



Analisis Pencemaran Air Oleh Limbah Rumah Tangga Di Danau Tondano Desa Toulour Kabupaten Minahasa

Andini S. Pongoh^{#a}, Herawaty Riogilang^{#b}, Cindy J. Supit^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aandinipongoh01@gmail.com, ^bherawaty_riogilang@unsrat.ac.id, ^ccindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Danau Tondano merupakan sumber daya air penting bagi masyarakat Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara, namun rentan mengalami penurunan kualitas akibat pembuangan limbah rumah tangga secara langsung ke badan air. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kualitas air Danau Tondano di Desa Toulour berdasarkan parameter fisika dan kimia, meliputi pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), nitrat, dan Total Suspended Solids (TSS). Pengambilan sampel dilakukan pada dua titik pengamatan, yaitu DT-1 dan DT-2, kemudian dianalisis di laboratorium dan dibandingkan dengan baku mutu kualitas air yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan nilai pH berada pada kisaran normal, yakni 6,89 di DT-1 dan 6,59 di DT-2. Konsentrasi DO masing-masing sebesar 4,6 mg/L dan 4 mg/L, berada pada batas minimum baku mutu. Nilai BOD tercatat 2,49 mg/L dan 1,92 mg/L, sedangkan COD sebesar 20,5 mg/L dan 9,26 mg/L, yang masih memenuhi baku mutu. Konsentrasi nitrat dan TSS berada di bawah ambang batas. Secara umum, DT-1 menunjukkan nilai pencemar lebih tinggi serta DO lebih rendah dibandingkan DT-2, mencerminkan pengaruh aktivitas domestik. Meskipun seluruh parameter masih memenuhi baku mutu, pola perubahan antar tahun mengindikasikan tren peningkatan beban pencemar dan penurunan kualitas ekologis secara bertahap sehingga diperlukan pengelolaan limbah domestik dan peningkatan kesadaran masyarakat setempat.

Kata kunci: kualitas air, limbah rumah tangga, Danau Tondano, BOD, COD

1. Pendahuluan

Danau merupakan sumber daya air yang memiliki peran penting dalam mendukung kehidupan manusia dan keseimbangan ekosistem perairan, baik sebagai penyedia air untuk kebutuhan domestik, perikanan, pertanian, maupun pariwisata. Namun, meningkatnya aktivitas manusia di sekitar danau sering kali memberikan tekanan terhadap kualitas perairan, terutama akibat pembuangan limbah rumah tangga secara langsung ke badan air tanpa melalui proses pengolahan. Limbah domestik umumnya mengandung bahan organik dan senyawa kimia yang dapat memicu penurunan kualitas air serta mengganggu keseimbangan ekosistem perairan.

Danau Tondano yang terletak di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara, merupakan salah satu danau alami yang memiliki peran strategis bagi masyarakat setempat. Peningkatan aktivitas permukiman di sekitar danau berpotensi menjadi sumber utama pencemaran, khususnya dari air limbah dapur, cucian, dan sisa aktivitas rumah tangga lainnya. Masuknya limbah tersebut dapat memengaruhi parameter kualitas air, seperti pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), nitrat, dan Total Suspended Solids (TSS), yang sering digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran perairan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air Danau Tondano di Desa Toulour berdasarkan parameter pH, DO, BOD, COD, nitrat, dan TSS. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi kualitas air terkini serta menjadi dasar dalam upaya pengelolaan dan pengendalian pencemaran air Danau Tondano secara berkelanjutan.

2. Landasan Teori

Danau merupakan ekosistem perairan lental yang berperan penting sebagai penyimpan air alami dan penyangga keseimbangan lingkungan, sekaligus mendukung berbagai aktivitas manusia seperti kebutuhan air domestik, perikanan, pertanian, dan pariwisata. Kualitas air danau menjadi faktor penentu kemampuan perairan dalam menopang kehidupan biota akuatik serta tingkat kelayakannya untuk dimanfaatkan, sehingga perubahan kualitas air dapat menjadi indikator awal terjadinya gangguan ekologis akibat tekanan aktivitas manusia.

