

Analisis Kualitas Air Di Perairan Danau Waren, Tual

Cipit Meyza Afdan¹, Henny Fitrinawati², Endang Sri Utami³

^{1,2} Program Studi Teknologi Perikanan, Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual, Indonesia

³ Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, Indonesia

¹email : afdancipit@gmail.com

²email : henny.fitrinawati@polikant.ac.id

³email : sriutammie@gmail.com

Submit : 08-12-2025

Revisi : 25-12-2025

Diterima : 31-12-2025

ABSTRACT

Lake Taman Anggrek (Waren Lake), located in Tual City, Maluku, has significant potential for fisheries and tourism development. Lake water quality, which directly affects ecological functions and ecosystem health, is influenced by human activities originating from both autochthonous and allochthonous sources. This study aimed to assess the water quality of Waren Lake based on physicochemical parameters as a basis for sustainable management and restoration planning. Observations were conducted over six weeks at five sampling stations representing inlet, outlet, and central lake areas. Physical parameters such as temperature, brightness, and current velocity, as well as other chemical parameters, were measured both in situ and ex situ. The results of the analysis showed that the water quality in Lake Waren was quite good, meeting the standards of PP RI No. 22 of 2021 for fishery activities. The range of physical parameters (temperature 30.9 - 31.25 oC; brightness 2 - 4 m; and current velocity 0.01 - 0.23 m/s) and chemical parameters (DO 5.2 - 5.8 mg/L; pH 7.46 - 8.13; nitrite and nitrate each <0.1 mg/L; ammonia <0.15 mg/L; TP <0.01 mg/L) are below the threshold. These conditions suggest that Waren Lake is suitable for sustainable utilization, particularly for fisheries and educational ecotourism, while supporting long-term lake ecosystem

Keywords: DO, N and P, Temperature, Waren Lake, Water Quality

ABSTRAK

Danau Taman Anggrek atau Danau Waren yang terletak di Kota Tual, Maluku, memiliki potensi pengembangan di bidang perikanan dan pariwisata. Kualitas air danau dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang bersifat autochthonous maupun allochthonous, sehingga pemantauan kualitas air menjadi penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung perumusan kebijakan pengelolaan dan restorasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air Danau Waren berdasarkan parameter fisika dan kimia. Pengamatan dilakukan selama enam minggu pada lima stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan inlet, outlet, dan bagian tengah danau. Parameter fisika seperti suhu, kecerahan, dan kecepatan arus serta parameter kimia lainnya diukur baik secara in situ maupun ex situ. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas air di Danau Waren cukup baik, memenuhi standar PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk kegiatan perikanan. Rentang nilai parameter fisika (suhu 30,9 - 31,25 oC; kecerahan 2 - 4 m; dan kecepatan arus 0,01 - 0,23 m/s) dan kimia (DO 5,2 - 5,8 mg/L; pH 7,46 - 8,13; nitrit dan nitrat masing-masing <0,1 mg/L; amonia <0,15 mg/L; TP <0,01 mg/L) berada di bawah ambang batas. Kondisi ini memungkinkan untuk dilakukan pengembangan dan pemanfaatan sumber daya perairan untuk kegiatan perikanan dan wisata edukasi, yang bertujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal dan konservasi ekosistem danau yang berkelanjutan.

Kata kunci: Danau Waren, DO, Kualitas air, N dan P, Suhu

1 Pendahuluan

Danau Taman Anggrek merupakan nama asli dari Danau Waren yang terletak di Kota Tual, Maluku. Danau ini adalah danau air tawar yang memiliki potensi sebagai obyek pariwisata yang terletak dekat dengan pusat kota. Kota Tual secara geografis terletak pada 5° - 6,5° LS dan 131° - 133,5° BT dengan luas perairan mencapai ±19.088 Km², yang diantaranya meliputi perairan Danau Waren yang memiliki luas 47,958 m² (Pemerintah Kota Tual, 2023; Utami & Fitrinawati, 2025). Kegiatan pariwisata dan domestik yang terdapat di sekitar perairan danau ini secara tidak langsung akan memberikan pengaruh terhadap kualitas perairannya.

Kualitas air yang terdapat pada badan perairan sangat berpengaruh terhadap fungsi ekologis dan keberlanjutan kesehatan ekosistem. Fungsi ekologis perairan danau diantaranya adalah sebagai habitat beragam biota air, produktivitas biologis, dan sebagai fondasi terjadinya jaring makanan yang kompleks (Utami & Fitrinawati, 2025). Kondisi kualitas air yang buruk seperti DO yang rendah (<3 mg/l) (Abdullah et al., 2025), konsentrasi N dan P yang tinggi, serta pH yang juga rendah akan mengganggu pertumbuhan biota air (ikan) bahkan dapat menyebabkan kematian massal atau *massive fish kill* (Utami et al., 2016). Kekeruhan dan salinitas yang tinggi juga merupakan kondisi kualitas air yang dapat mengganggu metabolisme ikan (Fitrinawati et al., 2024; Utami & Puspaningrum, 2022; Utami & Ivan's, 2022).

