

Analisis Kualitas Air Menggunakan Metode Indeks Pencemaran di Danau Balang Tonjong Kota Makassar

*Muh. Haikal Ahram¹

¹Magister Pengelolaan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Alamat Email: haikalahram96@mail.ugm.ac.id

*Penulis korespondensi, Masuk: 16 Feb. 2024, Direvisi: 06 Jun. 2024, Diterima 26 Agt. 2024

ABSTRAK: Danau Balang Tonjong, yang terletak di Kota Makassar, berfungsi sebagai kawasan resapan air dan budidaya. Namun, pertumbuhan subur eceng gondok yang terpantau di perairannya menunjukkan indikasi pencemaran. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kualitas air Danau Balang Tonjong dengan mengukur berbagai parameter pencemaran, termasuk Total Dissolved Solid (TDS), Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), amoniak (NH_3), fosfat (PO_4), dan Total Coliform. Metode indeks pencemaran digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan dari delapan titik pengambilan sampel di sekitar danau, dengan tujuan mengklasifikasikan status pencemaran air berdasarkan parameter-parameter tersebut. Hasil penelitian menunjukkan tingkat pencemaran yang signifikan di sebagian besar titik sampel, khususnya pada parameter TDS, COD, BOD, dan Total Coliform. Tingginya konsentrasi ini kemungkinan besar diakibatkan oleh aktivitas industri, domestik, pertanian, serta erosi tanah. Penyimpangan pada parameter tersebut menunjukkan penurunan kualitas air secara substansial. Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti perlunya pengelolaan lingkungan yang lebih baik di Danau Balang Tonjong untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mengurangi dampak pencemaran terhadap kesehatan masyarakat sekitar. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk memahami dampak jangka panjang dari pencemaran ini, terutama dalam konteks perubahan iklim dan peningkatan aktivitas manusia di sekitar danau. Implikasi dari penelitian ini menekankan pentingnya langkah-langkah mitigasi, seperti pembatasan polusi dari limbah domestik dan pertanian, serta pengelolaan kualitas air secara berkelanjutan melalui pemasangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di sekitar danau.

Kata kunci: Kualitas Air, Indeks Pencemaran, Danau Balang Tonjong, Parameter Pencemaran, Pengelolaan Lingkungan

ABSTRAK: Balang Tonjong Lake, located in Makassar City, serves as a water catchment and cultivation area. However, the observed proliferation of water hyacinth in its waters indicates potential pollution. This study aims to assess the water quality of Balang Tonjong Lake by measuring various pollution parameters, including Total Dissolved Solids (TDS), Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), nitrite (NO_2), nitrate (NO_3), ammonia (NH_3), phosphate (PO_4), and Total Coliform. The pollution index method was used to analyze data collected from eight sampling points around the lake, classifying water pollution status based on these parameters. The results indicate significant pollution levels in most sampling points, particularly for TDS, COD, BOD, and Total Coliform. The high concentrations are likely due to industrial, domestic, and agricultural activities, as well as soil erosion. The deviations in these parameters suggest a substantial decline in water quality. Overall, this study underscores the need for improved environmental management in Balang Tonjong Lake to maintain ecosystem balance and reduce the pollution impact on the surrounding community's health. Further research is recommended to understand the long-term effects of this pollution, especially in the context of climate change and increasing human activity around the lake. The study's implications highlight the importance of mitigation measures, such as limiting pollution from domestic and agricultural waste and ensuring sustainable water quality management through the installation of Wastewater Treatment Plants (WWTP) around the lake.

Keywords: Water Quality, Pollution Index, Balang Tonjong Lake, Pollution Parameters, Environmental Management

1. PENDAHULUAN

Danau merupakan komponen penting dalam sistem ekologi dan sosial, berfungsi sebagai reservoir alami untuk pengendalian banjir, perikanan air tawar, dan konservasi keanekaragaman hayati. Namun, intensifikasi aktivitas manusia, khususnya kegiatan domestik dan pertanian, telah memperburuk masalah pencemaran air secara global. Pencemaran ini tidak hanya mengancam ekosistem perairan, tetapi juga menimbulkan risiko signifikan terhadap kesehatan masyarakat, seperti yang terlihat pada penyebaran eceng gondok secara luas, tanaman yang sering diasosiasikan dengan pencemaran nutrisi dan ketidakseimbangan ekologi [1]. Mengatasi tantangan ini menjadi krusial, karena danau memiliki peran penting dalam menjaga jasa ekosistem dan mendukung mata pencaharian lokal. Penelitian terkini menekankan pentingnya penerapan strategi pengelolaan sumber daya air yang komprehensif untuk mengurangi pencemaran dan melindungi lingkungan danau [2, 3].

Salah satu metode yang andal untuk mengevaluasi kualitas air adalah Indeks Pencemaran (IP), yang menawarkan pendekatan sistematis untuk mengukur tingkat pencemaran dan mengidentifikasi sumber polusi. Dengan menilai parameter utama seperti pH, Total *Dissolved Solids* (TDS), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), IP memberikan wawasan tentang tingkat pencemaran serta implikasi ekologis dan kesehatan masyarakatnya [4, 5]. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Indonesia No. 115 Tahun 2003, metode ini memfasilitasi klasifikasi badan air berdasarkan status pencemarannya, sehingga memungkinkan intervensi yang ditargetkan untuk mengatasi masalah kualitas air secara efektif [6]. Selain itu, integrasi IP dengan alat penilaian lainnya meningkatkan presisi dan keandalan evaluasi kualitas air, menjadikannya sumber daya yang sangat penting untuk pemantauan lingkungan dan pembuatan kebijakan [7, 8].

Meskipun berguna, kualitas air di banyak danau terus menurun akibat pembuangan limbah domestik dan pertanian yang tidak diolah. Tren ini terlihat jelas di Danau Balang Tonjong, Makassar, di mana aktivitas antropogenik telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam tingkat pencemaran. Parameter yang meningkat, seperti TDS, BOD, nitrit, dan konsentrasi *coliform*, menunjukkan tingkat kontaminasi yang tinggi, dengan limbah domestik menjadi penyebab utama eutrofikasi—proses yang mengurangi kadar oksigen dan mengganggu ekosistem perairan [9]. Larian limbah pertanian

memperburuk kondisi ini dengan memperkenalkan kadar nitrogen dan fosfor yang tinggi, yang semakin merusak kualitas air dan meningkatkan prevalensi ledakan alga berbahaya [10]. Faktor-faktor gabungan ini menekankan perlunya solusi terintegrasi untuk mengurangi beban nutrisi dan memulihkan keseimbangan ekologis danau.

