

ANALISIS KUALITAS AIR DI PERAIRAN DANAU TOBA KECAMATAN PANGURURAN, KABUPATEN SAMOSIR

Winarto Silaban, Mastiur Verawaty Silalahi

Pendidikan Biologi, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
Pematangsiantar, Indonesia

e-mail:silabanwinarto@gmail.com¹, mastiur.verawaty@gmail.com²

Abstrak

Danau Toba merupakan danau yang terletak di Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara memiliki luas permukaan 1.124 km² (112.400 ha). Danau Toba terletak pada posisi geografi 2°41'N 98°53'E / 2.68°N 98.88°E dengan ketinggian 995 di atas permukaan laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air yang dilihat dari parameter kimia, fisika, dan biologi serta status mutu air di perairan Danau Toba. Penentuan titik sampel menggunakan *sample survey method* yaitu metode pengambilan sampel dilakukan dengan membagi menjadi beberapa segmen atau titik yang dapat mewakili populasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan yang tergolong tidak baik yaitu pada pengujian nitrat, nitrit, dan amoniak; dan yang tergolong baik yaitu suhu, pH, BOD₅, O₂, dan COD. Air pada perairan Danau Toba termasuk kategori tercemar ringan. Pada pengujian parameter biologi, perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan terdapat beberapa fitoplankton antara lain *Oocystis sp* dan *Anabaena Sp*.

Kata Kunci: Kualitas air, suhu, COD, BOD, DO, amoniak

Abstract

Lake Toba is a lake located in Samosir Regency, North Sumatra Province with a surface area of 1,124 km² (112,400 ha). Lake Toba is located at a geographical position 2°41'N 98°53'E / 2.68°N 98.88°E with an altitude of 995 above sea level. The purpose of this study was to determine water quality in terms of chemical, physical, and biological parameters, as well as the status of water quality in Lake Toba. Determination of the sample point using the "sample survey method" which is the method of taking the sample by dividing it into several segments or points that can represent the population. The method used in this study is a descriptive method with a quantitative approach. Based on the results of the study, it can be concluded that the quality of the waters of Lake Toba in Pangururan District is classified as not good, specifically nitrate, nitrite, and ammonia concentration. Those that are classified as good are temperature, pH, BOD₅, O₂, and COD. Water quality in Lake Toba is in the category of polluted lightly. Using biological analysis, Lake Toba waters in Pangururan District contain several phytoplankton, including *Oocystis sp* and *Anabaena Sp*.

Keywords: Water quality, temperature, COD, BOD, DO, ammonia

PENDAHULUAN

Danau Toba yang terletak di Provinsi Sumatera Utara memiliki luas permukaan 1.124 km² (112.400 ha), volume danau sekitar 256,2 km³ (256,2x10⁹ m³) dan kedalaman maksimum 508 m. Dengan karakteristik fisik seperti itu maka Danau Toba menjadi danau terbesar di Indonesia, bahkan Asia Tenggara. Danau Toba terletak

pada posisi geografi 2°41'N 98°53'E / 2.68°N 98.88°E dengan ketinggian 995 diatas permukaan laut. Dasar danau sebagian besar terdiri atas batu-batuan, pasir serta endapan lumpur. Danau merupakan badan air yang berbentuk cekungan berisi air yang dikelilingi oleh daratan baik terbentuk secara alami maupun buatan.