Buruknya kualitas air di perairan danau dapat disebabkan karena adanya beban masukan dari bahan pencemar berupa bahan organik ataupun logam berat. Masukan bahan pencemar ini dapat berasal dari luar (*Allochthonous*) dan juga dari dalam badan perairan (*autochthonous*) (Sudaryanti, 2022). Tingginya beban akan meningkatkan produktivitas perairan (eutrofikasi) dan menyebabkan menurunnya kualitas perairan (Said et al., 2024). Kualitas air di suatu perairan semakin memburuk maka, keberlanjutan kesehatan ekosistem akan terganggu dan menurunnya keanekaragaman hayati yang hidup di dalamnya (Utami & Fitrinawati, 2025).

Informasi ilmiah yang komprehensif mengenai kondisi kualitas air Danau Waren masih sangat terbatas, sehingga belum mampu menggambarkan tingkat tekanan lingkungan akibat aktivitas pariwisata dan domestik di sekitarnya. Keterbatasan data tersebut berpotensi menghambat upaya pengelolaan dan perlindungan Danau Waren secara berkelanjutan, mengingat peningkatan beban pencemar dapat terjadi tanpa terdeteksi secara dini.

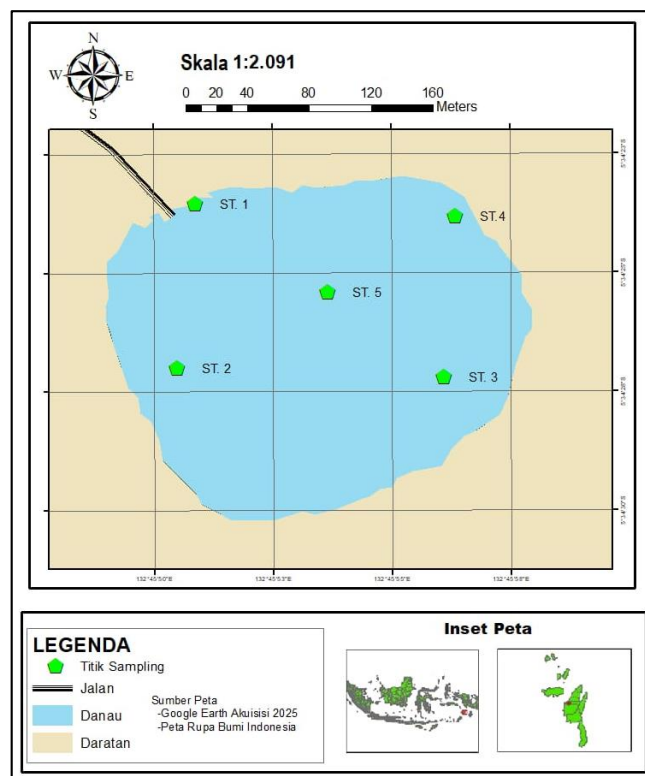
Menjaga kualitas air danau melalui pemantauan dan evaluasi berkala menjadi sangat penting untuk memastikan keseimbangan ekosistem tetap terjaga. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan melalui pengujian parameter kualitas air fisika dan kimia secara spasial sebagai bentuk deteksi dini terhadap potensi gangguan ekosistem danau.

Penelitian ini menjadi salah satu kajian awal yang menyediakan data ilmiah berbasis lokasi untuk Danau Waren, sehingga dapat mengisi kesenjangan informasi terkait kondisi kualitas perairan danau di Kota Tual. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi kualitas air Danau Waren berdasarkan parameter fisika dan kimia secara spasial guna mengetahui tingkat kesesuaian perairan terhadap fungsi ekologisnya dan diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan pengendalian pencemaran, pengelolaan lingkungan, serta perencanaan program restorasi Danau Waren secara berkelanjutan.