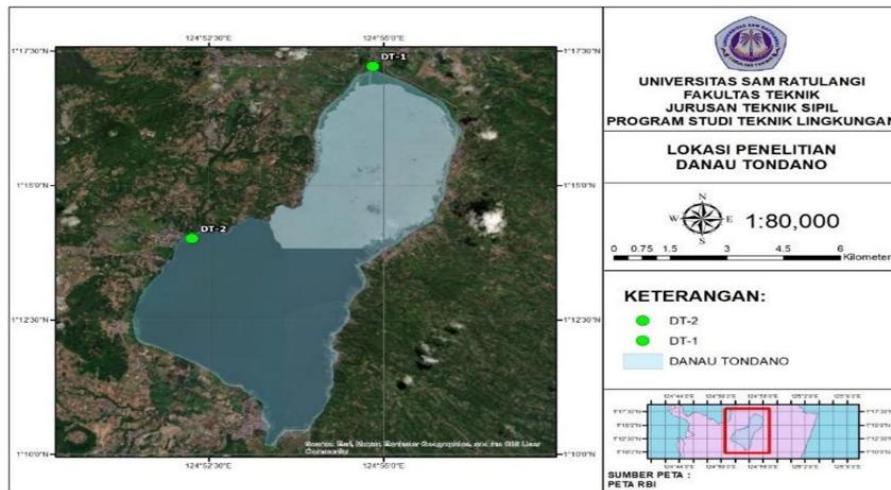
Salah satu sumber utama pencemaran danau adalah limbah rumah tangga, terutama di wilayah permukiman yang belum memiliki sistem pengolahan limbah yang memadai. Limbah domestik yang berasal dari aktivitas mandi, mencuci, dan dapur umumnya mengandung bahan organik, nutrien, dan senyawa kimia seperti deterjen. Pembuangan limbah secara langsung dan berkelanjutan ke badan air dapat meningkatkan beban pencemar, menurunkan kualitas perairan, serta mengganggu keseimbangan oksigen terlarut yang dibutuhkan organisme akuatik.

Penilaian kualitas air dilakukan menggunakan parameter fisika dan kimia, meliputi pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), nitrat, dan Total Suspended Solids (TSS). Parameter-parameter tersebut mencerminkan kondisi perairan, tingkat pencemaran, serta potensi dampak terhadap ekosistem. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan baku mutu kualitas air yang berlaku sebagai dasar evaluasi kondisi perairan dan perumusan upaya pengelolaan danau secara berkelanjutan, khususnya di wilayah dengan aktivitas domestik yang intensif.

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Pemantauan kualitas air Danau Tondano dilaksanakan di dua titik pengamatan, yaitu DT-1 dan DT-2. Kedua lokasi ini memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

3.2 Metode Pengumpulan Data

a) Data Primer

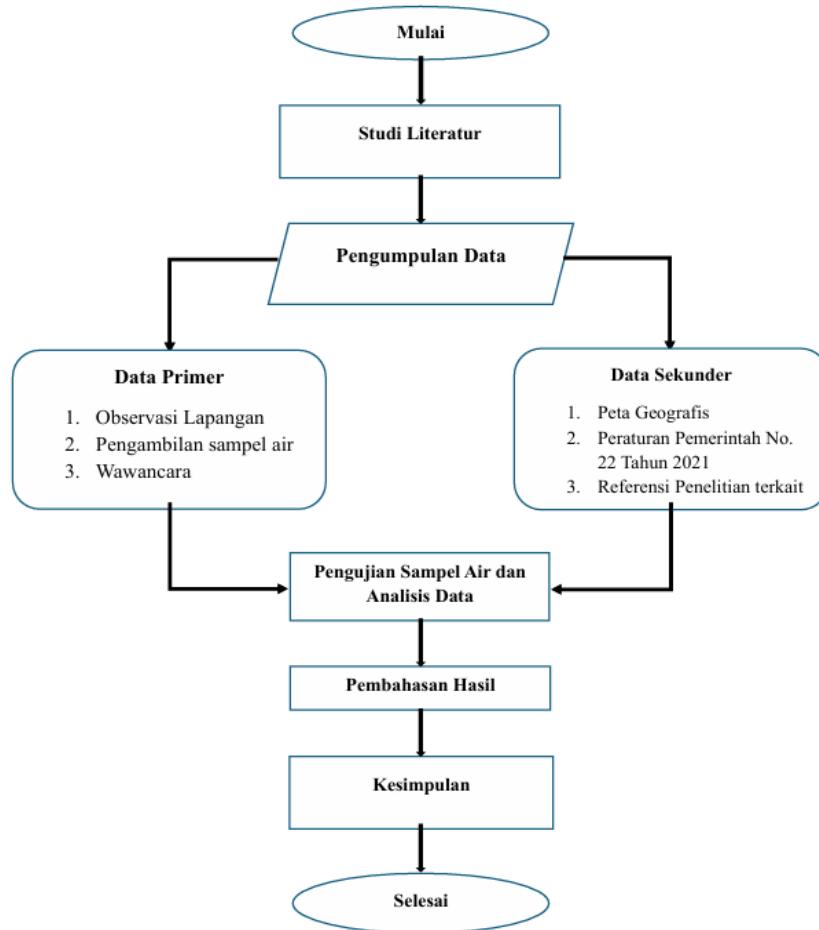
1. Observasi lapangan tentang kondisi lingkungan di sekitar lokasi pengambilan sampel air, seperti cuaca, perubahan fisik sungai, dan aktivitas manusia.
2. Pengambilan sampel air di dua titik Danau Tondano, meliputi parameter kualitas air seperti pH, DO, Nitrat, BOD, COD, dan TSS. Hasil pengambilan sampel air pada dua titik Danau Tondano yang dilakukan sesuai dengan standar prosedur.

b) Data Sekunder

1. Data kualitas air dari penelitian-penelitian sebelumnya yang mencakup parameter fisika

- dan kimia, seperti pH, DO, Nitrat, BOD, COD, dan TSS.
2. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 mengenai baku mutu air dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 yang memberikan pedoman dalam penilaian kualitas air.
 3. Peta tata guna lahan Danau Tondano.

