeruhan menggunakan secchi disk. Total nitrogen, total pospor dan COD dalam sampel diukur di lab	Purposive sampling. Sampel meliputi fitoplankton dan zooplankton. Dikumpulkan pada kedalaman 0,5 m. menggunakan jaring yang berbeda. Kemudian dibawa ke lab dan diawetkan dengan formaldehida untuk identifikasi. Identifikasi dilakukan dengan taksa terkini apda www.algaebase.org . Lalu perhitungan biomassa plankton Faktor abiotik : Multi 3420 analyzer (WGmbH, Weilheim, Jerman) digunakan untuk menentukan (DO), pH, salinitas , (TDS), dan (TEMP) pada 0,5 m di atas permukaan air pada setiap situs pengambilan sampel. Kecepatan angin diukur menggunakan stasiun cuaca portabel (Kestrel 5500, US NK). <i>Disk Secchi</i> digunakan untuk mengukur kedalaman Secchi (cm). Turbidimeter portabel (2100P Portable	<i>Stratified sampling</i> Fitoplankton : Sampel fitoplankton dikumpulkan dengan jaring ditenggelamkan dan ditarik sejauh satu meter untuk setiap stasiun. Sampel kemudian diawetkan dengan lugol lalu disimpan untuk pemeriksaan selanjutnya. Identifikasi species dilakukan dengan menggunakan kunci (Needham , 1975). Faktor abiotik : dianalisis menggunakan alat pengukur, tetapi alkalinitas diukur dengan metode titrasi.

		Turbidimeter, HACH, USA) digunakan untuk mengukur kekeruhan. Pengukur kedalaman genggam (Speedtech SM-5A, USA) digunakan untuk mengukur kedalaman air (WD). Variabel kimia nitrogen total (TN), Fosfor total (TP), Kadar klorofil (Chl-a)	
Analisa data	Keadaan trofik danau diukur dengan <i>Trofik State Index</i> (TSI). Dominansi species dengan bantuan software Arcgis. Perhitungan indek dominansi. Keanekaragaman plankton dihitung dengan <i>shannon wiener index</i> (H). Kemerataan plankton diukur dengan <i>Pielou evennes index</i> (J).	Keanekaragaman plankton menggunakan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H). Kemerataan plankton diukur dengan <i>Pielou evennes index</i> (J). Fluktuasi biomassa dihitung dengan rumus Bray-curtis (BC). Indeks pencemaran diukur dengan rumus indeks pencemaran (pi) (Lie et al.,2016). Kemudian analisis korespodensi untuk menentukan pendekatan hubungan terbaik faktor-faktor yang mempegaruhi struktur komunitas fitoplankton	Keanekaragaman plankton menggunakan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H). Kelimpahan relatif menggunakan rumus (N).
Data Penunjang	Faktor abiotik : Suhu, konduktivitas, TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>), DO (<i>Dissolved Oxygen</i>), pH, ORP (Potensi Reduksi Oksidasi), NH ₄ ⁺ , COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>), TP (Total Fosfor), Kekeruhan, kedalaman air	Kedalaman air, TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>), suhu, Ph, DO (<i>Dissolved Oxygen</i>), salinitas, kecepatan angin, COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>), , Chl-a, (nutrisi) TN (Total Nitrogen), TP (Total fosfor)	Suhu, konduktivitas, pH, TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>), DO (<i>Dissolved Oxygen</i>), BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>) , alkalinitas

Ketiga literatur yang dikaji membahas mengenai pemanfaatan plankton sebagai biomonitoring pada perairan danau berbasis ekowisata. Dalam ketiga literatur cenderung memiliki beberapa kesamaan, tetapi masing-masing literatur memiliki ciri khusus. Variasi ini disebabkan oleh perbedaan lokasi dan waktu pengambilan sampel pada masing-masing literatur. Tabel 1 membahas rincian

dari masing-masing literatur terkait *sampling site* (wilayah pengambilan sampel), metode pengambilan sampel, analisa data dan data penunjang yang digunakan dalam penelitian.