Volume air yang sangat besar dan luas tersebut menjadikan Danau Toba memiliki potensi yang multi guna, seperti pembangkit tenaga listrik, budidaya perikanan, bahan baku air bersih, wisata dan transportasi. Saat ini berbagai potensi tersebut telah dimanfaatkan secara bersamaan; namun karena dilaksanakan secara sektoral (belum terpadu), dengan rencana pengembangan sendiri-sendiri maka keberhasilan sektor yang satu (akan) dapat menyebabkan hilangnya potensi sektor yang lain. Sebagai contoh, telah diakui bahwa budidaya ikan dengan Keramba Jaring Apung (KJA) dapat berkembang dengan baik dan telah terbukti mampu meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar. Perkembangan KJA yang sangat pesat dan tidak mengindahkan daya dukung dan daya tampung badan air telah menghasilkan limbah organik yang berlebihan. Dampak dari limbah organik yang berlebihan tersebut adalah penurunan oksigen terlarut karena digunakan untuk dekomposisi, dan timbulnya H_2S , amoniak, dan peningkatan nutrisi (N dan P) sebagai hasil dekomposisi. Penurunan oksigen terlarut (DO), peningkatan konsentrasi H_2S dan Amoniak jelas mengganggu kehidupan biota perairan, termasuk ikan; sedangkan peningkatan nutrisi (eutrofikasi) dapat memicu terjadinya *algae bloom* (ledakan populasi alga) dan kematian ikan secara massal (Garno et al., 2020).

Pangururan merupakan kecamatan yang berada pada Kabupaten Samosir. Di Pangururan masih banyak masyarakat yang melakukan budidaya ikan dengan keramba jaring apung serta adanya beberapa penginapan di kecamatan tersebut. Dengan adanya aktivitas masyarakat seperti budidaya (keramba jaring apung) dan adanya limbah rumah tangga baik dari pemukiman dan penginapan yang ada di sekitar Kecamatan Pangururan, maka dikhawatirkan akan berpengaruh terhadap kualitas perairan tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas air yang dilihat dari parameter kimia, fisika, dan biologi serta status mutu air Danau Toba tersebut.

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa jika ditinjau dengan menggunakan metode Storet, perairan dikategorikan di

kelas C artinya cemar sedang (Harianja et al., 2018). Menurut (Garno et al., 2020) tingginya nilai COD dan BOD mengisyaratkan bahwa perairan Danau Toba tercemar oleh bahan organik yang diduga berasal keramba jaring apung (KJA), sedangkan Cl_2 bebas diduga berasal dari limbah domestik kegiatan Kota Parapat dan sekitarnya. Secara umum disimpulkan bahwa air Danau Toba di wilayah Kabupaten Tobasa tidak/belum memenuhi kriteria untuk air baku air minum dan wisata air. Berdasarkan pemaparan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan sebuah penelitian untuk melihat analisis kualitas air di perairan danau toba khususnya di Kecamatan Pangururan.

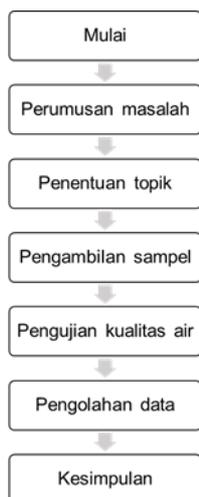
METODE

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Pangururan, Kabupaten Samosir, dan pengambilan sampel air dilakukan di Danau Toba. Sedangkan waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari-Desember 2021.

2.2 Material dan Metode

Sampel yang digunakan pada penelitian ini meliputi air Danau Toba. Sampel air digunakan untuk melihat konsentrasi kualitas air dan parameter fisika, kimia, dan biologi (suhu, pH, BOD, COD, kadar O_2 , kadar NO_3 , kadar NO_2 , kadar amoniak, salinitas, serta fitoplankton). Analisis dilakukan di Laboratorium Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar. Prosedur penelitian menggunakan langkah-langkah seperti pada Gambar 1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dengan pengukuran langsung di lapangan dan analisis laboratorium (Mardhia & Abdullah, 2018). Pemaparan hasil dari metode survey tersebut dituangkan dalam bentuk deskriptif kualitatif.