3.3 Kerangka Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Aktivitas Rumah Tangga Mempengaruhi Kualitas Air Danau Tondano

Aktivitas rumah tangga di sekitar Danau Tondano berkontribusi terhadap perubahan kualitas air melalui masuknya limbah domestik dari kegiatan mandi, mencuci, dan dapur yang mengandung bahan organik, nutrien, dan senyawa kimia. Meskipun seluruh parameter masih memenuhi baku mutu kualitas air, perbedaan antar titik pengamatan mengindikasikan adanya tekanan aktivitas domestik yang berpotensi meningkatkan beban pencemar dan menurunkan kualitas ekologis Danau Tondano secara bertahap apabila tidak dikelola dengan baik.

4.2 Hasil Analisis Parameter-Parameter pada Lokasi Danau Tondano

Pemantauan kualitas air Danau Tondano dilaksanakan di dua titik pengamatan, yaitu DT-1 dan DT-2. Kedua lokasi ini memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda. DT-1 terletak pada koordinat Latitude $1^{\circ}17'12.7''$ dan Longitude $124^{\circ}54'50.7''$, Lokasi pengambilan sampel DT-1 berada di kawasan yang dekat dengan pemukiman warga. Pada titik ini, aktivitas warga sehari-hari sangat intensif karena air Danau Tondano masih dimanfaatkan langsung untuk berbagai keperluan rumah tangga. Sementara itu, DT-2 berada di lokasi area lokasi lama yang sudah

tidak beroperasi dan kini ditumbuhi banyak eceng gondok, terletak pada koordinat Latitude $1^{\circ}14'00.7''$ dan Longitude $124^{\circ}52'15.7''$.

Tabel 1. Hasil Pengukuran kandungan Potential of Hydrogen (pH)

No	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	$1^{\circ}17'12.7''$ N $124^{\circ}54'50.7''$ E	DT-1	‘6.89	6-9	
2	$1^{\circ}14'00.7''$ N $124^{\circ}52'15.7''$ E	DT-2	‘6.59	6-9	

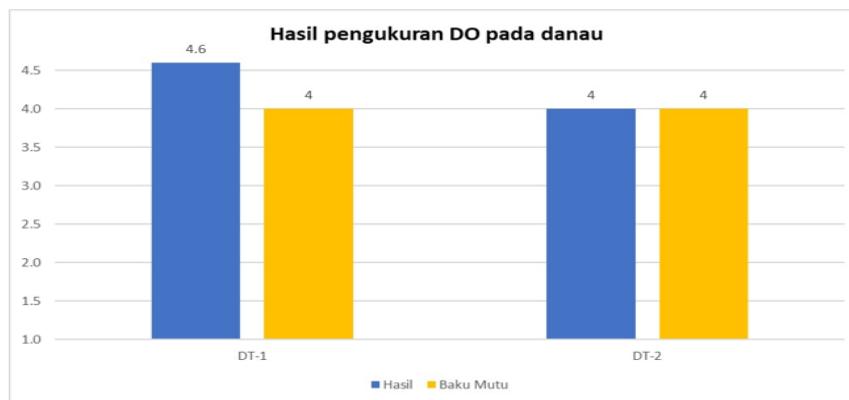


Gambar 3. Hasil Pengukuran kandungan Potential of Hydrogen (pH)

pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air yang berpengaruh terhadap stabilitas kimia perairan dan kehidupan organisme akuatik. Hasil pengukuran pH di Danau Tondano menunjukkan nilai 6,89 pada DT-1 dan 6,59 pada DT-2, yang masih berada dalam kisaran baku mutu 6–9. Nilai pH yang sedikit lebih tinggi pada DT-1 mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas rumah tangga, seperti pembuangan limbah deterjen dan sabun, yang dapat memengaruhi keseimbangan kimia air.

Tabel 2. Hasil Pengukuran kandungan Dissolved Oxygen (DO)

No	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	$1^{\circ}17'12.7''$ N $124^{\circ}54'50.7''$ E	DT-1	‘4.6	Min. 4	mg/L
2	$1^{\circ}14'00.7''$ N $124^{\circ}52'15.7''$ E	DT-2	‘4	Min. 4	mg/L