Sampling site atau wilayah pengambilan sampel ditetapkan berdasarkan karakteristik wilayah perairan tersebut. Selain itu wilayah pengambilan sampel dibuat banyak agar data tidak bias dan dapat

mewakili keadaan asli. Pada penelitian Tang et al., (2019), S1 merupakan pintu masuk utama hulu sungai, limbah domestik, dan pencemaran pertanian ke dalam danau. Itu juga merupakan pelabuhan, di mana air sering terganggu oleh kapal dan tercemar oleh minyak Situs S5 dan S7 jauh dari aktivitas manusia. S7 juga dekat dengan satu-satunya pintu keluar danau, yang dikendalikan oleh gerbang. Gerbang ditutup untuk menyimpan air dan menjaga tingkat air ekologis danau hampir sepanjang waktu. Stasiun S6 dan S8 adalah kawasan akuakultur. Stasiun S2, S9, S10, S11, dan S12 merupakan kawasan objek wisata. Stasiun S1, S3, S4, dan S9 memiliki polusi parah, dekat pemukiman penduduk. Pada penelitian (Geng et al., 2022) Lokasi wilayah pengambilan sampel dibagi berdasarkan morfologi, hidrologi dan fungsi air danau, pada literatur ini lokasi pengambilan sampel juga mempertimbangkan keberadaan rumput teki, sehingga stasiun menghindari pertumbuhan rumput teki yang dapat memungkinkan terjadi bias data. Pada penelitian Yusuf, (2020) 5 titik pengambilan sampel yang letaknya tak jauh dari daratan. Akan tetapi titik pengambilan tersebut mengelilingi keseluruhan danau.

Pada penelitian (Tang et al., 2019) dan (Geng et al., 2022) metode pengambilan sampel dilakukan dengan prinsip purposive sampling, berbeda dengan penelitian yang dilakukan (Yusuf, 2020) yang menggunakan metode stratifikasi bertingkat. *Purposive sampling* dilakukan oleh peneliti ketika peneliti tersebut mempertimbangkan karakteristik dan ciri-ciri tertentu atau ada maksud untuk membandingkan suatu tempat dengan tempat lain berdasarkan ciri-cirinya (Campbell et al., 2020). Sedangkan stratifikasi dilakukan dalam pengambilan sampel plankton, sehingga karakteristik atau keadaan sekitar danau tidak dijadikan penentuan perbedaan pengambilan sampel (Yusuf, 2020)

