

Kualitas Mikrobiologi Air Sungai Batang Toru, Sumatera Utara Berdasarkan Bakteri Indikator Pencemaran (*Total Coliform*, *Fecal Coliform*, dan *Escherichia Coli*)

Amanda Julianti Siregar¹⁾, Dyan Nopiantina Hasibuan²⁾, Nasywa Aqilah³⁾.

¹⁻³Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

E-mail:
dyannovian444@gmail.com

Abstrak.

The Batang Toru River is the main river in South Tapanuli Regency, North Sumatra, and is utilized for domestic, agricultural, and gold mining activities. This literature review aimed to identify the profile of bacterial indicators of water pollution, namely Total Coliform, Fecal Coliform, and *Escherichia coli*, analyze pollution trends from 2017 to 2024, and propose appropriate mitigation strategies. The study employed a systematic literature review of national and international scientific publications. The results showed that Fecal Coliform levels in 2020 ranged from 1,210 to 1,580 MPN/100 mL, exceeding the Class I water quality standard, while the 2017–2019 period was classified as lightly polluted, with Total Suspended Solids (TSS) as the dominant parameter. *Escherichia coli* was detected at low levels, whereas data on Total Coliform in the Batang Toru River remain limited, representing a significant research gap. Comparisons with other rivers in Indonesia indicate that pollution levels are strongly influenced by anthropogenic activities, particularly settlements and agriculture. Recommended mitigation strategies include bioremediation using indigenous bacteria, improved sanitation, livestock waste management, and regular water quality monitoring.

Submitted:; Reviewed:; Accepted:
DOI.

Kata Kunci

Batang Toru River, Total Coliform, Fecal Coliform, *Escherichia coli*, bioremediation.

Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan dasar seluruh makhluk hidup. Ketersediaan air bersih yang memenuhi standar kesehatan menjadi salah satu target Sustainable Development Goals (SDGs) pada Tujuan ke-6 tentang air bersih dan sanitasi (United Nations, 2018). Namun, pertumbuhan penduduk yang pesat, industrialisasi, dan berbagai aktivitas antropogenik mengancam kualitas sumber daya air, terutama ekosistem sungai.

Sungai Batang Toru adalah sungai utama di Kabupaten Tapanuli Selatan, Sumatera Utara, dengan panjang 69,32 km dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sekitar 2.800 km². Hulu sungai berada di Kabupaten Humbang Hasundutan, mengalir melewati Kabupaten Tapanuli Utara, dan bermuara ke Samudra Hindia (Rasyid et al., 2024). Kawasan ini mencakup perkebunan kelapa sawit dan karet, pertambangan emas Martabe (PT Agincourt Resources), permukiman, serta proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Batang Toru (Hernaningsih, 2020). Tekanan terhadap DAS ini semakin nyata; pada akhir 2025 Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup bahkan melakukan pengawasan langsung terhadap aktivitas perusahaan di kawasan DAS Batang Toru pasca-bencana banjir dan longsor akibat curah hujan ekstrem, yang menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan di kawasan hulu masih menjadi isu lingkungan yang berkelanjutan (KLH/BPLH, 2025).

Dari perspektif mikrobiologi perairan, bakteri coliform khususnya Fecal Coliform dan *Escherichia coli* (*E. coli*) yang digunakan oleh World Health Organization (WHO) sebagai indikator mikroba utama untuk menilai keamanan air (WHO, 2017). Total Coliform mencakup seluruh jenis bakteri coliform yang dapat berasal dari lingkungan maupun feses, sedangkan Fecal Coliform dan *E. coli* secara spesifik mengindikasikan kontaminasi tinja manusia atau hewan berdarah panas (Anisafitri et al., 2020). Keberadaan ketiga indikator ini di atas baku mutu menandakan adanya risiko kesehatan serius bagi masyarakat yang memanfaatkan air sungai

Penelitian Sianipar et al. (2020) yang mengambil sampel di tiga titik di Sungai Batang Toru menunjukkan kandungan bakteri Fecal Coliform berkisar 1.210–1.580 MPN/100 mL, jauh melampaui baku mutu kelas I (1.000 MPN/100 mL) berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001. Kajian Rasyid et al. (2024) juga melaporkan kehadiran *E. coli* serta beberapa parameter fisika-kimia yang melebihi ambang batas pada akhir tahun 2020. Namun, ketika data ini disusun secara kronologis bersama data fisika-kimia periode 2017–2019 (Hernaningsih, 2020), tampak bahwa penelitian mengenai bakteri indikator di Sungai Batang Toru masih bersifat parsial setiap studi hanya mengukur satu atau dua indikator pada periode dan titik yang berbeda sehingga gambaran tren kondisi pencemaran dari tahun ke tahun belum dapat disusun secara utuh hanya dari literatur yang berfokus langsung pada Batang Toru. Kondisi ini menunjukkan perlunya kajian literatur yang komprehensif, memuat sintesis tren antar tahun, dan diperkaya data pembandingan dari sungai-sungai lain di Indonesia, agar arah pengelolaan dan penanggulangan dapat dirumuskan lebih tepat sasaran.