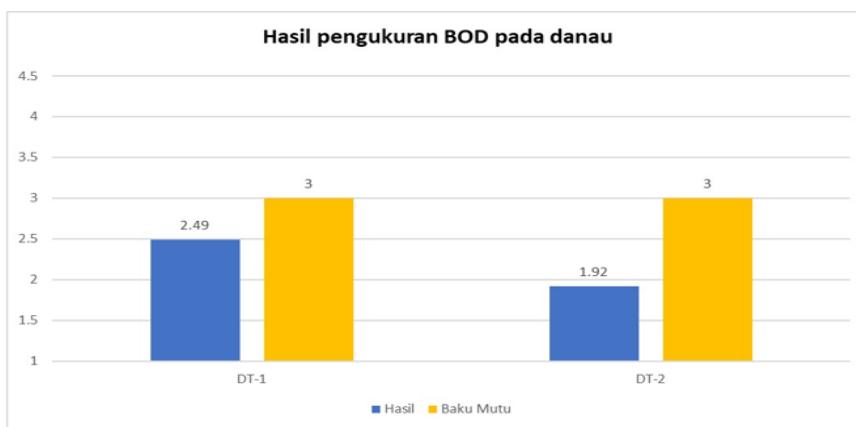


Gambar 4. Hasil Pengukuran Kandungan Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen (DO) adalah oksigen yang terlarut di dalam air dan sangat dibutuhkan oleh organisme perairan untuk bernapas dan mempertahankan proses kehidupannya. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar DO di Danau Tondano sebesar 4,6 mg/L pada DT-1 dan 4 mg/L pada DT-2. Nilai ini masih memenuhi baku mutu, namun berada pada batas minimum, sehingga menunjukkan adanya tekanan terhadap ketersediaan oksigen. Kondisi ini diduga berkaitan dengan meningkatnya aktivitas penguraian bahan organik akibat masuknya limbah rumah tangga ke perairan.

Tabel 3. Hasil Pengukuran kandungan Biochemical Oxygen Demand (BOD)

No	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°17'12.7"N 124°54'50.7"E	DT-1	2.49	3	mg/L
2	1°14'00.7"N 124°52'15.7"E	DT-2	1.92	3	mg/L



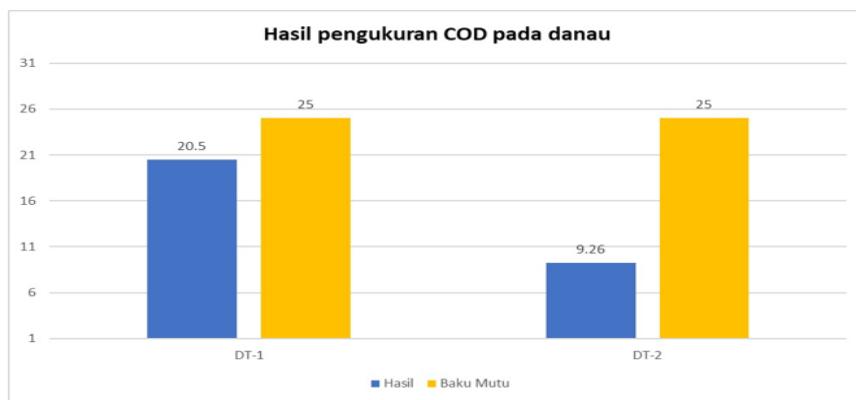
Gambar 5. Hasil Pengukuran Kandungan Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik secara biologis di dalam air. Nilai BOD yang diperoleh yaitu 2,49 mg/L pada DT-1 dan 1,92 mg/L pada DT-2, masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Nilai BOD yang lebih tinggi pada DT-1 menunjukkan adanya masukan bahan organik yang lebih besar, terutama dari aktivitas domestik seperti pembuangan limbah dapur, air cucian, dan sisa makanan.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kandungan Chemical Oxygen Demand (COD)

No	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°17'12.7"N 124°54'50.7"E	DT-1	20.5	25	mg/L
2	1°14'00.7"N 124°52'15.7"E	DT-2	9.26	25	mg/L

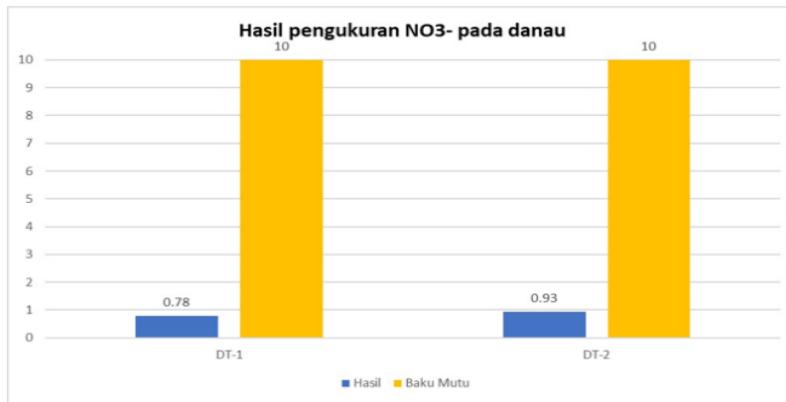
Chemical Oxygen Demand (COD) adalah kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik di dalam air secara kimia. Hasil pengukuran COD menunjukkan nilai 20,5 mg/L pada DT-1 dan 9,26 mg/L pada DT-2, yang masih memenuhi baku mutu kualitas air. Nilai COD yang lebih tinggi di DT-1 mengindikasikan adanya kontribusi senyawa kimia dari limbah rumah tangga, seperti deterjen dan bahan pembersih, yang meningkatkan beban pencemar perairan.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Kandungan Chemical Oxygen Demand (COD)