2 Metode Penelitian

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengamatan tiap parameter studi dilakukan baik secara *in situ* atau *ex situ* selama enam minggu dengan jarak pengamatan dua minggu sekali, pada Bulan Februari-Maret 2025. Sampel diambil pada lima stasiun pengamatan yang berbeda yang didasarkan pada letak *inlet*, *outlet* dan tengah perairan Danau Waren, Tual.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Danau Waren, Kota Tual

Alat dan Bahan Penelitian

Parameter suhu, DO, kecerahan, salinitas, pH, kecepatan arus, dan kedalaman perairan diukur secara langsung di lokasi (*in situ*). Sedangkan parameter nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), dan ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) diukur secara *ex situ* tepatnya di Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

Parameter (satuan)	Alat dan Bahan	Keterangan
Suhu (°C)	Termometer raksa	<i>In situ</i>
DO (mg/L)	DO meter (Lutron DO-5510)	<i>In situ</i>
Kecerahan (m)	<i>Secchi disk</i>	<i>In situ</i>
Kecepatan arus (m/s)	<i>Current meter</i>	<i>In situ</i>
Kedalaman (m)	<i>Echosounder</i>	<i>In situ</i>
pH	pH meter	<i>In situ</i>
NO ₃ -N (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>
NO ₂ -N (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>
NH ₃ -N (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>
PO ₄ -P (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>

Analisis Data

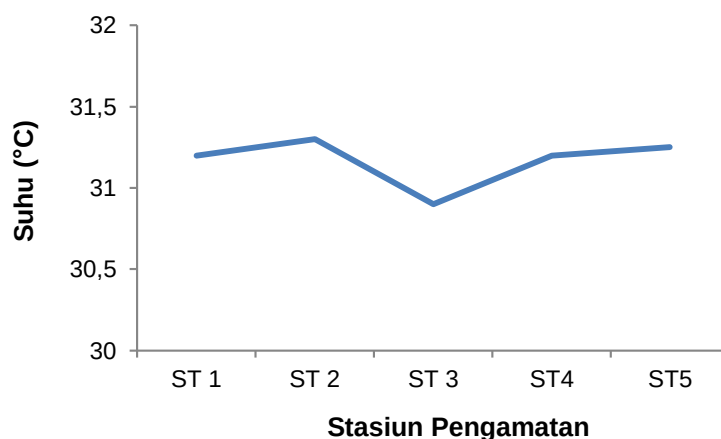
Hasil pengamatan berupa data primer dianalisis menggunakan *software* MS Excel 2010 untuk setiap parameter pengamatan. Analisis hasil pengamatan dilakukan untuk melihat kondisi kualitas perairan secara spasial dan temporal. Setelah hasil analisis diperoleh, data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dijelaskan secara deskriptif.

3 Hasil dan Pembahasan

Keberhasilan dan keberlanjutan suatu ekosistem perikanan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu, diantaranya adalah kualitas air. Analisis kualitas air secara fisika meliputi suhu, kecerahan, kecepatan arus, dan kedalaman total. Sedangkan kualitas air secara kimia meliputi DO, pH, nitrat (NO₃-N), nitrit (NO₂-N), amonia (NH₃-N), dan ortofosfat (PO₄-P).

Suhu (Temperatur)

Perairan Danau Waren secara umum memiliki kisaran suhu yang cukup baik (30,9 - 31,25 °C) untuk menunjang bagi kehidupan biota air (ikan) (Gambar 2).



Gambar 2. Sebaran suhu di stasiun pengamatan yang berbeda

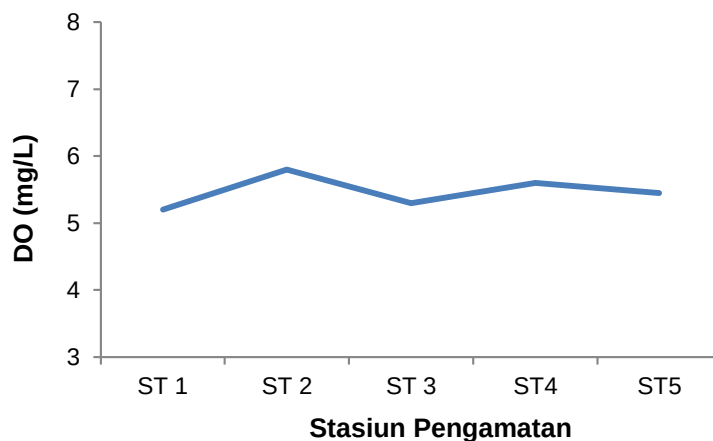
Suhu merupakan faktor abiotik yang penting bagi kehidupan biota air, termasuk ikan. Ikan memiliki performa kerja fisiologis tubuh secara optimal pada suhu perairan maksimal 32 °C (Velasco-Blanco et al., 2019). Pada suhu ini juga menunjukkan bahwa laju

pertumbuhan dan konversi metabolisme ikan memiliki nilai paling baik (Fitrinawati & Utami, 2023). Komponen utama produsen primer (fitoplankton) pada suatu ekosistem perairan sangat dipengaruhi oleh rentang suhu media hidupnya. Perubahan suhu akan berkontribusi akan kemungkinan terjadinya perubahan rantai makanan dan resiliensi ekosistem (Rahmah et al., 2022; Utami & Fitrinawati, 2025).