Literatur yang ada menyoroti beberapa pendekatan untuk menangani pencemaran danau, menekankan peran pengelolaan limbah yang lebih baik dan praktik pertanian berkelanjutan. Strategi yang efektif mencakup pengolahan limbah domestik, pengurangan penggunaan pupuk, dan penerapan langkah-langkah pengendalian erosi untuk meminimalkan input nutrisi dari lahan pertanian [11, 12]. Selain itu, pendekatan pengelolaan sumber daya air terintegrasi, yang mempertimbangkan interaksi dinamis antara sistem hidrologi dan aktivitas manusia, telah terbukti berhasil dalam mengurangi risiko banjir dan meningkatkan kualitas air [13, 14]. Integrasi praktik-praktik ini ke dalam kerangka pengelolaan lokal sangat penting untuk membalikkan efek buruk pencemaran pada ekosistem danau.

Khususnya di Danau Balang Tonjong, analisis lapangan dan laboratorium telah mengungkapkan tingkat pencemaran yang mengkhawatirkan. Pengukuran parameter seperti COD, nitrat, amonia, fosfat, dan Total *Coliform* secara konsisten melampaui standar kualitas yang ditetapkan oleh kerangka regulasi. Sebagai contoh, tingkat BOD yang tinggi mencerminkan dekomposisi materi organik yang intens, sementara konsentrasi nitrit dan bakteri *coliform* yang meningkat menunjukkan kontaminasi feses dan meningkatnya risiko kesehatan masyarakat [15]. Temuan ini sejalan dengan studi global yang mengaitkan limbah domestik yang tidak diolah dan limpasan pertanian dengan penurunan kualitas air di ekosistem air tawar (LAISHRAM, 2022).

Metode IP yang diterapkan di Danau Balang Tonjong mengidentifikasi titik sampel T-3 sebagai yang paling tercemar, dengan nilai indeks pencemaran sebesar 8,6, mengkategorikannya sebagai "tercemar sedang". Tingkat kontaminasi ini memerlukan tindakan segera untuk mengurangi sumber polusi dan meningkatkan kualitas air. Polutan organik dan mikroba yang meningkat menekankan pentingnya menangani sumber pencemaran, baik titik maupun non-titik, khususnya yang terkait dengan aktivitas domestik dan pertanian.

Penelitian yang mendukung penerapan metode IP dalam konteks serupa menyoroti keefektifannya dalam memandu strategi peningkatan kualitas air.

Sebagai contoh, penelitian menunjukkan bahwa IP dapat secara akurat mencerminkan tingkat pencemaran di sungai dan danau yang terpengaruh oleh limbah industri dan domestik, sehingga memungkinkan intervensi yang ditargetkan untuk mengatasi kontaminan tertentu [16, 17]. Selain itu, integrasi IP dengan metode lain, seperti sistem STORET, menyediakan kerangka kerja komprehensif untuk menilai dan mengelola kualitas air dalam pengaturan lingkungan yang kompleks [8].

Meskipun ada kemajuan, masih terdapat kesenjangan dalam literatur mengenai interaksi spesifik berbagai sumber pencemaran dan dampaknya yang bersifat kumulatif pada ekosistem danau. Tidak adanya studi rinci tentang efek jangka panjang pencemaran, terutama dalam konteks perubahan iklim dan ekspansi perkotaan, menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut. Mengatasi kesenjangan ini penting untuk mengembangkan strategi pengelolaan adaptif yang dapat mempertahankan kualitas air dan integritas ekosistem di tengah kondisi lingkungan yang terus berubah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air Danau Balang Tonjong menggunakan metode Indeks Pencemaran untuk mengidentifikasi sumber utama kontaminasi dan implikasi ekologisnya. Dengan menyediakan analisis rinci dari parameter pencemaran, penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman yang lebih luas tentang tantangan pengelolaan danau dan menawarkan rekomendasi praktis untuk mengurangi pencemaran. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada fokusnya pada danau yang signifikan secara lokal namun kurang diteliti, dengan mengatasi kesenjangan kritis dalam pengetahuan tentang dampak aktivitas domestik dan pertanian pada ekosistem air tawar. Temuan penelitian ini akan membantu dalam pembuatan kebijakan dan strategi pengelolaan yang bertujuan untuk melestarikan fungsi ekologis dan sosial Danau Balang Tonjong, sekaligus menjadi referensi bagi studi serupa di wilayah lain.

2. METODE

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Tahapan Proses pengumpulan data primer dilakukan di Danau Balang Tonjong yang terletak di Kecamatan Manggala, Kota Makassar. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2023. Terdapat 8 titik pengambilan sampel air disajikan pada **Tabel 1** dan **Gambar 1**.

2.2 Metode Penelitian

Metode survei digunakan untuk penelitian kuantitatif ini. Metode pengambilan sampel dipersyaratkan sebagai teknik pengambilan sampel air permukaan menurut SNI 6989-57:2008.

Tabel 1. Titik Lokasi Penelitian

	Titik Sampel	Deskripsi Lokasi Pengambilan
T-1	S = 9428268.98 E = 775627.91	Lokasi ini merupakan aliran masuknya air sungai ke danau balang tonjong
T-2	S = 9428212.00 E = 775830.00	Lokasi ini merupakan masuknya aliran saluran drainase domestik dari permukiman padat dan pertanian
T-3	S = 9428323.95 E = 775951.98	Lokasi ini merupakan masuknya aliran saluran drainase domestik dan digunakan pertanian dari permukiman Perumnas Antang
T-4	S = 9428476.00 E = 776332.00	Lokasi ini merupakan masuknya aliran dari aktivitas pertanian sawah dan air limbah domestik
T5	S = 9428613.14 E = 776114.89	Lokasi ini merupakan masuknya aliran dari aktivitas pertanian sawah
T6	S = 9428799.14 E = 775865.09	Lokasi ini merupakan masuknya aliran dari aktivitas pertanian sawah
T-7	S = 9428576.00 E = 775226.99	Lokasi ini merupakan masuknya aliran saluran drainase domestik dari permukiman dan pertanian
T-8	S = 9428445.00 E = 774838.00	Lokasi keluarnya air danau ke aliran sungai

2.3 Variabel Penelitian

Pengambilan sampel air menggunakan metode grab sampling dilakukan di Danau Balang Tonjong, Kecamatan Manggala, Kota Makassar. Parameter kualitas yang diamati secara langsung di lapangan (*in-situ*) yaitu suhu, pH, DHL, dan Total Dissolved Solid (TDS). Pengukuran parameter DO, NO₃, NO₂, NH₃, PO₃, *Total-Caliform* dilakukan di Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP).