Tabel 5. Hasil Pengukuran kandungan Nitrat (NO₃-)

No	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°17'12.7"N 124°54'50.7"E	DT-1	0.78	10	mg/L
2	1°14'00.7"N 124°52'15.7"E	DT-2	0.93	10	mg/L



Gambar 7. Hasil Pengukuran Kandungan Nitrat (NO₃-)

Nitrat merupakan nutrien yang berperan dalam kesuburan perairan, namun dalam konsentrasi tinggi dapat memicu eutrofikasi. Konsentrasi nitrat tercatat 0,78 mg/L pada DT-1 dan 0,93 mg/L pada DT-2, jauh di bawah baku mutu ≤ 10 mg/L. Meskipun masih rendah, keberadaan nitrat menunjukkan adanya kontribusi limpasan limbah domestik yang berpotensi meningkatkan kesuburan perairan secara bertahap.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kandungan Total Suspended Solids (TSS)

No	Titik Koordinat	Lokasi	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1	1°17'12.7"N 124°54'50.7"E	DT-1	7.5	50	mg/L
2	1°14'00.7"N 124°52'15.7"E	DT-2	5	50	mg/L



Gambar 8. Hasil Pengukuran kandungan Total Suspended Solids (TSS)

TSS menunjukkan jumlah partikel padatan tersuspensi yang memengaruhi kekeruhan dan penetrasi cahaya. Nilai TSS yang diperoleh yaitu 7,5 mg/L pada DT-1 dan 5 mg/L pada DT-2, jauh di bawah baku mutu ≤ 50 mg/L. Nilai TSS yang lebih tinggi di DT-1 berkaitan dengan aktivitas manusia yang menyebabkan masuknya partikel organik dan anorganik ke dalam perairan.

4.3 Perbandingan Parameter Kualitas Air Antar Titik Lokasi

Perbandingan parameter kualitas air antar titik lokasi dilakukan untuk melihat variasi kondisi perairan Danau Tondano berdasarkan perbedaan aktivitas di sekitar lokasi pengambilan sampel. Parameter yang dianalisis meliputi pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), dan nitrat. Seluruh hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu kualitas air berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan peraturan terkait sebagai acuan penilaian mutu perairan.

Tabel 7. Perbandingan Parameter Kualitas Air Antar Titik Lokasi

Parameter	DT-1	DT-2	Satuan	Metode analisis	Penyebab
Potential of hydrogen (pH)	6.89	6.59		SNI 06-6989.11-2004	Aktivitas domestik (sabun, deterjen) di DT-1, keberadaan eceng gondok yang mempercepat dekomposisi organik di DT-2.
Dissolved oxygen (DO)	4.6	4	(mg/L)	SNI 06-6989.14-2004	Penurunan oksigen di DT-1 akibat limbah organik rumah tangga, di DT-2 lebih rendah karena penutupan permukaan air oleh eceng gondok yang menghambat difusi oksigen.
Biological Oxygen Demand (BOD)	2.49	1.92	(mg/L)	SNI 6989.72:2009	DT-1 lebih tinggi karena limbah organik (sisa makanan, cucian), DT-2 lebih rendah karena sebagian terserap eceng gondok, namun tetap ada bahan organik terurai.
Chemical Oxygen Demand (COD)	20.5	9.26	(mg/L)	SNI 6989.73:2009	DT-1 tinggi akibat limbah kimia rumah tangga (deterjen, sabun, minyak), DT-2 lebih rendah karena area tidak aktif lagi namun masih ada bahan organik alami.
Nitrat (NO ₃ -)	0.78	0.93	(mg/L)	SNI 06-6989.79-2011	DT-1 relatif rendah, DT-2 sedikit lebih tinggi karena dekomposisi eceng gondok menghasilkan senyawa nitrogen.
Total suspended solid (TSS)	7.5	5	(mg/L)	SNI 06-6989.3-2004	DT-1 lebih tinggi karena aktivitas manusia meningkatkan kekeruhan (cucian, kendaraan, mandi), DT-2 lebih rendah, air lebih tenang karena tidak banyak aktivitas.

4.4 Perbandingan Kualitas Air Antar Tahun

Perbandingan hasil pengukuran kualitas air Danau Tondano pada tahun sebelumnya dan tahun sekarang menunjukkan adanya perubahan pada beberapa parameter utama. Secara umum, kualitas air pada tahun sebelumnya masih berada dalam kondisi baik, ditandai dengan pH yang stabil, kadar DO yang tinggi, BOD dan COD rendah, serta kandungan nitrat dan TSS yang sangat kecil. Namun, pada tahun sekarang terlihat adanya penurunan kualitas, terutama pada parameter DO, BOD, COD, nitrat, dan TSS yang mengalami peningkatan signifikan.