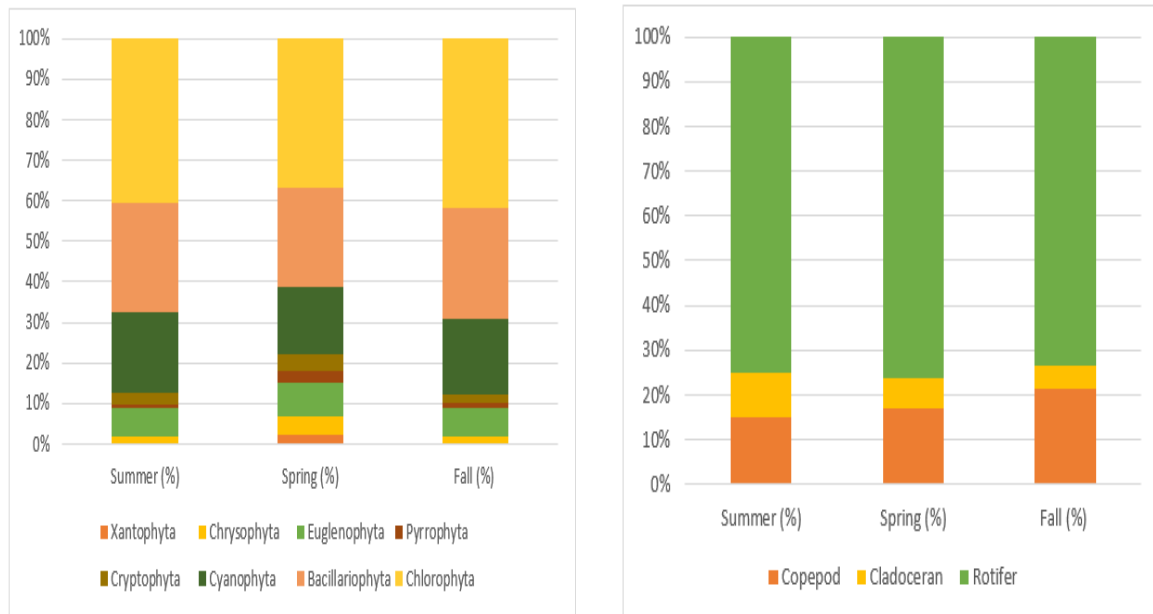
Data yang didapat dari pengambilan sampel kemudian dianalisis. Analisis data bertujuan untuk memahami, menginterpretasikan dan mengevaluasi informasi yang terkandung dalam data (Hastono, 2001). Ketiga penelitian di atas sama-sama menggunakan indeks Shannon-wiener untuk melihat keanekaragaman plankton. Shannon (1989) mengatakan bahwa indeks keanekaragaman dapat menjadi parameter kualitas perairan. Selain itu dua literatur yakni (Tang et al., 2019) dan (Geng et al., 2022) sama-sama menggunakan analisis pemerataan plankton yang diukur dengan *Pielou evenness index* (J). Lalu pada penelitian (Tang et al., 2019) keadaan trofik danau terlebih dahulu diukur dengan Metode TSI (*Trophic State Index*) yang menandakan keadaan danau eutrofik ringan. Pada penelitian Yusuf, (2020) estimasi kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menghitung jumlah organisme pada sub sampel. Data penunjang yang dipakai pada ketiga literatur hampir sama hanya saja pada penelitian Tang et al., (2019) lebih lengkap dengan mengukur juga kedalaman dari setiap stasiun. Kedalaman berkorelasi dengan penetrasi cahaya masuk (Tang et al., 2019).

Metode biomonitoring merupakan metode pemantauan yang tepat yang mendukung prinsip ekowisata. Dimana pengambilan data melibatkan pengamatan dan analisis terhadap komponen biotik dan abiotik yang ada di danau, termasuk organisme hidup, kualitas air,

keanekaragaman hayati dan siklus ekologi, secara tidak langsung penerapan biomonitoring sebagai metode evaluasi danau melibatkan keterpaduan ekosistem. Selain itu hal ini dilakukan secara kontinyu atau berkelanjutan yang merupakan salah satu prinsip dari ekowisata. Akan tetapi melibatkan pihak ketiga atau masyarakat sekitar danau kurang terlihat. Tidak ada edukasi dan sosialisasi yang dilakukan oleh peneliti. Melibatkan masyarakat dalam

biomonitoring memungkinkan pengumpulan data dan informasi dari berbagai wilayah danau secara luas. Dengan partisipasi masyarakat, jangkauan pemantauan dapat diperluas, dan lebih banyak data dapat

dikumpulkan untuk mengevaluasi kualitas air, kesehatan organisme perairan, dan aspek-aspek penting lainnya. Ini membantu dalam pemahaman yang lebih komprehensif tentang keadaan danau.



Gambar 1. Keragaman fitoplankton (kanan) dan zooplankton (kiri) pada danau Baiyangdian (Tang et al., 2019 dengan modifikasi)

Fitoplankton didominasi oleh kelompok dari divisi Chlorophyta dan Cyanophyta. Sedangkan kelompok zooplankton didominasi oleh kelompok dari divisi Rotifer. Dimana keberadaan kelompok-kelompok tersebut dapat mengindikasikan pencemaran