2.4 Analisis Penelitian

Analisis penelitian ini menggunakan parameter pH, TDS, BOD, COD, DO, NO₃, NO₂, NH₃, PO₃, *Total-Caliform* untuk mengetahui pencemaran yang ada di Danau Balang Tonjong. Sampel yang telah diuji kemudian dikomparasi dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Penentuan Status kualitas air dengan menggunakan Indeks Pencemaran Kepmen LH No. 115 Tahun 2003 pada lampiran II tentang pedoman Penentuan Status Mutu Air. Metode ini dilakukan dengan menentukan nilai maksimum dan nilai rata-rata kandungan tiap parameter dengan nilai standar baku mutu air. Pengujian kualitas air dilakukan dengan menggunakan dengan metode sesuai ketentuan baku mutu Indeks pencemaran (IP) merupakan analisis kualitas air yang mengacu pada standar baku mutu penentuan status mutu menggunakan metode Indeks Pencemaran dalam Keputusan Menteri Lingkungan

Hidup Nomor 115 Tahun 2003, menggunakan persamaan:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 - (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \quad (1)$$

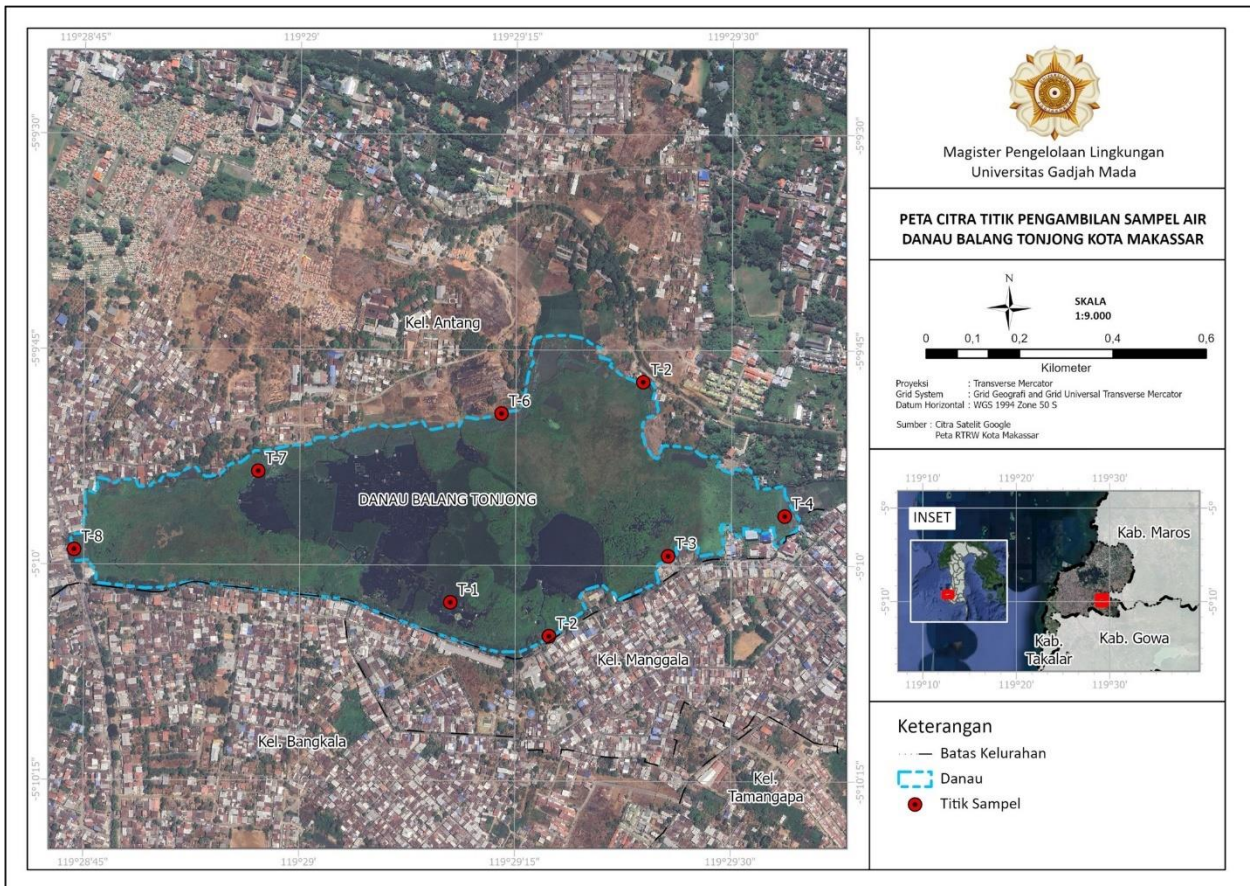
Keterangan:

PI_j = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j);

C_i = Parameter kualitas air di lapangan (i);

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan Air (j);
 $(C_i/L_{ij})_M$ = Nilai C_i/L_{ij} Maksimum;
 $(C_i/L_{ij})_R$ = Nilai C_i/L_{ij} Rata-rata

Indeks pencemaran (IP) ditentukan dari hasil nilai maksimum dan nilai rerata rasio konsentrasi per-parameter terhadap nilai baku mutunya. Kelas Indeks pencemaran disajikan pada **Tabel 2**.



Gambar 1. Peta Titik Pengambilan Sampel Air Danau

Tabel 2. Nilai Indeks Pencemaran

Hasil Nilai IP	Keterangan
$0 \leq P_{ij} \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < P_{ij} \leq 5,0$	Cemar ringan
$5,0 < P_{ij} \leq 10$	Cemar sedang
$P_{ij} > 10$	Cemar berat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

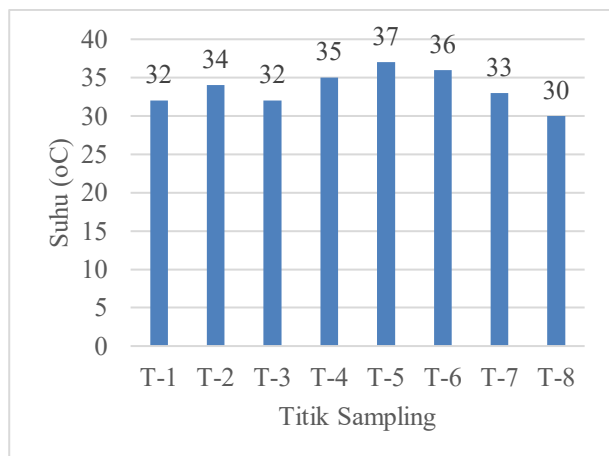
Hasil pemantauan yang dilakukan di Danau Balang Tonjong dengan menggunakan parameter pencemar kualitas air yang ditinjau dalam penelitian ini yaitu TDS, COD, BOD, NO₂, NO₃, HNO₃, PO₄, dan Total *Caliform*. Parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor

22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. untuk selanjutnya dapat mengetahui mutu air sungai berdasarkan metode Indeks Pencemaran. Kegiatan pengambilan sampel air dilakukan pada bulan Oktober tahun 2023.