Tabel 8. Perbandingan Kualitas Air Antar Tahun Parameter (pH)

	Hasil	
	DT-1	DT-2
Pengukuran Tahun Sebelumnya	7.89	8.02
Pengukuran Tahun Sekarang	6.89	6.58
Perubahan dan Indikasi	Nilai pH tahun 2022 berada pada kisaran netral hingga sedikit basa, masih sangat ideal bagi kehidupan organisme akvatik. Namun, pada tahun 2025 pH turun mendekati batas bawah baku mutu (sekitar 6.89). Perubahan ini mengindikasikan adanya tekanan lingkungan, misalnya masuknya limbah rumah tangga yang mengandung deterjen, sisa makanan, atau senyawa organik lain yang dapat memengaruhi keseimbangan asam-basa air. Kondisi pergeseran pH ke arah lebih asam bisa menimbulkan stres pada ikan, plankton, maupun biota air lainnya, serta berpotensi mengurangi keanekaragaman hayati di perairan.	

Tabel 9. Perbandingan Kualitas Air Antar Tahun Parameter (DO)

	Hasil	
	DT-1	DT-2
Pengukuran Tahun Sebelumnya	6.86	7.16
Pengukuran Tahun Sekarang	4.6	4.1
Perubahan dan Indikasi	Kadar DO tahun 2022 relatif tinggi (6.8–7.1 mg/L), kondisi ini sangat mendukung kelangsungan hidup ikan dan organisme lain. Akan tetapi, pada tahun 2025 nilai DO turun tajam hanya sekitar 4.1–4.6 mg/L, mendekati ambang batas minimum. Penurunan ini dapat mengindikasikan peningkatan beban organik dari limbah rumah tangga, yang ketika terurai oleh mikroorganisme akan mengonsumsi oksigen dalam jumlah besar. DO rendah juga sering berkaitan dengan keberadaan tumbuhan air berlebih seperti eceng gondok: pada siang hari oksigen naik karena fotosintesis, tetapi pada malam hari tumbuhan tersebut justru menyerap oksigen sehingga menyebabkan risiko anoksia. Hal ini memperlihatkan bahwa kualitas air semakin tertekan oleh pencemaran.	

Tabel 10. Perbandingan Kualitas Air Antar Tahun Parameter (BOD)

	Hasil	
	DT-1	DT-2
Pengukuran Tahun Sebelumnya	<2	<2
Pengukuran Tahun Sekarang	2.49	1.92
Perubahan dan Indikasi	Tahun 2022 nilai BOD masih di bawah 2 mg/L, artinya air relatif bersih dari bahan organik mudah terurai. Namun, pada tahun 2025 nilainya meningkat menjadi 2.49–2.91 mg/L, mendekati ambang batas 3 mg/L. Kenaikan BOD menunjukkan bahwa semakin banyak bahan organik masuk ke danau, kemungkinan berasal dari limbah rumah tangga (sisa makanan, sabun, minyak goreng, dan detergen). Peningkatan BOD sejalan dengan penurunan DO, sebab semakin banyak oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik tersebut. Kondisi ini merupakan tanda pencemaran organik yang semakin nyata di Danau Tondano.	

Tabel 11. Perbandingan Kualitas Air Antar Tahun Parameter (COD)

	Hasil	
	DT-1	DT-2
Pengukuran Tahun Sebelumnya	<10	<10
Pengukuran Tahun Sekarang	20.5	9.26
Perubahan dan Indikasi	Nilai COD pada tahun 2022 sangat rendah (<10 mg/L) mencerminkan sedikitnya bahan organik maupun anorganik terlarut dalam air. Namun, pada tahun 2025 COD melonjak hingga 20.5–21 mg/L. Peningkatan COD yang tajam ini menunjukkan beban pencemar organik dan kimia meningkat drastis. COD mencakup bahan organik yang sulit terurai biologis, seperti deterjen, plastik mikro, atau sisa pupuk kimia. Nilai COD yang tinggi tidak hanya menurunkan kualitas air, tetapi juga berpotensi mengganggu kesehatan ikan dan organisme lain. Hal ini menjadi indikator kuat bahwa pencemaran dari aktivitas rumah tangga semakin besar dibandingkan tahun sebelumnya	

Tabel 12. Perbandingan Kualitas Air Antar Tahun Parameter (Nitrat)

	Hasil	
	DT-1	DT-2
Pengukuran Tahun Sebelumnya	0.019	0.018
Pengukuran Tahun Sekarang	0.78	0.93
Perubahan dan Indikasi	Pada tahun 2022 kadar nitrat sangat rendah, hampir mendekati nol (<0.02 mg/L). Kondisi ini menggambarkan minimnya masukan nutrien berlebih. Namun, pada tahun 2025 konsentrasi nitrat naik cukup signifikan menjadi 0.69–0.78 mg/L. Walaupun masih jauh di bawah ambang batas 10 mg/L, lonjakan ini menandakan adanya masukan limbah domestik (sisa cucian, air kamar mandi, kotoran) serta kemungkinan limpasan pupuk dari lahan pertanian sekitar danau. Peningkatan nutrien seperti nitrat merupakan faktor pendorong eutrofikasi, yang bisa memicu pertumbuhan berlebih eceng gondok atau alga di perairan. Dengan demikian, tren ini menunjukkan degradasi kualitas air secara bertahap.	