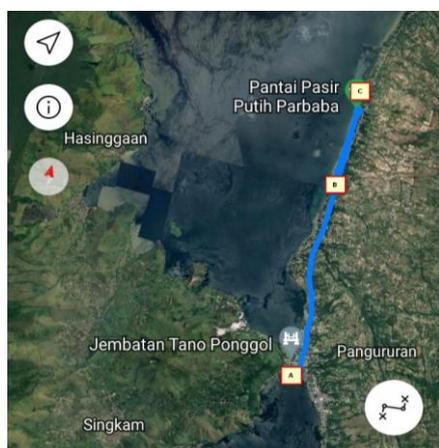
Gambar 1. Prosedur penelitian

2.3 Penentuan Titik Sampel

Penentuan titik sampel menggunakan *sample survey method* yaitu metode pengambilan sampel dilakukan dengan membagi menjadi beberapa segmen atau titik yang dapat mewakili populasi. Penentuan titik pengambilan sampel kualitas air sungai didasari atas kemudahan akses, biaya dan waktu penelitian (Tabel 1, Gambar 2).

Tabel 1. Lokasi Penelitian

Koordinat	Lokasi
2°36'25.1"N, 98°41'37.3"E	Desa Pasar Pangururan Kecamatan Pangururan
2°37'15.3"N, 98°41'17.7"E	Desa Parbaba dolok Kecamatan Pangururan
2°40'18.2"N, 98°41'18.7"E	Desa Hutabolon Kecamatan Pangururan



Gambar 2. Peta Titik Lokasi Penelitian

2.4 Analisa Data

Analisis data yang dilakukan meliputi analisis kualitas air, dan analisis beban pencemaran serta perhitungan daya tampung beban pencemaran.

2.5 Perhitungan Status Mutu Air (metode STORET)

Metoda STORET merupakan salah satu metoda untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metoda STORET ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip metoda STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari US-EPA (Environmental Protection Agency) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu :

- (1) Kelas A: baik sekali, skor = 0 = memenuhi baku mutu
- (2) Kelas B: baik, skor = -1 s/d -10 = cemar ringan
- (3) Kelas C: sedang, skor = -11 s/d -30 = cemar sedang
- (4) Kelas D: buruk, skor \geq -31 = cemar berat

Tabel 2. Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air (Canter, 1997).

Jumlah contoh ¹⁾	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
\geq 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber :

¹⁾Jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

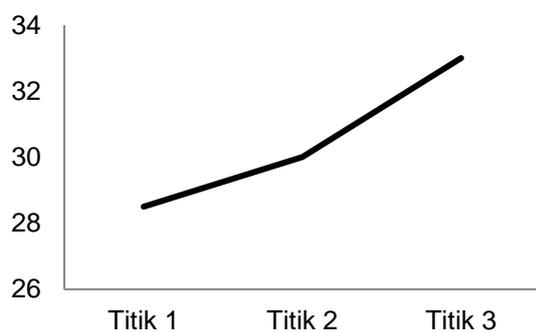
Kualitas air yang digunakan untuk danau dan aktivitas lainnya secara ideal harus memenuhi standar fisik, kimia dan biologi. Nilai kualitas air melampaui ambang batas disebut sebagai perairan tercemar. Hasil dari pengukuran kualitas air Danau Toba dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas air di perairan Danau Toba

Parameter	Baku Mutu		Rata-Rata Hasil Pengukuran			Status Mutu
	Kelas I	Kelas II	Titik Sampel 1	Titik Sampel 2	Titik Sampel 3	
Suhu, °C	±3	±3	28,5	30	33	Normal
pH	6-9	6-9	7.15	7.51	7.10	Normal
O ₂ , mg/L	>6	>4	11	11	14	Normal
BOD, mg/L	2	3	2.55	2.53	1.97	Normal
COD, mg/L	10	25	12	11.57	10	Normal
NO ₂ , mg/L	0.05	0.05	<0.3	<0.3	0.3	Tercemar ringan
NO ₃ , mg/L	10	10	12.5	25	12.5	Tercemar ringan
Amoniak, mg/L	0.5	0.5	0,6	0.55	0.58	Tercemar ringan
Salinitas	0		0	0	0	Normal

Suhu

Hasil pengukuran suhu air selama penelitian memperlihatkan bahwa suhu air pada masing-masing titik sampel penelitian tidak menunjukkan variasi yang tinggi, yaitu berkisar antara 28.5 °C - 33°C. Rata-rata suhu air tertinggi terdapat pada titik sampel III (33°C) dan rata-rata suhu air terendah terdapat pada titik sampel I (28.5°C). Grafik perubahan suhu pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Gambar 3. Kondisi rata-rata nilai suhu air pada Perairan Danau Toba masih berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh organisme akuatik dan baik untuk kegiatan budidaya.