3.1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan langsung dilapangan saat pengambilan sampel dengan menggunakan alat termometer *Water Tester Checker*. Pengukuran suhu dalam perairan secara erat terkait dengan aktivitas fotosintesis dan jumlah oksigen terlarut, sehingga berpengaruh signifikan pada aktivitas biologis dan

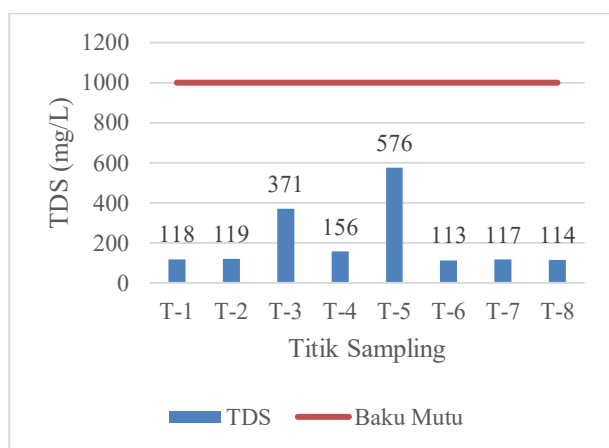
pertumbuhan organisme [18]. Fluktuasi suhu dalam lingkungan perairan memiliki dampak signifikan pada proses biologis dan kimia di dalam air. Kenaikan suhu dalam perairan dapat menghasilkan beberapa konsekuensi, seperti penurunan kandungan oksigen terlarut dalam air, percepatan reaksi kimia, serta gangguan terhadap kehidupan ikan dan makhluk air lainnya [19]. Berikut hasil pengukuran suhu disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik Parameter Suhu

3.2. Total Dissolved Solid (TDS)

Total Dissolved Solid (TDS) adalah konsentrasi padatan yang terdiri dari senyawa organik dan anorganik yang dapat larut dalam air, termasuk mineral dan garam-garamnya. Hasil pengukuran Total Dissolved Solid disajikan pada **Gambar 3** sebagai berikut.



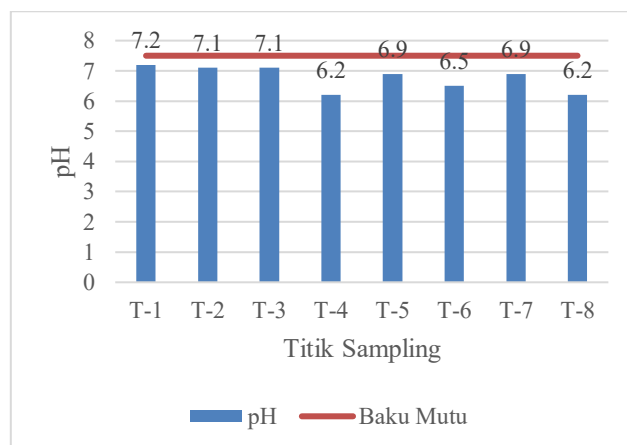
Gambar 3. Grafik Parameter TDS

Jumlah residu terlarut atau TDS dipengaruhi oleh proses pelapukan vegetasi di sekitar lokasi titik pengambilan sampel. Nilai TDS diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan

menggunakan TDS meter. Alat ini digunakan dengan cara mencelupkannya ke dalam air yang akan diuji, dan nilai TDS pada sampel air yang diuji akan muncul pada alat tersebut. Hasil pengukuran lapangan menunjukkan nilai Total Padatan Terlarut (TDS) dari ke 8 titik sampel yang diukur berkisar antara 118 sampai dengan nilai tertinggi yaitu 576 mg/l pada titik sampling 5. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 baku mutu air untuk kriteria kelas air I yaitu dengan nilai ambang batas 1000 mg/L. Hasil pengambilan sampel dilapangan seluruh sampel uji tidak melewati baku mutu. penurunan kualitas badan air berdasarkan parameter TDS disebabkan oleh perubahan iklim, adanya pembangunan, dan urbanisasi yang disebabkan oleh perubahan lingkungan seperti pembuangan air buangan limbah rumah tangga [1].

3.3. pH

Perairan dengan nilai pH sekitar 7 dianggap netral, sedangkan pH kurang dari 7 menunjukkan sifat asam, dan pH di atas 7 menunjukkan sifat basa dalam perairan tersebut. Kehadiran karbonat, bikarbonat, dan hidroksida dapat meningkatkan tingkat kebasahan dalam air, sementara kehadiran asam dalam bentuk mineral bebas dan asam karbonat dapat meningkatkan tingkat keasaman dalam perairan. Nilai pH dapat berpengaruh pada spesiasi senyawa kimia dan tingkat toksisitas bagi organisme yang ada dalam lingkungan perairan. Berdasarkan hasil dari analisis kualitas air Danau Balang Tonjong didapatkan hasil pH air Danau Balang Tonjong dengan rentang 6.2- 7.2. Berikut Hasil pengukuran pH disajikan pada **Gambar 4**. sebagai berikut.



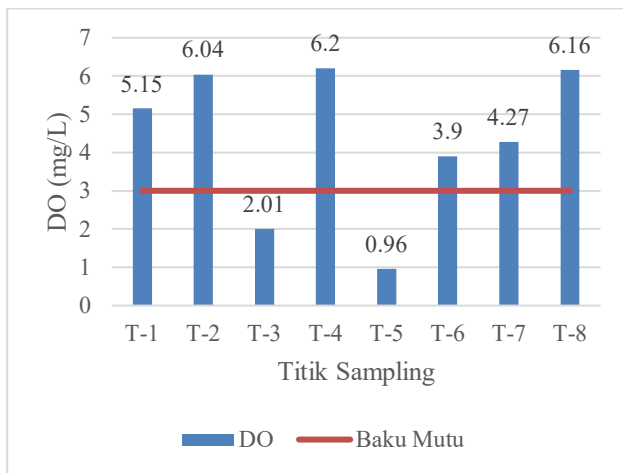
Gambar 4. Grafik Parameter pH

Pemantauan berkala terhadap parameter pH air sangat penting dilakukan mengingat pH ini berpengaruh terhadap komunitas biologi perairan

karena nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan.

3.4. Dissolved Oxygen

Oksigen terlarut atau DO merupakan parater penting dalam perairan. Oksigen terlarut mencakup jumlah oksigen yang tersedia di dalam air danau untuk mendukung kehidupan organisme yang menghuni ekosistem tersebut. Berikut Hasil pengukuran pH disajikan pada **Gambar 5**. sebagai berikut.