Tabel 13. Perbandingan Kualitas Air Antar Tahun Parameter (TSS)

	Hasil	
	DT-1	DT-2
Pengukuran Tahun Sebelumnya	3	2
Pengukuran Tahun Sekarang	7.5	5
Perubahan dan Indikasi	Total Suspended Solids (TSS) pada tahun 2022 sangat rendah (2–3 mg/L), air terlihat jernih. Namun, pada tahun 2025 TSS naik menjadi 7.5–8 mg/L. Walaupun masih jauh di bawah ambang batas 50 mg/L, peningkatan ini menunjukkan air menjadi lebih keruh, kemungkinan akibat adanya buangan limbah rumah tangga yang membawa partikel padatan, aktivitas pencucian atau sedimentasi dari aliran sungai kecil yang bermuara ke danau. Kekeruhan air dapat menghambat penetrasi cahaya, sehingga memengaruhi proses fotosintesis organisme akuatik dan mempercepat penurunan kualitas ekosistem.	

4.5 Evaluasi Parameter Air Berdasarkan Standar Baku Mutu

Evaluasi kualitas air Danau Tondano dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran parameter kualitas air pada dua titik lokasi (DT-1 dan DT-2) dengan baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.

Tabel 14. Evaluasi Parameter Potential of Hydrogen (pH)

Lokasi	Hasil	Baku Mutu (Kelas II)	Evaluasi
DT-1	6.89	6-9	Nilai pH DT-1 berada pada kisaran normal, yaitu netral hingga sedikit asam. Kondisi ini masih baik untuk mendukung kehidupan organisme akuatik.
DT-2	6.59	6-9	Nilai pH DT-2 juga masih sesuai baku mutu, meskipun lebih dekat ke batas bawah. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi penurunan kualitas yang perlu diawasi karena bisa mengganggu proses biologis perairan.

Tabel 15. Evaluasi Parameter Dissolved Oxygen (DO)

Lokasi	Hasil	Baku Mutu (Kelas II)	Evaluasi
DT-1	4.6	Minimal 4 mg/L	Nilai DO di DT-1 masih memenuhi baku mutu, menandakan ketersediaan oksigen cukup bagi organisme akuatik. Namun, posisinya mendekati batas minimal sehingga perlu perhatian karena dapat menurun bila beban organik meningkat.
DT-2	4	Minimal 4 mg/L	Nilai DO di DT-2 hanya tepat pada batas minimal baku mutu. Hal ini mengindikasikan tekanan lingkungan sudah cukup besar, sehingga dalam jangka panjang bisa menurunkan daya dukung ekosistem perairan.

Tabel 16. Evaluasi Parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Lokasi	Hasil	Baku Mutu (Kelas II)	Evaluasi
DT-1	2.49	3 mg/L	Nilai BOD di DT-1 masih memenuhi baku mutu, namun lebih tinggi dibandingkan DT-2. Hal ini mengindikasikan masuknya beban organik dari aktivitas domestik. Jika meningkat, bisa mengurangi oksigen terlarut dan berdampak negatif bagi organisme air.
DT-2	1.92	3 mg/L	Nilai BOD di DT-2 relatif rendah dan jauh di bawah batas maksimal. Hal ini menandakan pencemaran organik di lokasi ini lebih kecil sehingga kualitas perairan relatif baik.

Tabel 17. Evaluasi Parameter Chemical Oxygen Demand (COD)

Lokasi	Hasil	Baku Mutu (Kelas II)	Evaluasi
DT-1	20.5	25 mg/L	Nilai COD di DT-1 cukup tinggi mendekati ambang batas maksimal, yang menunjukkan tingginya zat organik dan anorganik terlarut dari limbah rumah tangga. Kondisi ini perlu diwaspada karena bisa berkembang menjadi pencemaran serius.
DT-2	9.26	25 mg/L	Nilai COD di DT-2 jauh di bawah batas maksimal, sehingga tekanan pencemar kimia masih rendah. Hal ini sesuai dengan minimnya aktivitas masyarakat di lokasi ini.

Tabel 18. Evaluasi Parameter Nitrat (NO3-)

Lokasi	Hasil	Baku Mutu (Kelas II)	Evaluasi
DT-1	0.78	10 mg/L	Kadar nitrat di DT-1 sangat rendah dibandingkan batas maksimal. Kondisi ini menunjukkan tidak adanya tekanan pencemar nitrogen yang berarti dari limbah rumah tangga maupun pertanian.
DT-2	0.93	10 mg/L	Nilai nitrat di DT-2 sedikit lebih tinggi daripada DT-1, tetapi masih sangat jauh di bawah batas maksimal. Hal ini menunjukkan risiko eutrofikasi masih rendah.