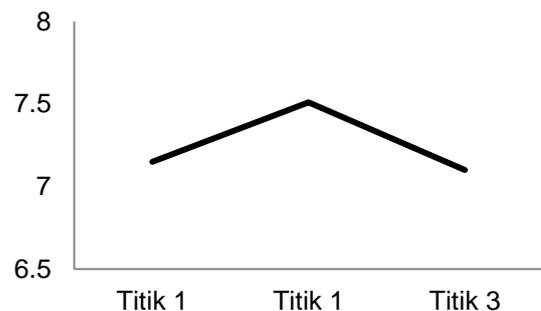


Gambar 3. Suhu pada perairan Danau Toba

Hal ini sesuai dengan pernyataan Aisyah yang menyatakan nilai suhu yang optimum bagi budidaya perikanan berkisar antara 27°C-32°C. Dengan demikian, perairan Danau Toba masih layak digunakan untuk budidaya perikanan (Aisyah, 2012).

pH

Hasil yang diperoleh dari pengukuran pH air, dapat dijelaskan bahwa nilai pH air pada masing-masing titik penelitian penelitian tidak memperlihatkan variasi yang menyolok, dimana rata-rata pH antar titik sampel berada pada kisaran 7.10 – 7.51. Rata-rata nilai pH air tertinggi ditemukan pada titik sampel II sebesar 7.51 dan rata-rata nilai pH terendah ditemukan pada titik sampel III sebesar 7.10.



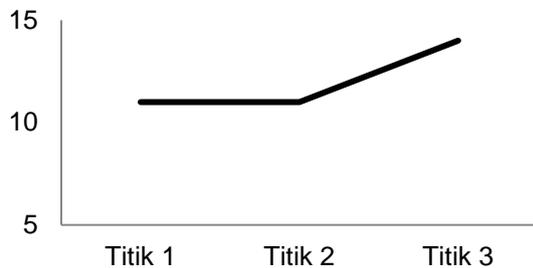
Gambar 4. pH pada perairan Danau Toba

Grafik perubahan pH pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Perubahan nilai pH bisa disebabkan oleh masukan senyawa organik maupun anorganik kedalam air. Hal ini sesuai dengan pernyataan orba yaitu perubahan pH bisa dipengaruhi oleh adanya senyawa-senyawa yang masuk ke dalam lingkungan perairan (Ginting, 2011)

Kelarutan Oksigen (*Dissoved Oxygen*)

Hasil yang diperoleh dari pengukuran DO air, dapat dijelaskan bahwa nilai DO air pada masing-masing titik sampel penelitian

memperlihatkan variasi yang menyolok, dimana rata-rata DO antar titik sampel berada pada kisaran 11 – 14 mg/L. Rata-rata nilai DO air tertinggi ditemukan pada titik sampel III sebesar 14 mg/L dan rata-rata nilai DO terendah ditemukan pada titik sampel I sebesar 11 mg/L. Grafik perubahan DO pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. DO pada perairan Danau Toba

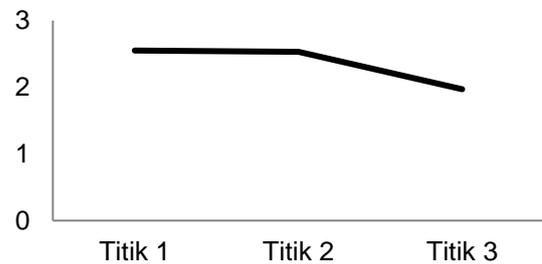
Rendahnya DO pada titik sampel I disebabkan oleh dekomposisi tumbuhan air yang mati pada dasar perairan. Nilai DO sangat erat kaitannya dengan BOD dan COD karena semakin tinggi BOD dan COD akan menyebabkan berkurangnya DO di perairan. Hal ini sesuai dengan Aisyah menyatakan bahwa rendahnya konsentrasi oksigen disebabkan adanya dekomposisi bahan organik dari tumbuhan air yang telah mati (Aisyah, 2012).