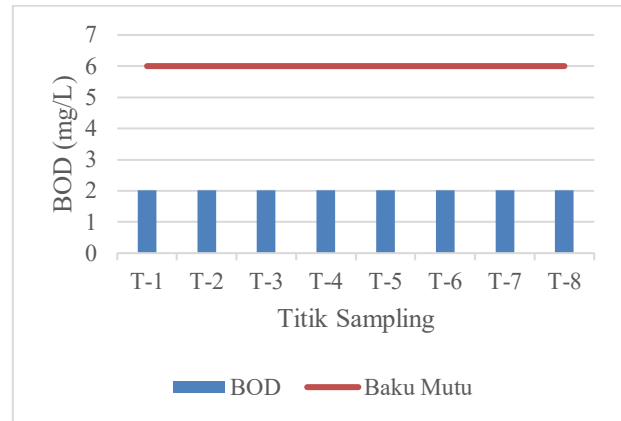


Gambar 5. Grafik Parameter DO

Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari udara yang terlarut dalam air atau dihasilkan melalui proses fotosintesis oleh tanaman air. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 baku mutu air untuk kriteria kelas air II yaitu dengan nilai ambang batas DO adalah > 4 mg/L. Hasil pengukuran DO diperairan Danau Balang Tonjong berkisar 0.96 – 6.2 mg/L. Nilai DO tertinggi terdapat di titik sampel T-4. Untuk titik kandungan DO paling rendah terdapat dititik sampel T-5 sebesar 0.96. Penurunan nilai DO disebabkan oleh masuknya aliran limbah rumah tangga, aktivitas pertanian, dan keramba ikan ke perairan.

3.5. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Parameter BOD diukur di laboratorium dengan mengikuti pedoman yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 066989-57-2008. BOD yang diukur adalah BOD5, yang mengacu pada pengukuran selama 5 hari, dengan tujuan untuk menilai beban pencemar yang ada dalam air. Hasil pengukuran kandungan BOD di seluruh titik sampel ditemukan dalam bentuk grafik pada **Gambar 6**.

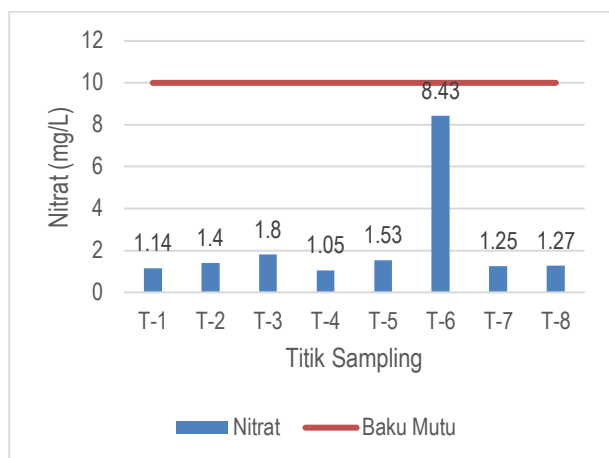


Gambar 6. Grafik Parameter BOD

Pada **Gambar 6**. hasil pengukuran laboratorium BOD5 didapatkan nilai BOD < 2.01 mg/L disetiap titik sampel air danau Balang Tonjong. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 baku mutu air untuk kriteria kelas air II yaitu dengan nilai ambang batas BOD adalah 3 mg/L. Hasil pengambilan sampel dilapangan seluruh sampel uji tidak melewati baku mutu. *Biochemical Oxygen Demand* di danau mencerminkan seberapa banyak oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerob untuk mendekomposisi bahan organik dalam air danau. Kadar BOD di danau memiliki dampak langsung pada kualitas air dan ekosistem biota [20]. Tingginya tingkat BOD menandakan keberadaan pencemaran bahan organik yang berlebihan mengakibatkan penurunan oksigen terlarut. BOD yang rendah mencerminkan keseimbangan yang baik antara produksi dan konsumsi oksigen melalui proses biologis dan kimia di dalam ekosistem danau. BOD mencerminkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme aerobik untuk mengoksidasi bahan buangan dalam air [21].

3.6. Nitrat

nitrat, sebagai bentuk utama nitrogen dalam perairan, menjadi faktor pencemaran yang memicu akumulasi nutrien dan berpotensi menyebabkan pertumbuhan berlebih alga [10]. Sumber nitrat dalam air berasal dari limbah yang mengandung ammonium. Penurunan konsentrasi nitrat dalam air dapat dipicu oleh aktivitas mikroorganisme, dimana mikroorganisme mengoksidasi ammonium menjadi nitrit, yang selanjutnya diubah oleh bakteri menjadi nitrat. Proses oksidasi ini juga dapat berdampak pada berkurangnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Hasil pengukuran nitrat pada seluruh titik sampel disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Grafik Parameter NO_2

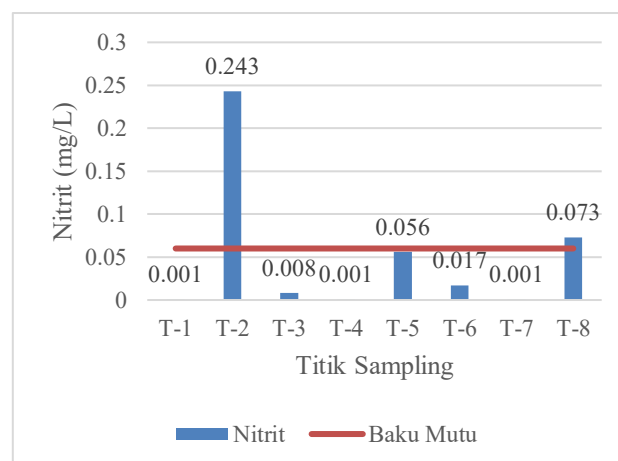
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 nilai ambang batas nitrit adalah 10 mg/L. **Gambar 7** menunjukkan hasil pengujian nitrat didapatkan data yang terendah di titik sampel T-1 dengan nilai kandungan nitrat sebesar 1.14 mg/L dan nilai tertinggi kandungan nitratnya adalah di titik sampel T-6 dengan kandungan 8.43 mg/L. Pada lokasi Titik T-6 ini berada dikawasan pertanian. Pemakaian pupuk yang berlebihan dalam sektor pertanian menjadi penyebab terjadinya ketidakseimbangan dalam siklus nitrogen baik secara global maupun lokal [22].