Fluktuasi suhu perairan yang terlalu ekstrim akan menyebabkan gangguan respirasi sehingga berdampak pada laju konsumsi ikan. Kondisi stress pada ikan juga akan terjadi jika suhu perairan berada di luar kisaran optimal bagi kehidupan biota air. Kondisi ini akan diikuti dengan menurunnya metabolisme dan pertumbuhan ikan, bahkan hingga sistem reproduksinya (Muarif, 2016). Meningkatnya suhu perairan diatas ambang batas memberikan pengaruh pada kualitas habitat sehingga akan mengancam keberlangsungan keseimbangan dan kesehatan ekosistem (Manurung et al., 2022; Hisyam & Sumardi, 2024).

Oksigen Terlarut (DO)

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut dalam suatu ekosistem perairan menggambarkan jumlah oksigen yang terlarut di dalam badan air pada ekosistem tersebut. Parameter oksigen terlarut merupakan komponen penting dalam ekosistem perairan karena terkait aktivitas respirasi berbagai biota akuatik seperti ikan, avertebrata, dan mikroba untuk proses metabolisme tubuh (Motunrayo, 2024).



Gambar 3. Sebaran DO di stasiun pengamatan yang berbeda

Sebaran DO secara spasial di kelima stasiun pengamatan menunjukkan nilai yang relatif sama, yaitu berkisar antara 5,2 – 5,8 mg/L (Gambar 3). Rentang nilai ini masih masuk di dalam kisaran batas minimal DO untuk kegiatan perikanan di ekosistem perairan danau, yaitu 3 - 4 mg/L (Peraturan Pemerintah RI, 2021). DO tertinggi terdapat di stasiun 2 (5,8 mg/L) dan terendah di stasiun 1 (5,2 mg/L). Tinggi rendahnya DO di suatu badan air dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu diantaranya adalah suhu, masukan bahan organik dan aktivitas fitoplankton (fotosintesis) (Jankowski et al., 2021).

Suhu perairan dapat dipengaruhi dengan suplai energi cahaya matahari yang masuk ke badan air, dimana semakin besar paparan cahaya matahari akan menghasilkan suhu yang lebih tinggi dari daerah yang lebih sedikit terpapar cahaya matahari. Secara umum sebaran suhu dan DO di perairan Waduk Waren memiliki profil yang relatif sama (Gambar 2 dan 3). Hasil penelitian Utami et al. (2016), menunjukkan profil sebaran spasial suhu yang cenderung sama terhadap sebaran DO.

Aktivitas fotosintesis oleh fitoplankton dan alga yang bergantung pada intensitas cahaya akan menjadi sumber ketersediaan DO di badan air. Semakin rendah paparan cahaya matahari dapat menurunkan aktivitas fotosintesis yang berakibat pada rendahnya suplai DO bagi metabolisme biota air. Ketersediaan DO dalam badan air juga akan berkurang dengan meningkatnya dekomposisi aerobik dari tingginya masukan bahan organik yang berasal dari aktivitas antropogenik (Utami & Fitrinawati, 2025; Utami & Puspaningrum, 2022). Berdasarkan hal ini, maka DO menjadi salah satu indikator kesehatan dalam suatu ekosistem perairan. Jika peningkatan dekomposisi bahan organik terus berlangsung, maka akan menyebabkan terjadinya hipoksia ($DO < 3$ mg/L) (Abdullah et al., 2025) yang kemudian akan diikuti dengan terjadinya kematian ikan secara massal (*massive fish kill*) (Utami et al., 2016).

Kecerahan, Kedalaman Total, dan Kecepatan Arus

Tingginya beban masukan bahan organik yang masuk ke dalam badan air akan diikuti dengan peningkatan eutrofikasi dan menyebabkan terjadinya *blooming algae* sehingga akan menurunkan tingkat kecerahan perairan (Kurniadie et al., 2023). Kecerahan perairan merupakan refleksi dari ukuran kedalaman cahaya yang dapat menembus dan dipantulkan oleh badan air untuk menentukan kedalaman optimal fotosintesis biota air (Williamson et al., 2015). Sifat optik air dan banyaknya bahan terlarut (*dissolved organic matter*) akan berpengaruh pada atenuasi cahaya matahari di permukaan perairan (Pilla et al., 2018).