Saputro et al. (2020) menyatakan bahwa penurunan nilai DO air Danau Sunter pada titik outlet merupakan akumulasi dari pembuangan limbah domestik di sekitar danau. Perairan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik dan tingkat pencemarannya rendah jika kadar oksigen terlarutnya > 5 mg/L. Dengan nilai 4,7 mg/L pada titik outlet Danau Sunter menandakan bahwa kualitas di sekitar outlet berdasarkan parameter DO memiliki tingkat pencemaran yang sedang.

Biochemical Oxygen Demand (BOD5)

Hasil yang diperoleh dari pengukuran rata-rata nilai BOD air tertinggi ditemukan pada titik sampel I sebesar 2,55 mg/L dan rata-rata nilai BOD terendah ditemukan pada titik sampel III sebesar 1,97 mg/L. Grafik perubahan BOD pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai BOD yang diperoleh dari pengamatan pada prinsipnya

menunjukkan indikasi tentang tingginya kadar bahan organik dalam air, karena nilai BOD merupakan nilai yang menunjukkan kebutuhan oksigen oleh bakteri aerob untuk mengoksidasi bahan organik dalam air. Menurut Silalahi menyatakan nilai BOD lebih kecil atau sama dengan 2,9 mg/L adalah tergolong air tidak tercemar (Silalahi, 2010).

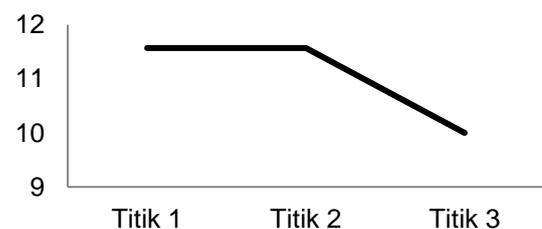


Gambar 6. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) pada perairan Danau Toba

Tingginya nilai BOD pada titik sampel I menunjukkan bahwa banyaknya bahan organik yang didekomposisi oleh bakteri aerob dibandingkan pada stasiun lainnya. Semakin tinggi BOD maka perairan tersebut semakin tercemar. Hal ini sesuai dengan (Yogendra & Puttaiah, 2008) yang menyatakan BOD adalah parameter untuk menilai beban organik di badan air. Banyak peneliti telah mencatat nilai BOD lebih tinggi di air tercemar.

Chemical Oxygen Demand (COD)

Hasil yang diperoleh dari pengukuran rata-rata COD antar titik sampel berada pada kisaran 10 – 11,57 mg/L. Rata-rata nilai COD air tertinggi ditemukan pada titik sampel I sebesar 11,57 mg/L dan rata-rata nilai COD terendah ditemukan pada titik sampel III sebesar 10 mg/L. Grafik perubahan COD pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Gambar 7.

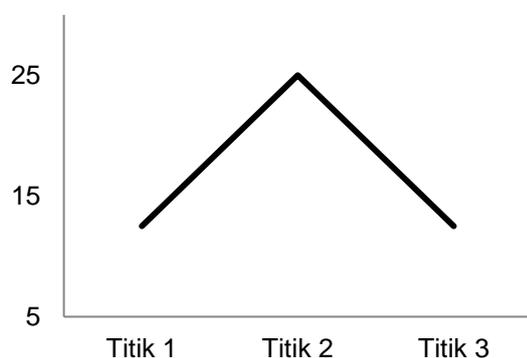


Gambar 7. COD pada perairan Danau Toba

Nilai COD dari titik sampel I sampai titik sampel III mengalami penurunan disebabkan bedanya kadar bahan organik di setiap titik sampel. Hal ini sesuai dengan literatur Hariyadi dkk. (2008) menyatakan nilai COD akan meningkat sejalan dengan meningkatnya nilai bahan organik di perairan. Menurut Sukmawati et al. (2019) tingginya kadar COD di air Danau Batur kemungkinan disebabkan tingginya buangan senyawa organik akibat aktivitas masyarakat dalam bentuk buangan limbah domestik, pertanian, dan perikanan.