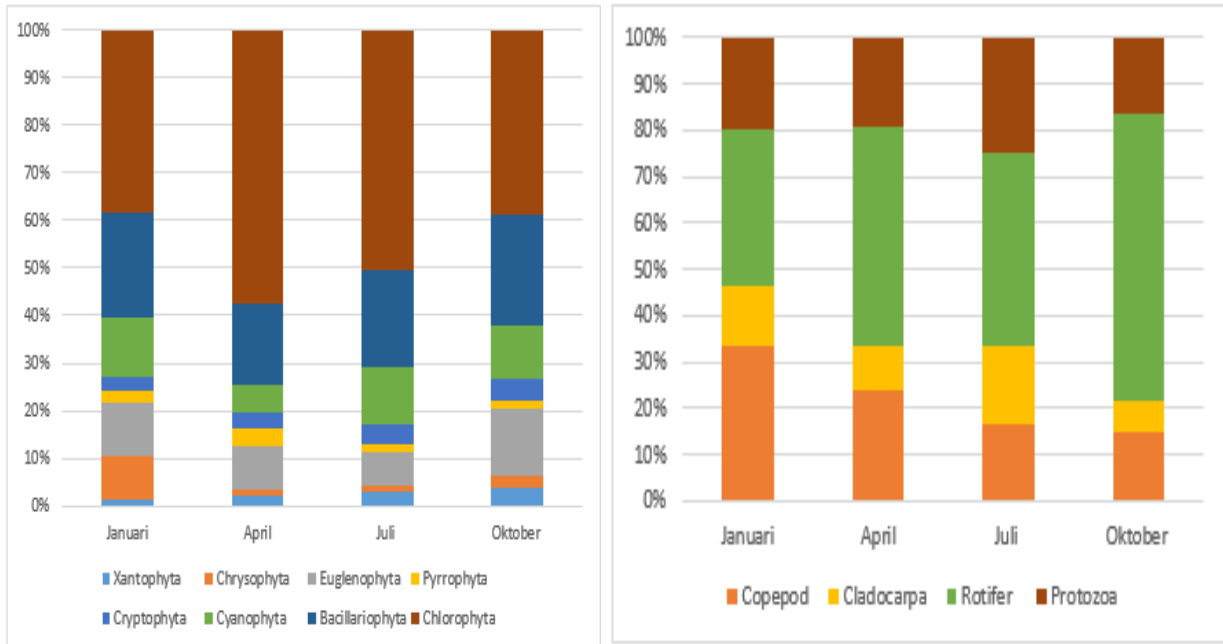
pada suatu danau (Tang et al.,2019). Taksa dominan, spesies dominan, hasil keadaan trofik berdasarkan CTSI dan TSIROT, dan keterbatasan nutrisi menunjukkan bahwa Danau Baiyangdian memiliki potensi tinggi untuk mengalami eutrofikasi danau.

Tabel 2. Tabel komparasi keaneka ragaman dan pemerataan plankton (Tang et al.,2019)

	H' of Phytoplankton	J of Phytoplankton	H' of Zooplankton	J of Zooplankton
Semi	2,24	0,74	1,39	0,58
Panas	2,14	0,69	1,89	0,70
Gugur	2,14	0,67	1,07	0,55

Keterangan :

- Rata-rata H' dan J fitoplankton : musim semi > musim panas > musim gugur
- Rata-rata H' dan J zooplankton : musim panas > musim semi > musimm gugur
- Nilai H' fitoplanton lebih rendah dari tahun 2005 (3,43-4,33) (Shen et al.,2008)
- Nilai J fitoplankton lebih rendah dari tahun 2005 (0,62,0,81) (Shen et al.,2008)
- Dengan rata-rata keseluruhan 1,811 danau ini dalam kategori tercemar ringan



Gambar 2. Keragaman fitoplankton (kanan) dan zooplankton (kiri) pada danau Ulansuhai (Geng et al., 2022 dengan modifikasi)

Keanekaragaman bervariasi secara temporal. Cyanophyta, Chlorophyta, dan Bacillariophyta merupakan mayoritas dari kelompok fitoplankton. Sedangkan sebagian besar komunitas zooplankton terdiri dari Protozoa, Rotifera, Cladocarpa, dan Copepods kenampakan kelompok ini dapat mengindikasikan pencemaran ringan pada sebuah danau (Geng et al.,2022)

Pada penelitian Yusuf (2020) di waduk Nasarawa. Kelompok fitoplankton yang mendominasi adalah Bacillariophyceae (diatom) , diikuti dengan Chlorophyta dan Cyanophyta dominasi populasi diatom merupakan indikasi kondisi eutrofik reservoir. Di antara diatom yang terekam di waduk Nasarawa, *Nitzchia* sp. dan *Navicula* sp. yang merupakan indikator polusi yang baik seperti yang dijelaskan oleh Palmer (1969). *Anacystis* sp. dan *Oscillatoria* sp. juga merupakan spesies

indikator pencemaran yang tergolong dalam chlorophyceae yang dikemukakan oleh Palmer. Semua lokasi air waduk menggambarkan kemungkinan polusi pada tingkatan menengah ke tinggi.