Kajian ini menggunakan pendekatan Literature Review (tinjauan pustaka sistematis), yaitu metode pengumpulan dan sintesis informasi dari berbagai sumber ilmiah yang telah dipublikasikan. Desain studi pustaka dipilih untuk menghasilkan sintesis pengetahuan yang komprehensif mengenai kualitas mikrobiologi Sungai Batang Toru, khususnya berdasarkan parameter Total Coliform, Fecal Coliform, dan *E. coli*, serta untuk menyusun analisis tren antar tahun dan rekomendasi penanggulangan.

Hasil dan Pembahasan

1. Profil Total Coliform, Fecal Coliform, dan *E. coli* di Sungai Batang Toru

a. *Fecal Coliform*

Penelitian Sianipar et al. (2020) merupakan satu-satunya studi yang secara khusus menguji kualitas mikrobiologi air Sungai Batang Toru menggunakan metode seri tabung 3-3-3 (MPN) pada periode September–Oktober 2020. Sampel diambil di tiga titik representatif: sungai dekat hutan (Titik 1), sungai dekat pemukiman (Titik 2), dan sungai dekat pertanian (Titik 3). Hasil pengukuran kandungan bakteri Fecal Coliform disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Kandungan Bakteri Fecal Coliform di Tiga Titik Sungai Batang Toru (2020)

Lokasi Pengambilan Sampel	Jenis Bakteri	Jumlah (MPN/100 mL)	Status
Titik 1 – Sungai dekat hutan	Fecal Coliform	1.360	Melampaui baku mutu
Titik 2 – Sungai dekat pemukiman	Fecal Coliform	1.580	Melampaui baku mutu
Titik 3 – Sungai dekat pertanian	Fecal Coliform	1.210	Melampaui baku mutu

Sumber: Sianipar et al. (2020)

Bagian ini adalah bagian terpenting dari artikel Anda. Analisis dan diskusi harus jelas dan singkat. Hasilnya harus meringkas temuan (ilmiah) daripada memberikan data dengan sangat rinci. Harap sorot perbedaan antara hasil atau temuan anda dan publikasi sebelumnya oleh peneliti lain.

b. *Escherichia coli*

Kajian Rasyid et al. (2024) pada tiga stasiun di Sungai Batang Toru (ST1, ST2, ST4) pada November–Desember 2020 melaporkan kehadiran *E. coli* dengan nilai tertinggi di ST01 bulan November sebesar 5 koloni/100 mL. Meskipun nilai ini tergolong rendah, kehadiran *E. coli* sebagai indikator kontaminasi feses tetap menjadi perhatian dari perspektif kesehatan masyarakat.

Menurut Nggae et al. (2025), tidak semua strain *E. coli* bersifat patogen, namun sejumlah strain patogenik seperti enterotoksigenik (ETEC) dan enterohemoragik (EHEC) mampu memproduksi toksin Shiga yang menyebabkan diare berat, infeksi saluran kemih, hingga meningitis neonatal. Oleh karena itu, WHO (2017) menetapkan tidak boleh ada *E. coli* yang terdeteksi dalam 100 mL air minum yang aman dikonsumsi. Kajian Zainun et al. (2012) pada DAS Citarum, yang memiliki karakteristik pencemaran serupa dengan Batang Toru, melaporkan hampir semua lokasi pengambilan sampel positif mengandung *E. coli*, menunjukkan korelasi antara tingginya beban organik dan kehadiran bakteri fecal coliform.

c. Total Coliform

Data Total Coliform secara spesifik untuk Sungai Batang Toru masih terbatas dalam literatur yang tersedia. Kajian Sianipar et al. (2020) hanya melaporkan parameter Fecal Coliform, sementara Rasyid et al. (2024) melaporkan *E. coli* tanpa data Total Coliform yang terperinci. Meskipun demikian, berdasarkan prinsip mikrobiologi air, nilai Total Coliform selalu lebih tinggi dari Fecal Coliform karena mencakup seluruh jenis coliform termasuk yang bersumber dari lingkungan.