Nitrat

Hasil yang diperoleh dari pengukuran rata-rata kadar nitrat antar titik sampel berada pada kisaran 12.5 – 25 mg/L. Rata-rata kadar nitrat pada air tertinggi ditemukan pada titik sampel II sebesar 25 mg/L dan rata-rata kadar nitrat terendah ditemukan pada titik sampel I sebesar 12,5 mg/L. Berdasarkan baku mutu, perairan dikatakan tidak tercemar jika kadar nitrat sekitar 10 mg/L. Sementara berdasarkan hasil pengukuran, perairan danau toba dilihat dari kadar nitratnya dikategorikan tercemar ringan. Grafik perubahan kadar nitrat pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Gambar 8.



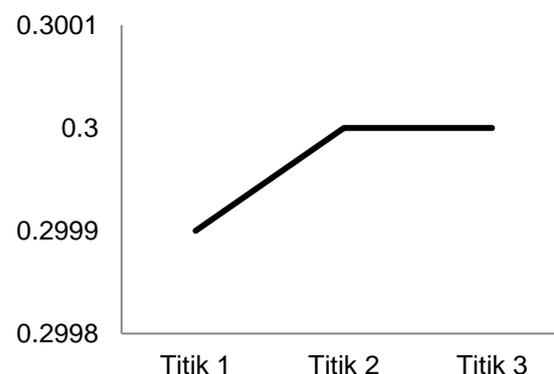
Gambar 8. Kadar nitrat pada perairan Danau Toba

Meningkatnya kadar nitrat pada perairan danau toba disebabkan karena adanya limbah pertanian di sekitar danau toba (seperti penggunaan pupuk di sektor pertanian). Aktivitas pertanian ini diduga berkontribusi terhadap peningkatan

konsentrasi nitrat di badan air sungai (Hardiyanti, 2015; Putri et al., 2019).

Nitrit

Hasil yang diperoleh dari pengukuran rata-rata kadar nitrit antar titik sampel berada pada kisaran ≤ 0.3 mg/L. Rata-rata kadar nitrit pada air tertinggi ditemukan pada titik sampel III sebesar 0.3 mg/L dan rata-rata kadar nitrat terendah ditemukan pada titik sampel I sebesar < 3 mg/L. Berdasarkan baku mutu, perairan dikatakan tidak tercemar jika kadar nitrat sekitar 0.05 mg/L. Sementara berdasarkan hasil pengukuran, perairan danau toba dilihat dari kadar nitritnya dikategorikan tercemar ringan. Grafik perubahan kadar nitrit pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kadar Nitrit di Perairan Danau Toba

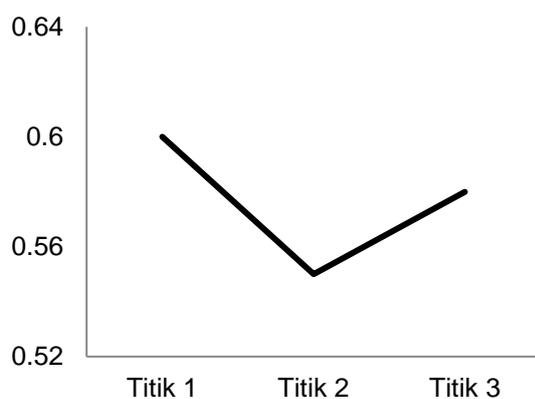
Meningkatnya kadar nitrat pada perairan danau toba disebabkan karena adanya limbah pertanian (Patricia et al., 2018) seperti penggunaan pupuk di sektor pertanian dan limbah domestik di sekitar danau toba. Menurut Effendi (2003) yang menyatakan bahwa di perairan alami, nitrit umumnya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit karena sifatnya yang tidak stabil akibat keberadaan oksigen.