3.7. Nitrit

Pengujian kandungan nitrit dilakukan sesuai dengan Prosedur Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 6989.9-2004. Nitrit merupakan bentuk nitrogen yang mengalami oksidasi sebagian, dan biasanya ditemukan dalam air limbah yang telah lama ada. Nitrit memiliki kestabilan yang relatif singkat dan merupakan hasil sementara dari proses oksidasi antara amonia dan nitrat. Sifat nitrit bersifat tidak permanen karena dapat mengalami oksidasi menjadi nitrat atau dapat berubah menjadi amoniak [23]. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan nitrit dalam air dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan proses kimia yang terjadi di dalamnya. Hasil pengukuran nitrat pada seluruh titik sampel disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 8**.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 nilai ambang batas nitrit adalah 0.06 mg/L. **Gambar 8** menunjukkan hasil pengujian nitrit terdapat 3 titik melenihi baku mutu nitrit. Nilai tertinggi terdapat di titik sampel T-2. Titik sampel berada di kawasan permukiman pada penduduk. Peningkatan beban cemaran nitrit dipengaruhi oleh sistem saluran pembuangan dimana limbah buangan

rumah tangga akan menambah konsentrasi nitrit. Kandungan senyawa nitrit yang tinggi di perairan disebabkan oleh aktifitas yang tinggi dari bakteri pengurai akibat pembuangan limbah rumah tangga, pertanian, serta industri [7].

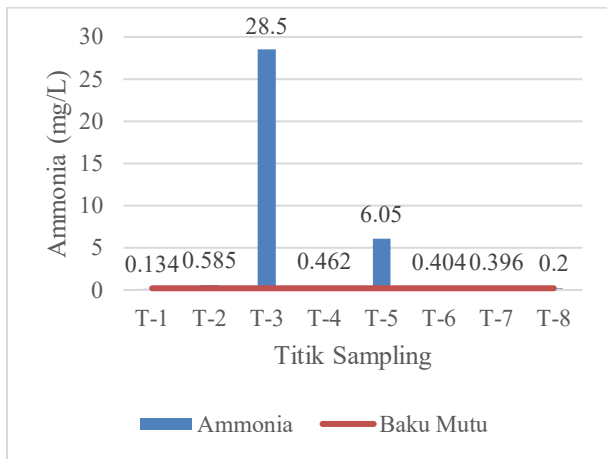


Gambar 8. Grafik Parameter NO_3

3.8. Ammonia

Ammonia dalam perairan memiliki berasal dari berbagai sumber, misalnya air seni dan tinja, oksidasi zat organik melalui proses mikrobiologis, serta dari limbah industri dan aktivitas masyarakat. Peningkatan konsentrasi ammonia dalam lingkungan perairan dapat dipengaruhi oleh peningkatan tingkat keasaman dan suhu. Hasil pengukuran ammonia pada seluruh titik sampel disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 9**.

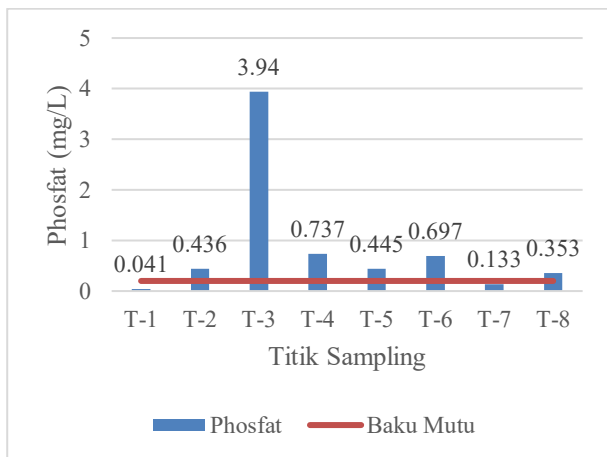
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 nilai ambang batas ammonia adalah 0.2 mg/L. Nilai ammoniak tertinggi pada titik sampel T-3 dengan nilai kandungan ammoniak sebesar 28 mg/L. Adanya konsentrasi kandungan ammonia yang tinggi diperairan mengindikasikan terjadinya pencemaran, salah satu penyebabnya dapat berasal dari pembuangan limbah air domestik baik segar (belum diolah) maupun yang sudah melalui proses pengolahan [24]. Nilai konsentrasi tertinggi pada Titik T-3 telah melewati nilai ambang batas yang telah ditentukan pada kelas air 2. Secara kondisi tersebut juga dikarenakan terdapat pemukiman masyarakat yang cukup padat sehingga menimbulkan kegiatan/aktivitas pembuangan limbah yang berlebihan, pembuangan kegiatan domestik langsung menuju danau tanpa ada pengolahan sebelum dialirkan ke aliran yang menuju danau.



Gambar 9. Grafik Parameter HNO₂

3.9. Fosfat

Fosfat dapat diklasifikasikan sebagai fosfat ortho terlarut, fosfat tersuspensi atau terkondensasi, seperti pyrofosfat, metafosfat atau polifosfat0 lainnya dan fosfat terikat organik, seperti fosfat organik, fosfodiester, fosfonat organik [25]. Berikut hasil pengukuran Fosfat pada seluruh titik sampel disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 10**.



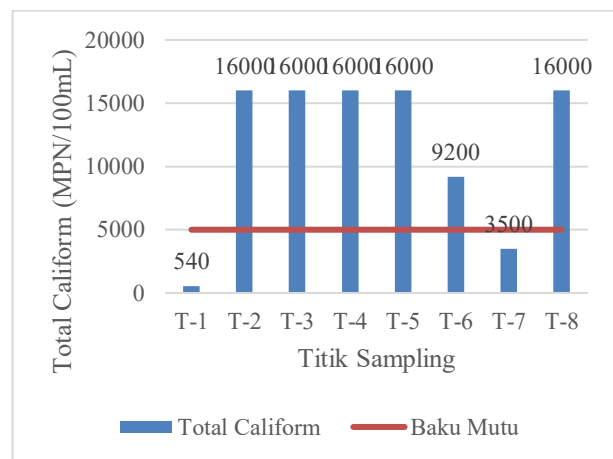
Gambar 10. Grafik Parameter HNO₂

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 standar baku mutu parameter Fosfat adalah 0.03 mg/L untuk kelas 2. Hasil analisa laboratorium untuk konsentrasi Total-Phosfat pada seluruh titik sampel menunjukkan berada diatas baku mutu yang dipersyaratkan. Titik sampel T-3 mengalami konsentrasi fosfat tinggi terlihat pada kondisi lapangan perairan berwarna hijau. Perairan yang membentuk air berwarna hijau semu yang merupakan cikal bakal terjadinya eutrofikasi. Sumber pencemaran dari fosfat adalah masuknya zat pencemar diperkirakan berasal dari kegiatan rumah

tingga, aktivitas keramba jaring apung dan pertanian [26].