Tabel 2. Kecerahan, kedalaman total, dan kecepatan arus

Parameter (satuan)	Kecerahan (m)	Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/s)
Stasiun 1	2.2	2.7	0.01
Stasiun 2	2.1	2.6	0.02
Stasiun 3	2.1	2.6	0.02
Stasiun 4	2	2.6	0.23
Stasiun 5	4	5	0.01
*Baku Mutu	2,5	-	-

* Baku mutu air danau dan sejenisnya (PP RI Nomor 22 Tahun 2021)

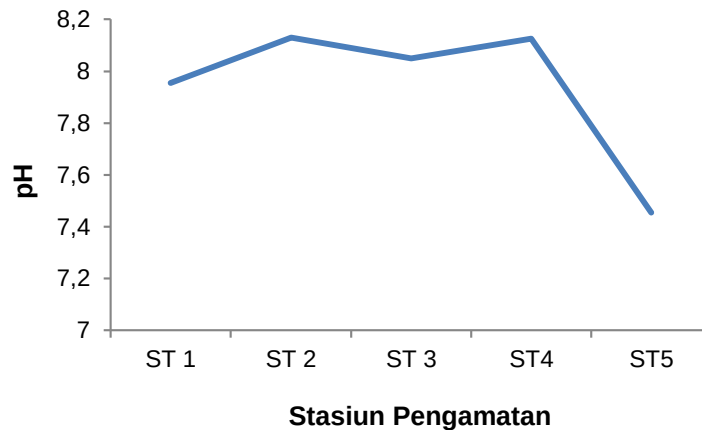
Secara umum perairan Danau Waren merupakan perairan dangkal, sehingga memiliki nilai kecerahan perairan 100%. Kecerahan perairan Danau Waren memiliki rentang nilai berkisar antara 2 – 4 m (Tabel 2). Rentang nilai kecerahan untuk stasiun 1, 2, 3, dan 4 sedikit berada pada kisaran yang sedikit lebih rendah dari ambang batas kecerahan perairan danau untuk kegiatan perikanan (2,5 m) (Peraturan Pemerintah RI,

2021). Perairan yang memiliki kedalaman rendah akan memiliki tingkat kecerahan yang juga cenderung rendah (Lano et al., 2019). Kedalaman badan air secara tidak langsung akan mempengaruhi tingkat kecerahan perairan dikarenakan adanya interaksi faktor optik terkait sebaran intensitas cahaya yang masuk ke kolom perairan. Selain faktor optik badan perairan dan tingginya nilai DOM (*Dissolved Organic Matter*), kecerahan sangat dipengaruhi oleh kedalaman total karena adanya batasan fisik bagi penetrasi cahaya dan zona fotik (Swanner et al., 2023).

Danau Waren memiliki kecepatan arus yang cenderung lemah, yaitu berkisar antara 0,01 – 0,23 m/s (Tabel 2). Kecepatan arus terendah terdapat di stasiun 1 dan 5 serta tertinggi terdapat di stasiun 4. Rendahnya kecepatan arus di stasiun 5 dikarenakan daerah ini merupakan zona tengah danau dengan kedalaman dan kecerahan tertinggi (Gambar 5). Sedangkan kecepatan arus tertinggi yang terdapat di stasiun 4 menjelaskan bahwa di titik ini merupakan daerah inlet. Perairan dengan kecepatan arus yang sangat lemah ($\leq 0,05$ m/s) akan membentuk stratifikasi vertikal yang membatasi terjadinya pencampuran, sehingga akan menyebabkan akumulasi nutrisi (unsur hara) di lapisan tertentu pada badan air. Kondisi ini akan diikuti dengan adanya perubahan sebaran suhu dan oksigen terlarut (Lano et al., 2019). Kecepatan arus yang merupakan laju pergerakan air dipengaruhi oleh gradien tekanan, turbulensi dan faktor lainnya, akan turut mempengaruhi terbentuknya lapisan hipoksia di kolom perairan danau (Ochwada-Doyle et al., 2021). Akses makanan dan perilaku serta pola migrasi ikan juga dipengaruhi oleh arus air, karena terkait dengan dinamika biomassa fitoplankton (Dubany et al., 2024).

Derajat Keasaman (pH)

Suatu ekosistem perairan memiliki nilai pH yang bervariasi bergantung dari aktivitas biogeokimia yang meliputi proses fotosintesis, respirasi, dan dekomposisi bahan organik (Couturier et al., 2022). Peningkatan kandungan CO₂ di kolom perairan akan menurunkan pH perairan sebagai akibat dari tingginya aktivitas dekomposisi bahan organik (Meyer-Jacob et al., 2019). Perairan Danau Waren memiliki nilai pH yang sesuai dengan baku mutu untuk kegiatan perikanan, yaitu berada pada rentang nilai yang berkisar antara 7,46 – 8,13 (Gambar 4) (Peraturan Pemerintah RI, 2021).



Gambar 4. Sebaran pH di stasiun pengamatan yang berbeda

Parameter pH berperan penting dalam mengendalikan produktivitas dan struktur komunitas biologis di ekosistem danau. Kondisi pH yang lebih tinggi diketahui mendukung pertumbuhan biomassa fitoplankton tertentu. pH berkisar antara 6,35 hingga 10,14 menunjukkan bahwa nilai pH ini berperan penting dalam pengaturan komunitas bakterioplankton (Kozak et al., 2020; Hanashiro et al., 2019). Peningkatan pH pada kisaran optimal 7,0–8,0 juga dilaporkan meningkatkan biomassa fitoplankton melalui efisiensi penyerapan nutrisi yang lebih baik (Mohamed, 2024). Selain itu, pH menjadi faktor penentu keanekaragaman dan struktur komunitas bakterioplankton, di mana perubahan nilai pH dapat mempengaruhi distribusi spesies dan stabilitas ekosistem perairan danau (Yu et al., 2019).