Menurut Lihawa & Mahmud (2017) tingginya konsentrasi nitrat di Danau Limboto karena penggunaan pupuk oleh masyarakat dan buangan limbah domestik masyarakat yang bermukim di bantaran danau. Pakan ikan pada karamba jaring apung di Danau Limboto juga dapat menambah jumlah nitrat dan fosfor di danau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 70%

nitrogen yang dikonsumsi oleh ikan akan terbuang ke perairan (pakan yang digunakan konversi ratio 1.6).

Amoniak

Hasil yang diperoleh dari pengukuran rata-rata kadar amoniak antar titik sampel berada pada kisaran 0.55-0.6 mg/L. Rata-rata kadar amoniak pada air tertinggi ditemukan pada titik sampel I sebesar 0.6 mg/L dan rata-rata kadar amoniak terendah ditemukan pada titik sampel II sebesar 0.55 mg/L. Berdasarkan baku mutu, perairan dikatakan tidak tercemar jika kadar amoniak sekitar 0.5 mg/L. Sementara berdasarkan hasil pengukuran, perairan Danau Toba dilihat dari kadar amoniaknya dikategorikan tercemar ringan. Meningkatnya kadar amoniak pada perairan danau toba disebabkan karena adanya kerambah ikan di sekitar Danau Toba. Grafik perubahan kadar amoniak pada setiap pengambilan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik kadar amoniak pada perairan Danau Toba

Tingginya konsentrasi amoniak pada stasiun dilihat dari faktor lingkungan, lokasi stasiun itu merupakan lokasi yang dekat dengan kegiatan budidaya keramba jaring apung (KJA) yang menyebabkan banyaknya bahan organik di sekitar titik pengambilan sampel (Iklima AS et al., 2019).

Amoniak banyak dihasilkan dari buangan manusia dan hewan yang ada disekitar sungai. Sungai Mampak dan sungai Kala Pasir merupakan tempat aliran parit-parit kecil yang dialirkan dari

permukiman penduduk di beberapa desa di Kecamatan Bebesen dan Kebayakan, selain itu banyak penduduk yang langsung mengalirkan saluran buangan tinja langsung ke badan sungai hal inilah yang menyebabkan tingginya kandungan amoniak di sungai Mampak dan Kala Pasir (Gayosia et al., 2015).

Fitoplankton

Hasil analisis fitoplankton menunjukkan bahwa perairan danau terdapat lima kelas fitoplankton yaitu mendominasi perairan danau adalah divisi *chlorophyta* yaitu *Oocystis Sp.* Sedangkan jenis yang mendominasi adalah jenis fitoplankton *Oocystis sp* dan *Anabaena Sp.* Kedua jenis ini memiliki peran yang berbeda pada perairan tawar. Jenis *Oocystis sp* memiliki peranan penting dalam perairan tawar sebagai penghasil oksigen dan sumber pakan alami. Namun jenis *Anabaena Sp* merupakan salah satu indikasi yang menunjukkan bahwa perairan dalam kondisi eutrofik. Beberapa jenis fitoplankton yang umumnya melimpah pada perairan eutrofik adalah *Anabaena Sp*, *Microcystis*, dan *chroococcus* (Rahman et al., 2016). *Anabaena* dan *microcystis* merupakan jenis fitoplankton yang beracun dan masalah yang terkait dengan hipoksia serta perubahan struktur komunitas biologis (Sulistiyorini et al., 2017).