3.10. Total Coliform

Total-Coliform merupakan parameter yang dapat ditemukan dalam berbagai lingkungan, termasuk tanah dan air yang telah terkontaminasi oleh air permukaan serta limbah dari kotoran manusia dan hewan. Limpasan air hujan air dapat membawa limbah dari kotoran hewan dan manusia, yang kemudian meresap ke dalam tanah atau mengalir dalam sumber air [27]. Berikut hasil pengukuran Total-Caliform pada seluruh titik sampel disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Grafik Parameter Total Caliform

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 standar baku mutu parameter Total-Caliform adalah 5.000 MPN/100mL untuk kelas 2. Pada diagram di atas dapat dilihat, berdasarkan hasil uji laboratorium yang dilakukan terhadap sampel air danau Pada titik 1 dan titik 7 masih dibawah baku mutu yang ditetapkan. Hal ini karena pada perairan sekitar pada titik 1 dan 7 masih alami tidak adanya bahan pencemar masuk ke perairan danau. Adapun pada titik T-2, T-3, T-4, T-5, T-6, dan T-8 melebihi nilai baku mutu. Penyebab tingginya nilai konsentrasi tersebut dapat dikaitkan dengan kondisi di sekitar lokasi pengambilan sampel, yang terletak paling dekat dengan tumpukan sampah dan saluran air limbah buang rumah tangga. Cemaran bakteri Total Coliform disebabkan oleh keberadaan limbah, baik yang berasal dari limbah domestik maupun limbah industri [28].

3.11. Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran

Analisis tingkat kerusakan komponen abiotik dilakukan dengan menggunakan Indeks Pencemaran (*pollution index*). Penentuan status mutu air dilakukan dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran yang berdasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Hasil perhitungan Indeks Pencemaran akan menghasilkan status mutu air.

Tabel 3. Rekapitan Indeks Pencemaran

No.	Lokasi Sampel	Nilai IP	Status Mutu Air	Variabel Pencemar
1	T-1	1.21	Cemar Ringan	Ammoniak dan Fosfat
2	T-2	5.00	Cemar Sedang	Nitrit, Ammoniak, Fosfat dan <i>Total Caliform</i>
3	T-3	8.60	Cemar Sedang	Ammoniak, Fosfat dan <i>Total Caliform</i>
4	T-4	5.74	Cemar Sedang	Ammoniak, Fosfat dan <i>Total Caliform</i>
5	T-5	6.18	Cemar Sedang	Ammoniak, Fosfat dan <i>Total Caliform</i>
6	T-6	5.66	Cemar Sedang	Ammoniak, Fosfat dan <i>Total Caliform</i>
7	T-7	3.06	Cemar Ringan	Ammoniak dan Fosfat
8	T-8	4.61	Cemar Ringan	Nitrit, Ammoniak, Fosfat dan <i>Total Caliform</i>

Pada pengamatan di lapangan telah hampir keseluruhan permukaan perairan Danau Balang Tonjong ini telah tertutup mengalami eutrofikasi tanaman eceng gondok dan bisa termasuk kedalam kategori tercemar berat. Karena adanya aktivitas keramba jaring apung namun pada penelitian ini hanya mengidentifikasi aktivitas manusia permukiman yang membuang limbah dan aktivitas pertanian disekitar Danau Balang Tonjong. Aktivitas KJA ini pemberian pakan ikan, yang kaya akan protein, berperan penting dalam peningkatan massa tubuh ikan. Sebagai konsekuensi, pakan ikan mengandung unsur nitrogen dan fosfat, unsur-unsur kunci dalam alam yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Kehadiran berlimpah dari kedua unsur tersebut dapat mempercepat proses pertumbuhan dan perkembangan organisme. Manfaat kandungan nitrogen dan fosfat tidak hanya dinikmati oleh ikan budidaya, tetapi juga oleh mikroorganisme di perairan danau. Mikroorganisme ini mampu

berkembang dengan cepat, meningkatkan jumlah mereka secara signifikan dalam suatu fenomena yang dikenal sebagai blooming. Dampak blooming ini dapat bervariasi tergantung pada jenis organisme yang berkembang biak, dan dapat memiliki konsekuensi merugikan atau tidak, tergantung pada konteksnya. Pengertian tentang eutrofikasi dan dampak negatifnya menjelaskan bahwa peningkatan nutrisi tersebut dapat menyebabkan pencemaran yang merugikan bagi ekosistem perairan Danau Balang Tonjong.

3.12. Strategi Pengendalian Pencemaran Danau

Strategi pengendalian pencemaran lingkungan perairan Danau Balang Tonjong dapat ditingkatkan dengan melibatkan berbagai pihak, termasuk pemerintah, aparat penegak hukum, pengamat lingkungan, dan masyarakat. Langkah-langkah yang dapat diambil antara lain menetapkan kapasitas maksimum untuk menanggung pencemaran, meningkatkan pemantauan kualitas air, serta menerapkan rekayasa lingkungan seperti pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk mengelola limbah dan mendorong sistem daur ulang. Hal ini akan membantu mengurangi dampak pencemaran dari aktivitas domestik dan industri yang berpotensi mencemari Danau Balang Tonjong.

4. KESIMPULAN

Perhitungan indeks pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003. Terdapat titik pengambilan sampel menunjukkan tercemar ringan pada titik T-1, T-7 dan T-8. Untuk titik sampel T-2, T-3, T-4, T-5, dan T-6 termasuk kedalam kategori tercemar sedang. Titik pengambilan sampel menunjukkan status mutu air tercemar sedang, dengan nilai indeks pencemaran tertinggi yaitu 8.60 di titik sampel T-3.

Strategi dalam pengelolaan Danau Balang Tonjong dengan meningkatkan pengetahuan dan kepedulian masyarakat dengan melibatkan berbagai pihak yang terdiri dari Pemerintah, Aparat Penegak Hukum, pada pemerhati lingkungan serta masyarakat itu sendiri. Menetapkan daya tampung beban pencemaran, dan pembuatan IPAL.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. H. Melo, "Socioeconomic Status, Lake Knowledge, and Community Participation in the Sustainable Lake Limboto Management, Gorontalo Regency," *Journal of Water and Land Development*, pp. 177-182, 2024, doi: 10.24425/jwld.2024.149119.