N-NO₂, N-NO₃, N-NH₃

Unsur hara Nitrogen di ekosistem perairan memiliki peranan penting dalam perubahan kualitas air dan komunitas biologis melalui interaksi yang kompleks (Camargo & Alonso, 2006). Perairan Danau Waren memiliki kandungan nitrit, nitrat, dan amonia yang berada di bawah ambang batas untuk kegiatan perikanan (Tabel 3) (Peraturan Pemerintah RI, 2021).

Tabel 3. Kandungan unsur hara N (nitrit, nitrat, dan amonia)

Parameter (satuan)	Nitrit (N-NO ₂) (mg/L)	Nitrat (N-NO ₃) (mg/L)	Amonia (N-NH ₃) (mg/L)
Stasiun 1	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 2	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 3	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 4	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 5	< 0.1	< 0.1	< 0.15
*Baku Mutu	0,06	20	0,5

* Baku mutu air sungai dan sejenisnya (PP RI Nomor 22 Tahun 2021)

Kandungan nitrat dan nitrit memiliki nilai yang bervariasi tergantung dari tingkat kesuburan perairan dan kandungan fosfor yang terdapat di badan air. Terjadinya pencemaran nitrogen anorganik akan menyebabkan asidifikasi dan eutrofikasi di ekosistem perairan, dengan meningkatnya kandungan amonia bebas yang merupakan bentuk dari

senyawa Nitrogen yang paling bersifat toksik (Utami & Ivan's, 2022). Cemaran unsur N dalam bentuk urea ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), dan amonium (NH_4OH) yang diikuti dengan peningkatan unsur P akan menyebabkan meningkatnya kelimpahan spesies alga tertentu yang bersifat toksik bagi perairan danau (Ren et al., 2021).

Total Fosfat (TP)

Fosfat adalah unsur hara yang memiliki peranan sebagai faktor pembatas di ekosistem perairan danau. Perubahan kandungan fosfat di badan air terjadi sangat kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor yang diantaranya adalah komponen kimia sedimen dan fisika-kimia air (Singh et al., 2020).

Tabel 4. Kandungan unsur hara total fosfat

Parameter (satuan)	Total Fosfat (mg/L)
Stasiun 1	< 0.03
Stasiun 2	< 0.03
Stasiun 3	< 0.03
Stasiun 4	< 0.01
Stasiun 5	< 0.01
*Baku Mutu	0,1

* Baku mutu air danau dan sejenisnya (PP RI Nomor 22 Tahun 2021)

Perairan Waduk Waren memiliki kandungan TP yang berada dibawah ambang batas yaitu kurang dari 0,1 mg/L (Tabel 4) (Peraturan Pemerintah RI, 2021). Rendahnya kandungan TP pada perairan ini menunjukkan bahwa perairan masih dalam kondisi baik, sehingga memungkinkan untuk dapat dilakukan pemanfaatan dan pengembangan kegiatan di sektor perikanan ataupun pariwisata. Kandungan TP yang rendah menggambarkan kualitas air yang baik, tidak terjadinya deplesi oksigen, dan terbentuknya kelimpahan keanekaragaman biota air.

Fosfor adalah mineral hara yang merupakan komponen penting dalam pembentukan kehidupan organisme air. Ortofosfat adalah satu-satunya bentuk senyawa mineral fosfor yang dapat langsung diikat oleh organisme autotrof. Tingginya masukan bahan organik yang mengandung fosfor akan membentuk perairan menjadi eutrofik sehingga meningkatkan produksi alga dan *cyanobakteria* dan menyebabkan terjadinya kompetisi dalam respirasi. Kondisi ini kemudian akan diikuti dengan penurunan DO hingga dibawah 3 mg/L yang disebut hipoksia (Abdullah et al., 2025; Utami et al., 2016).