SIMPULAN

Kualitas perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan yang tergolong tidak baik yaitu pada pengujian nitrat, nitrit, dan amoniak. Yang tergolong baik yaitu suhu, pH, BOD, O₂, dan COD. Mutu Kualitas Air pada perairan Danau Toba termasuk kategori tercemar ringan. Pada pengujian parameter biologi, perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan terdapat beberapa fitoplankton antara lain fitoplankton *Oocystis sp* dan *Anabaena Sp.*

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional

karena telah membiayai penelitian Dosen Pemula Anggaran Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. dan L. S. (2012). Pengukuran dan Evaluasi Kualitas Air dalam Rangka Mendukung Pengelolaan Perikanan di Danau Limboto. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI*.
- Canter. (1997). *Environmental Impact Assesment*. Mc Graw Hill.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Kanisius.
- Garno, Y. S., Nugroho, R., & Hanif, M. (2020). *Kualitas Air Danau Toba di Wilayah Kabupaten Toba Samosir dan Kelayakan Peruntukannya Water Quality of Toba Lake in the Region of Toba Samosir Regency and the Feasibility of Its Use*. 21(1), 118–124.
- Gayosia, A. P., Basri, H., Pertanian, F., Gajah, U., Tengah, T. A., Pertanian, F., & Syiah, U. (2015). Kualitas Air Akibat Aktifitas Penduduk di Daerah Tangkapan Air Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 4(1), 543–555.
- Ginting, O. (2011). *Studi Korelasi Kegiatan Budidaya Ikan Keramba Jaring Apung dengan Pengayaan Nutrien (Nitrat dan Fosfat) dan Klorofil-a di Perairan Danau Toba*. 3, 1–6. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/30578/Cover.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Harianja, D., Damanik, M. R. S., & Restu, R. (2018). Kajian Tingkat Pencemaran Air di Kawasan Perairan Danau Toba Desa Silima Lombu Kecamatan Onanrunggu Kabupaten Samosir. *Jurnal Geografi*, 10(2), 176. <https://doi.org/10.24114/jg.v10i2.10534>
- Iklima AS, R., Diansyah, G., Agussalim, A., & Mulia, C. (2019). Analisis Kandungan N-Nitrogen (Amonia, Nitrit, Nitrat) dan Fosfat di Perairan Teluk Pandan Provinsi Lampung. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 8(1), 57–66. <https://doi.org/10.33230/jlso.8.1.2019.377>
- Lihawa, F., & Mahmud, M. (2017). Evaluasi Karakteristik Kualitas Air Danau Limboto. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 260–266. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.260-266>
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). *Jurnal Biologi Tropis Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar sungai . Ikan banyak yang mati , air berubah*.
- Patricia, C., Astono, W., & Irvindyaty Hendrawan, D. (2018). Kandungan Nitrat dan Fosfat di Sungai Ciliwung. *Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Arsitektur Lanskap Dan Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 4(1), 182.
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Fauziyah, ., Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi Nitrat, Nitrit, Amonia, Fosfat Dan Bod Di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65–74. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.18861>
- Rahman, A., Pratiwi, N. T. M., & Hariyadi, S. (2016). The Structure of Phytoplankton Communities in Lake Toba, North Sumatera. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 120–127. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.2.120>
- Saputro, A. A., Sunaryo, S., & Fahdiran, R. (2020). *Kualitas Air Danau Sunter Berdasarkan Parameter Fisika Dan Kimia Menggunakan Metode Indeks Pencemaran*. IX(7), 125–140. <https://doi.org/10.21009/03.snf2020.01.f.a.21>
- Silalahi, J. (2010). *Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba*. Universitas Sumatera Utara.
- Sukmawati, N. M. H., Pratiwi, A., & Rusni, N. W. (2019). Kualitas air Danau Batur berdasarkan parameter fisikokimia dan NSFQI. *Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 3(2), 53–60.

Sulistiyorini, I. S., Edwin, M., & Arung, A. S. (2017). Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Kecamatan Karanganyar Dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(1), 64.
<https://doi.org/10.20527/jht.v4i1.2883>

Tutut Hardiyanti. (2015). *Analisis Kuantitas dan Kualitas Air Danau Unhas Sebagai*

Sumber Air Baku Ipa Unhas. 1–4.

Yogendra, K., & Puttaiah, E. T. (2008). Determination of Water Quality Index and Suitability of an Urban Waterbody in Shimoga Town, Karnataka. *Proceedings of Taal2007: The 12th World Lake Conference: 342-346 Determination, January 2008*, 342–346.