- [2] L. Muralikrishna, "Unveiling the Agricultural System's Water Pollution Perils: A Study in Thrissur and Palakkad Districts of Kerala, India," *International Journal of Agriculture Extension and Social Development*, vol. 7, no. 4, pp. 374-376, 2024, doi: 10.33545/26180723.2024.v7.i4e.549.
- [3] S. Deng, "Investigating Flood Characteristics and Mitigation Measures in Plain-Type River-Connected Lakes: A Case Study of Poyang Lake," *Water*, vol. 16, no. 2, p. 281, 2024, doi: 10.3390/w16020281.
- [4] M. A. Siregar, "Analysis of Pollutant Index in Gunung Putri Pond, West Java Province, Indonesia," *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 1263, no. 1, p. 012041, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1263/1/012041.
- [5] A. Koswara, "Study of Monitoring Water Quality as Impact of Steam Power Plant (SPP) 3 X 10 MW Tanjung Enim Banko Operational Activities," *Sriwijaya Journal of Environment*, vol. 6, no. 3, pp. 114-120, 2021, doi: 10.22135/sje.2021.6.3.114-120.
- [6] M. Aprilia, H. Effendi, and S. Hariyadi, "Water Quality Status Based on Pollution Index and Water Quality Index of Ciliwung River, DKI Jakarta Province," *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 1109, no. 1, p. 012051, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1109/1/012051.
- [7] R. Christiana, I. M. Anggraini, and H. Syahwanti, "Analisis Kualitas Air Dan Status Mutu Serta Beban Pencemaran Sungai Mahap Di Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.32672/jse.v5i2.1921.
- [8] S. Afriani, S. Agustina, S. Karina, I. Irwan, and C. S. M. Kazrina, "The Assessment of Water Quality by STORET Method in the Northern Waters of Banda Aceh," *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 674, no. 1, p. 012062, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/674/1/012062.
- [9] M. K. Kadim, F. M. Sahami, and D. J. Hasiru, "Spatial and Temporal Distribution of Phytoplankton With Emphasis on the Harmful and Toxic Algae in the Limboto Lake," *Tomini Journal of Aquatic Science*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.37905/tjas.v1i2.7752.
- [10] W. L. Wang, Y. J. Wan, X. Y. Tang, and B. Liang, "Pollutants-Producing and Pollutants-Discharge Coefficients of Nitrogen and Phosphorous in Rural Domestic Sources in Taihu Lake Basin, China," *Advanced Materials Research*, vol. 955-959, pp. 1132-1142, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/amr.955-959.1132.
- [11] A. Topçu, "Evaluation of Some Management Strategies in Eutrophic Mogan Lake, Turkey: Phosphorus Mobility in the Sediment-Water Interface," *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 15, no. 4, pp. 705-717, 2017, doi: 10.15666/aeer/1504_705717.
- [12] M. Gad *et al.*, "Integration of Water Quality Indices and Multivariate Modeling for Assessing Surface Water Quality in Qaroun Lake, Egypt," *Water*, vol. 13, no. 16, p. 2258, 2021, doi: 10.3390/w13162258.
- [13] Z. Sun, Q. Huang, and T. Lotz, "Evolution of Flood Regulation Capacity for a Large Shallow Retention Lake: Characterization, Mechanism, and Impacts," *Water*, vol. 12, no. 10, p. 2853, 2020, doi: 10.3390/w12102853.
- [14] Q. Zhang, P. Sun, X. Chen, and T. Jiang, "Hydrological Extremes in the Poyang Lake Basin, China: Changing Properties, Causes and Impacts," *Hydrological Processes*, vol. 25, no. 20, pp. 3121-3130, 2011, doi: 10.1002/hyp.8031.
- [15] Z. Wu, D. Zhang, Y. Cai, X. Wang, L. Zhang, and Y. Chen, "Water Quality Assessment Based on the Water Quality Index Method in Lake Poyang: The Largest Freshwater Lake in China," *Scientific Reports*, vol. 7, no. 1, 2017, doi: 10.1038/s41598-017-18285-y.
- [16] W. Setyaningsih and R. S. Sanjaya, "The Impact of Agricultural Waste on River Water Quality of Kreo Watershed in Semarang City," *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 1041, no. 1, p. 012083, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1041/1/012083.
- [17] A. G. Azhar, "Hematological Profile of Bader Fish (*Barbonymus Altus*) in the Brantas River, Blitar Region in Measurement of River Water Quality," *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, vol. 10, no. 5, pp. 2786-2796, 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i5.4832.
- [18] V. Djoharam, E. Riani, and M. Yani, "Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran sungai pesangrahan di wilayah provinsi DKI Jakarta," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, vol. 8, no. 1, pp. 127-133, 2018.
- [19] V. S. Kale, "Consequence of temperature, pH, turbidity and dissolved oxygen water quality parameters," *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, vol. 3, no. 8, pp. 186-190, 2016.
- [20] G. E. Adjovu, H. Stephen, D. James, and S. Ahmad, "Measurement of total dissolved solids and total suspended solids in water systems: A review of the issues, conventional, and remote sensing techniques," *Remote Sensing*, vol. 15, no. 14, p. 3534, 2023.
- [21] T. A. Daroini and A. Arisandi, "Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan," *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, vol. 1, no. 4, pp. 558-566, 2020.
- [22] M. Leatemia, S. Ch, and A. Jacob, "Analisis Dampak Penimbunan Limbah Ela Sagu Terhadap Kualitas air Sungai di Sekitar Lokasi Pengolahan Sagu di Desa Waisamu Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat," *Jurnal Budidaya Perairan*, vol. 9, no. 2, pp. 86-91, 2013.

- [23] M. E. E. Alahi and S. C. Mukhopadhyay, "Detection methods of nitrate in water: A review," *Sensors and Actuators A: Physical*, vol. 280, pp. 210-221, 2018.
- [24] W. A. E. Putri, A. I. S. Purwiyanto, F. Agustriani, and Y. Suteja, "Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol. 11, no. 1, pp. 65-74, 2019.
- [25] M. Hibban, A. Rezagama, and P. Purwono, "Studi Penurunan Konsentrasi Amonia Dalam Limbah Cair Domestik Dengan Teknologi Biofilter Aerobmedia Tubular Plastik Pada Awal Pengolahan," Diponegoro University, 2016.
- [26] M. A. S. Jati, "Studi Kadar Fosfat (Total, Polifosfat dan Ortofosfat) pada Daerah Aliran Sungai Lamat Kecamatan Muntilan," *Dinamika Lingkungan Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 98-106, 2022.
- [27] R. Kurniati and P. Komala, "Zulkarnaini.(2021). Analisis Beban Pencemar Total Nitrogen dan Total Fosfat akibat Aktivitas Antropogenik di Danau Maninjau," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 19, no. 2, pp. 355-364, 2021.
- [28] M. S. P. Mokodompit, J. M. Umboh, and O. R. Pinontoan, "Uji Kualitas Air Danau berdasarkan Kandungan Escherichia Coli dan Total Coliform di Danau Mooat Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Tahun 2019," *KESMAS*, vol. 9, no. 2, 2020.



© 2024 the Author(s), licensee Jurnal LINEARS. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>)