4 Kesimpulan

Secara fisika dan kimia air maka perairan Danau Waren memiliki kondisi kualitas air yang cukup baik berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk kegiatan perikanan di ekosistem sungai, danau dan sejenisnya. Parameter fisika meliputi suhu, kecerahan, dan kecepatan arus berada di bawah ambang batas, yaitu masing-masing memiliki rentang nilai 30,9 - 31,25 °C; 2 – 4 m; dan 0,01 – 0,23 m/s. Sedangkan untuk parameter kimia juga relatif

berada dibawah ambang batas, yaitu meliputi DO, pH, nitrit, nitrat, amonia, dan total fosfat dengan masing-masing memiliki rentang nilai 5,2 – 5,8 mg/L; 7,46 – 8,13; <0,1 mg/L; <0,1 mg/L; <0,15 mg/L; dan <0,01 mg/L. Kualitas air di Danau Waren cukup baik untuk dimanfaatkan pada kegiatan perikanan dan dikembangkan wisata edukasi perikanan. Program kegiatan ini merupakan konsep yang menggabungkan aktivitas rekreasi dan pembelajaran terkait kegiatan budidaya dan konservasi sumber daya perairan. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal dan konservasi ekosistem danau yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Abdullah, N., Negara, S. P. P. S., Sumiarsih, Fadilah, S., Juharni, Rahmi, K. A., Hamka, M. S., Gazali, M., Kartini, N., & Sulistiowati. (2025). *Biologi Perikanan*. PT. Kamiya Jaya Aquatic.
- Couturier, M., Prairie, Y. T., Paterson, A. M., Emilson, E. J. S., & Del Giorgio, P. A. (2022). Long-Term Trends in pCO₂ in Lake Surface Water Following Rebrowning. *Geophysical Research Letters*, 49(11), e2022GL097973. <https://doi.org/10.1029/2022GL097973>
- Dubany, U., Sailaja, A., & Savitha, B. (2024). Inland Fisheries in Telangana, India: Current Status and Perspectives. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(12), 235–241. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i122668>
- Fitriawati, H., Syahailatua, D. Y., & Utami, E. S. (2024). Growth Performance of Clown Anemonefish (*Amphiprion ocellaris*) in Maluku at Optimum Salinity. *Omni-Akuatika*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2024.20.1.1098>
- Fitriawati, H., & Utami, E. S. (2023). Performa Pertumbuhan Kakap Putih (*Lates Calcarifer*) dalam Karamba Jaring Apung, Tual, Maluku. *JURNAL SAINS dan INOVASI PERIKANAN*, 7(2), 158–165. <https://doi.org/10.33772/jsipi.v7i2.430>
- Hanashiro, F. T. T., Mukherjee, S., Souffreau, C., Engelen, J., Brans, K. I., Busschaert, P., & De Meester, L. (2019). Freshwater Bacterioplankton Metacommunity Structure Along Urbanization Gradients in Belgium. *Frontiers in Microbiology*, 10, 743. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00743>
- Hisyam, M., & Sumardi, S. R. (2024). Perbandingan Sebaran Temporal Kualitas Air Laut Teluk Youtefa. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 7(2), 48–54. <https://doi.org/10.31957/acr.v7i2.4156>
- Jankowski, K. J., Mejia, F. H., Blaszczyk, J. R., & Holtgrieve, G. W. (2021). Aquatic ecosystem metabolism as a tool in environmental management. *WIREs Water*, 8(4), e1521. <https://doi.org/10.1002/wat2.1521>
- Kozak, A., Budzyńska, A., Dondajewska-Pielka, R., Kowalczywska-Madura, K., & Gołdyn, R. (2020). Functional Groups of Phytoplankton and Their Relationship with Environmental Factors in the Restored Uzarzewskie Lake. *Water*, 12(2), 313. <https://doi.org/10.3390/w12020313>
- Kurniadie, D., Rezki, N. N., Widayat, D., Widiawan, A., Duy, L., & Prabowo, D. P. (2023). Control of Aquatic Weed *Eichhornia crassipes* Using Florpyrauxifen-benzyl Herbicide—Case Study in Canguang Lake (Indonesia). *Water*, 15(10), 1859. <https://doi.org/10.3390/w15101859>
- Lano, I. H. G. M., Ngangi, E. L. A., & Lasut, M. T. (2019). Environmental condition to fish culture using floating cage in Manalu Cluster, Sangihe Islands Regency. *AQUATIC*