SIMPULAN

Monitoring dan evaluasi air danau diperlukan untuk pengembangan pariwisata berkelanjutan pada ekosistem perairan air danau. Plankton terbukti bisa menjadi indikator baik untuk biomonitoring kualitas perairan. Kualitas perairan air danau digambarkan dengan tingkat keanekaragaman dan pemerataan plankton di wilayah tersebut. Selain itu kenampakan sejumlah kelompok plankton tertentu yang memiliki toleran tinggi terhadap polutan dapat dijadikan indikator keadaan trofik sebuah danau. Monitoring dan evaluasi air danau suatu pariwisata harus

dilakukan secara berkelanjutan dan melaksanakan prinsip ekowisata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan telaah pustaka ini. Saya menyadari bahwa tanpa bimbingan penulisan dari berbagai pihak, cukup sulit bagi saya untuk menyelesaikan telaah pustaka ini. Oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada Prof. Hertien Koosbandiah Surtikanti, M.Sc. Es. Ph. D selaku pembimbing tugas akhir, Dr. Diah Kusumawaty, M.Si. selaku dosen pengampu mata kuliah Kajian penulisan karya ilmiah biologi, departemen pendidikan biologi, Universitas Pendidikan Indonesia, Dr. R. Kusdianti, M.Si. selaku dosen pengampu mata kuliah Kajian penulisan karya ilmiah biologi, departemen pendidikan biologi, Universitas Pendidikan Indonesia. Akhir kata kami berharap bahwa telaah pustaka ini akan diterima dan diakui oleh komunitas ilmiah serta memberikan kontribusi berkelanjutan dalam perkembangan pengetahuan dan pemahaman di bidang ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhar, S., Erlangga, E., Rusydi, R., Mainisa, M., Khalil, M., Muliani, M., Ayuzar, E., & Hatta, M. (2022). Pemodelan Status Trofik Danau Laut Tawar Aceh Tengah. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(2), 2841–2851. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i2.4022>
- Andriani, W. (2022). Penggunaan Metode Sistematis Literatur Review dalam Penelitian Ilmu Sosiologi. *Jurnal PTK Dan Pendidikan*, 7(2). <https://doi.org/10.18592/ptk.v7i2.5632>
- Awaludin, A. S., Dewi, N. K., & Ngabekti, S. (2016). Koefisien Saprobik Plankton Di Perairan Embung Universitas Negeri Semarang. *Jurnal MIPA Unnes*, 38(2), 115–120.
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., .. & Walker, K. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case examples. *Journal of research in Nursing*, 25(8), 652-661
- Decenly, Soeprbowati, T. R., & Muhammad, F. (2014). Potensi Ekowisata Danau di Kawasan Kamipang Kalimantan Tengah. *The Potential of Ecotourism of Lakes in Kamipang Region, Central Kalimantan.*, 6(2), 87–97. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v6i2.3104>
- Dewanti, Tiffa Yuki. (2016). *Partisipasi Masyarakat Dalam Upaya Pelestarian Situ-Situ Di Kota Depok*. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Geng, Y., Li, M., Yu, R., Sun, H., Zhang, L., Sun, L., Lv, C., & Xu, J. (2022). Response of planktonic diversity and stability to environmental drivers in a shallow eutrophic lake. *Ecological Indicators*, 144 (October), 109560. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109560>
- Goldman, C.R. dan A. J.Horne. (1983). *Limnology*. New York: McGraw Hill International Book Company.
- Hamada, N., Miyawaki, H., Yamada, A., (1995). Distribution pattern of air pollution and epiphytic lichens in the Osaka Plain (Japan). *J. Plant Res.* 108 (4), 483–491. <https://doi.org/10.1007/bf02344238>.
- Hastono, S. P. (2001). Analisis data. *Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia*.
- Hillman, M., G. J. Brierley, and K. A. Fryirs. (2008). Social and biophysical connectivity of river systems. Pages 125-145 in G. J. Brierley and K. A.