Tabel 19. Evaluasi Parameter Total Suspended Solids (TSS)

Lokasi	Hasil	Baku Mutu (Kelas II)	Evaluasi
DT-1	7.5	50 mg/L	Nilai TSS di DT-1 masih sangat rendah dibandingkan batas maksimal, menunjukkan tingkat kekeruhan perairan masih rendah sehingga penetrasi cahaya tetap baik.
DT-2	5.0	50 mg/L	Nilai TSS di DT-2 lebih rendah lagi dibanding DT-1. Kondisi ini menandakan perairan yang lebih jernih dan baik untuk kelangsungan fotosintesis organisme autotrof.

5. Kesimpulan

- Sumber utama pencemar berasal dari aktivitas rumah tangga di sekitar danau, antara lain limbah cucian yang mengandung deterjen dan fosfat, sisa makanan dan minyak goreng, air limbah mandi dan dapur, serta kotoran manusia dan hewan yang terbawa aliran air permukaan. Karakteristik limbah tersebut umumnya kaya bahan organik mudah terurai,
- Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas air Danau Tondano di Desa Toulour pada dua titik pengamatan masih berada dalam batas baku mutu yang ditetapkan. Nilai pH tercatat sebesar 6,89 pada DT-1 dan 6,59 pada DT-2, menunjukkan kondisi perairan yang relatif netral. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) sebesar 4,6 mg/L di DT-1 dan 4 mg/L di DT-2 berada pada batas minimum yang dipersyaratkan. Nilai BOD masing-masing sebesar 2,49 mg/L dan 1,92

- mg/L, sedangkan COD sebesar 20,5 mg/L pada DT-1 dan 9,26 mg/L pada DT-2, masih berada di bawah ambang batas baku mutu. Kadar nitrat berkisar antara 0,78–0,93 mg/L dan nilai TSS antara 5–7,5 mg/L, yang menunjukkan tingkat kekeruhan dan nutrien masih tergolong rendah.
- Peningkatan beban limbah rumah tangga berdampak langsung terhadap ekosistem perairan. Secara keseluruhan, pencemaran air akibat limbah rumah tangga tidak hanya menurunkan kualitas air, tetapi juga mengancam keseimbangan ekosistem Danau Tondano dalam jangka panjang.

Referensi

- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station.
- BP2LHK Manado. 2020. *Laporan Monitoring Kualitas Air Danau Tondano*. Manado: Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi, H. 2003. *Kajian Kualitas Air untuk Pengelolaan Sumber Daya Air secara Berkelanjutan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hadisu, et al. 2022. Dampak pencemaran air terhadap kesejahteraan masyarakat di kawasan perairan. *Jurnal Ekologi Indonesia*.
- Hikmatullah, et al. 2020. Erosi dan siltasi di Danau Tondano: Pengaruh perubahan pola curah hujan terhadap kualitas air. *Jurnal Hidrologi Indonesia*.
- Irianto, S. 2011. *Potensi Danau sebagai Sumber Daya Air Tawar*. Jakarta: LIPI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Profil Kesehatan Indonesia 2017*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Pengelolaan Danau dan Sumber Daya Air Tawar di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2021*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). 2021. *Laporan Beban Pencemar Air Permukaan di Indonesia*. Jakarta: KLHK.
- Lumunon, E. I., Riogilang, H., & Supit, C. J. 2021. Evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah komunal Kiniar di Kota Tondano. *TEKNO*, 19(77).
- Onibala, M., Thambas, A. H., & Riogilang, H. 2025. Analisis kualitas air di Danau Tondano menggunakan evaluasi temporal, WQI, CCME-WQI, dan PCA. *Jurnal Sosial Teknologi*, 5(5), 1612–1628.
- Palit, C. M., Mandey, L. C., & Mamuaja, C. 2020. Analisis pencemaran air Danau Tondano akibat aktivitas domestik masyarakat sekitar. *Jurnal Ilmiah Sains*, 20(2): 123–134.
- Putri, et al. 2023. Pengaruh limbah rumah tangga terhadap kualitas air di sekitar Danau Segara Anak. *Universitas Mataram*.
- Rani, C., Lumbanraja, P., & Situmorang, M. 2020. Dampak aktivitas manusia terhadap kualitas air dan proses eutrofikasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1): 45–56.
- Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Shintawati, et al. 2023. Limbah rumah tangga dan eutrofikasi di danau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Subani, W. 1978. *Keanekaragaman Spesies Ikan di Perairan Indonesia*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Suharto, A. 2017. Pengaruh pemanfaatan kawasan sekitar terhadap kualitas air danau. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Air*.
- Sutadian, A.D., et al. 2016. Indikator kualitas air dalam pengelolaan ekosistem perairan. *Environmental Science Journal*.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Third Edition. San Diego: Academic Press.
- WHO (World Health Organization). 2017. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: WHO.
- Widiastuti, et al. 2021. Dampak pencemaran domestik terhadap kualitas air dan ekosistem perairan. *Jurnal Lingkungan Hidup Indonesia*.
- Yuliana, et al. 2017. Logam berat dalam ekosistem perairan: Dampak terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. *Jurnal Toksikologi Indonesia*.