SCIENCE & MANAGEMENT, 6(2), 53.
<https://doi.org/10.35800/jasm.6.2.2018.24839>

- Manurung, N. D., Kondoy, K., Rondonuwu, A. B., Wantasen, A., Mantiri, R. O. S. E., & Manengkey, H. (2022). Structure of the Seagrass Community in Meras Beach, Bunaken District, Manado City, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(1), 98. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.37826>
- Meyer-Jacob, C., Michelutti, N., Paterson, A. M., Cumming, B. F., Keller, W., & Smol, J. P. (2019). The browning and re-browning of lakes: Divergent lake-water organic carbon trends linked to acid deposition and climate change. *Scientific Reports*, 9(1), 16676. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52912-0>
- Mohamed, K. N. (2024). Effects of pH Changes on Phytoplankton Biomass. *ASM Science Journal*, 19, 1–11. <https://doi.org/10.32802/asmscj.2023.1068>
- Motunrayo, A. M. (2024). Effects of Environmental Variables on Some Aquatic Biota of Jabi Lake, Federal Capital Territory, Abuja. *International Journal of Life Science and Agriculture Research*, 03(03). <https://doi.org/10.55677/ijlsar/V03I3Y2024-08>
- Muarif. (2016). Karakteristik Suhu Perairan Di Kolam Budidaya Perikanan. *JURNAL MINA SAINS*, 2(2), 96–101. <https://doi.org/10.30997/jms.v2i2.444>
- Ochwada-Doyle, F., Stark, K., Hughes, J., Murphy, J., Lowry, M., & West, L. (2021). Temporal and regional variation in catch across an extensive coastal recreational fishery: Exploring the utility of survey methods to guide and assess spatio-temporal management initiatives. *PLOS ONE*, 16(7), e0254388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254388>
- Pemerintah Kota Tual. (2023). *Rencana Pembangunan Daerah Kota Tual Tahun 2024-2026*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/260997/perwali-kota-tual-no-14-tahun-2023>
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (2021). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- Pilla, R. M., Williamson, C. E., Zhang, J., Smyth, R. L., Lenters, J. D., Brentrup, J. A., Knoll, L. B., & Fisher, T. J. (2018). Browning-Related Decreases in Water Transparency Lead to Long-Term Increases in Surface Water Temperature and Thermal Stratification in Two Small Lakes. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 123(5), 1651–1665. <https://doi.org/10.1029/2017JG004321>
- Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan Fitoplankton dan Kaitannya dengan Beberapa Parameter Lingkungan Perairan di Estuari Sei Carang Kota Tanjungpinang. *Journal of Marine Research*, 11(2), 189–200. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945>
- Ren, L., Liu, Y., Lauridsen, T. L., Søndergaard, M., Han, B., Wang, J., Jeppesen, E., Zhou, J., & Wu, Q. L. (2021). Warming exacerbates the impact of nutrient enrichment on microbial functional potentials important to the nutrient cycling in shallow lake mesocosms. *Limnology and Oceanography*, 66(6), 2481–2495. <https://doi.org/10.1002/lno.11766>
- Said, M. D. F. A., Kasim, M., & Salwiyah, S. (2024). Study Of Phytoplankton As Bioindicators Of Organic Matter Pollution Levels In The Estuary Of Kendari Bay Waters. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 10–17. <https://doi.org/10.20956/jiks.v10i1.27330>
- Singh, P., Haritash, A. K., & Joshi, H. (2020, Maret 23). *Phosphate dynamics in a sub-tropical lake ecosystem*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-12727>

- Sudaryanti, S. (2022). *Makroinventrebrata Bentik untuk Bioassessment Kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS)*. UB Media.
- Swanner, E. D., Harding, C., Akam, S. A., Lascu, I., Ledesma, G., Poudel, P., Sun, H., Duncanson, S., Bandy, K., Branham, A., Bryant-Tapper, L., Conwell, T., Jamison, O., & Netz, L. (2024). Thermal stratification and meromixis in four dilute temperate zone lakes. *Biogeosciences*, 21(6), 1549–1562. <https://doi.org/10.5194/bg-21-1549-2024>
- Utami, E. S., & Fitrinawati, H. (2025). Status Kesuburan Berdasarkan Fitoplankton Di Perairan Danau Waren, Tual. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 13(1), 13–28. <https://doi.org/10.36084/jpt.v13i1.602>
- Utami, E. S., Hariyadi, S., & Effendi, H. (2016). *Vertical Distribution Of Temperature And Dissolved Oxygen Related To Floating Cage Activitiy In Cirata Reservoir, West Java* [Institut Pertanian Bogor]. <http://repository.ipb.ac.id:8080/handle/123456789/82810>
- Utami, E. S., & Ivan's, E. (2022). Analisis unsur hara N dan P serta tingkat kemiripan antar Lokasi KJA dan Non KJA di Perairan Waduk Cirata, Jawa Barat. *Open Science and Technology*, 2(1), 33–40. <https://doi.org/10.33292/ost.v2i1.49>
- Utami, E. S., & Puspitaningrum, C. (2022). Karakteristik Distribusi Cod Terkait Aktivitas Kja Di Perairan Waduk Cirata, Jawa Barat. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 4(2), 121. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v4i2.11510>
- Yu, S., He, R., Song, A., Huang, Y., Jin, Z., Liang, Y., Li, Q., Wang, X., Müller, W. E. G., & Cao, J. (2019). Spatial and temporal dynamics of bacterioplankton community composition in a subtropical dammed karst river of southwestern China. *MicrobiologyOpen*, 8(9), e00849. <https://doi.org/10.1002/mbo3.849>