- Fryirs, editors. *River Futures: An Integrative Scientific Approach to River Repair*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Junshum, P., & Traichaiyaporn, S. (2007). Biological Indices for Classification of Water Quality Around Mae Moh Power Plant, Thailand. *Maejo international journal of science and technology*. 2 (1), 24-36
- Luthfi, W. (2021). *Data Danau Diperbarui, Kini Ada 5.807 Danau Yang Tersebar di Indonesia*. Good News From Indonesia. Retrieved March 13, 2023, from <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2021/09/02/data-danau-diperbarui-kini-ada-5807-danau-yang-tersebar-di-indonesia>
- Oksanen, J., L "a"ara, E., Zobel, K., (1991) Statistical analysis of bioindicator value of epiphytic lichens. *The Lichenologist* 23 (2), 167–180. <https://doi.org/10.1017/s0024282991000312>
- Padisak, J., Borics, G., Grigorszky, I., Soroczki-Pint 'er, E. (2006). Penggunaan kumpulan fitoplankton untuk memantau status ekologis danau dalam Pedoman Kerangka Kerja Air: indeks kumpulan. *Hidrobiologia* 553 (1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1393-1>
- Purnama, S. G. (2016). Eurotrofikasi dan Dampak Bagi Lingkungan Sekitar: Kasus di Danau Buyan. *Modul Prodi Kesehatan Masyarakat Universitas Udayana*, 1–9.
- Riyadh, R., Wesnawa, I. G. A., & Citra, I. P. A. (2020). Dampak Potensi Pariwisata Terhadap Kualitas Air Danau Beratan. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 8(1), 23. <https://doi.org/10.23887/jjg.v8i1.23474>
- Saragih, G. M., & Erizka, W. (2018). Keanekaragaman Fitoplankton Sebagai Indikator Kualitas Air Danau Sipin Di Kota Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 22. <https://doi.org/10.33087/daurling.v1i1.5>
- Surtikanti, H.K. (2012). *Pesona Lingkungan Badan Air*. Penerbit Rizqi Press Bandung 2012 ISBN 978-602-9098-31-0.
- Soeprbowati, T. R., & Suedy, S. W. A. (2011). Komunitas Fitoplankton Danau Rawapening, 19, 19±30.
- Soeprbowati, T. R., Hidayat, J. W., & Baskoro, K. (2015). Diatom Epipelik sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Danau Rawa Pening. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 19(4), 107-118. Retrieved from <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/sm/article/view/8001>
- Soliha, E., Srie, R., & Triastinurmatianingsih. (2016). Kualitas Air Dan Keanekaragaman Plankton Di Danau Cikaret, Cibinong, Bogor Eha. *Ekologia*, 16(2), 1–10.
- Tallar, R. Y., & Sunaris, M. L. (2019). Kajian Nilai Estetika Dan Kualitas Air Dalam Konteks Ekowisata Perairan Berkelanjutan. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 114–121. <https://doi.org/10.28932/jts.v15i2.1962>
- Tang, C., Yi, Y., Yang, Z., Zhou, Y., Zerizghi, T., Wang, X., Cui, X., & Duan, P. (2019). Planktonic indicators of trophic states for a shallow lake (Baiyangdian Lake, China). *Limnologica*, 78(July), 125712. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2019.125712>
- Trisakti, B., Thahjaningsih, A., & Mukhoriyah. (2011). *Permasalahannya Ekosistem Danau Dan Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Satelit*. 4(1), 24–31.
- Tyas, D. S., Soeprbowati, T. R., & Jumari, J. (2021). Water Quality of Gatal Lake, Kotawaringin Lama, Central Kalimantan. *Journal of Ecological Engineering*, 22(3), 99–110.



<https://doi.org/10.12911/22998993/132427>

Yusuf, Z. H. (2020). Phytoplankton as bioindicators of water quality in nasarawa reservoir, Katsina State Nigeria. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x3319>