Sebagai perbandingan, beberapa kajian Total Coliform pada sungai-sungai lain di Indonesia menunjukkan rentang nilai yang sangat lebar bergantung pada tekanan antropogenik di sekitarnya. Anisafitri et al. (2020) di Sungai Unus, Lombok melaporkan Total Coliform yang jauh melebihi ambang batas kelas II–IV. Titania dkk. (2022) di Sungai Sa'dan, Toraja Utara melaporkan nilai yang bervariasi tajam antar titik, yaitu 27 MPN/100 mL di hulu dan hilir, namun melonjak menjadi 979 MPN/100 mL di titik tengah — seluruhnya masih memenuhi baku mutu kelas I. Sebaliknya, Cahyadi dkk. (dikutip dalam pemantauan delapan sungai di Provinsi Lampung tahun 2017) melaporkan Total Coliform rata-rata mencapai 24.413 JPT/100 mL pada pengambilan awal dan 15.394 JPT/100 mL pada pengambilan akhir, jauh di atas baku mutu kelas I. Nilai ekstrem juga dilaporkan oleh Nugraheni dkk. (2024) pada beberapa sungai di Yogyakarta, dengan Total Coliform mencapai 170.000 MPN/100 mL pada titik tercemar berat.

d. Tren Kondisi Pencemaran Sungai Batang Toru dari Tahun ke Tahun

Untuk menjawab kebutuhan gambaran tren, seluruh data yang berhasil ditelusuri dari literatur mengenai Sungai Batang Toru disusun secara kronologis pada Tabel 2. Penyusunan ini penting karena setiap studi primer pada Sungai Batang Toru hanya mengukur sebagian indikator pada periode dan metode yang berbeda, sehingga gambaran tren hanya dapat diperoleh melalui sintesis lintas-tahun.

Tabel 2. Rekonstruksi Tren Kondisi Mikrobiologi dan Fisika-Kimia Sungai Batang Toru (2017–2024)

Periode	Parameter Diukur	Temuan Utama	Status terhadap Baku Mutu
2017–2019	Fisika-kimia (12 parameter, termasuk TSS); STORET & IP	6 lokasi (BT1–BT6); skor STORET –8 di semua lokasi; IP rata-rata 2,27 (kisaran 0,99–2,90); TSS sebagai parameter pencemar utama; logam berat masih memenuhi baku mutu (Hernaningsih, 2020)	Cemaran (Kelas B) ringan

Sep–Okt 2020	Fecal (MPN, seri 3-3-3)	Coliform	3 titik; 1.210–1.580 MPN/100 mL; tertinggi di titik dekat pemukiman,	Melampaui baku mutu kelas I
Periode	Parameter Diukur	Temuan Utama		Status terhadap Baku Mutu
		terendah di titik dekat pertanian (Sianipar et al., 2020)		(>1.000 MPN/100 mL)
Nov–Des 2020	E. coli, TSS, BOD, logam berat (Cu, Zn, Cd)	E. coli maksimum 5 koloni/100 mL (ST01, November); TSS tertinggi 142 mg/L (ST04); BOD melebihi baku mutu di semua stasiun; Cu, Zn, Cd melebihi ambang di beberapa stasiun (Rasyid et al., 2024)		E. coli rendah namun terdeteksi; TSS & BOD melampaui baku mutu
2021–2025	Total spesifik Batang Toru	Coliform		Belum ditemukan data primer terpublikasi yang spesifik dan berkelanjutan; pemantauan terbaru (Des 2025) lebih berfokus pada aspek tata ruang dan risiko bencana di hulu DAS pasca-banjir (KLH/BPLH, 2025)
		Kesenjangan data (research gap)		

Sumber: Kompilasi dan rekonstruksi kronologis dari berbagai

Dari rekonstruksi tren pada Tabel 2 dapat dilihat tiga hal penting. Pertama, sejak periode 2017–2019 Sungai Batang Toru sudah berstatus cemar ringan dengan TSS sebagai parameter dominan, yang secara tidak langsung mendukung pertumbuhan dan penempelan bakteri *coliform* pada partikel tersuspensi. Kedua, pada tahun 2020 saat parameter mikrobiologi mulai diukur secara langsung *Fecal Coliform* sudah berada jauh di atas baku mutu di seluruh titik, sementara *E. coli* baru terdeteksi dalam jumlah rendah pada akhir tahun yang sama, mengindikasikan bahwa kontaminasi feces pada saat itu didominasi oleh sumber coliform fekal non-*E. coli* atau bersifat fluktuatif secara musiman. Ketiga, setelah 2020, tidak ditemukan publikasi yang melanjutkan pengukuran Total *Coliform*, *Fecal Coliform*, maupun *E. coli* secara konsisten di Sungai Batang Toru hingga awal 2026, sehingga tren pencemaran mikrobiologis lima tahun terakhir tidak dapat dipastikan arahnya apakah membaik, memburuk, atau stagnan tanpa pemantauan lanjutan.

Sebagai gambaran arah tren secara nasional pada tipe sungai dengan karakteristik tekanan serupa (permukiman padat, pertanian, dan/atau industri di sepanjang DAS), data pembandingan dari berbagai tahun menunjukkan bahwa beban Total *Coliform* dan *Fecal Coliform* cenderung meningkat seiring bertambahnya kepadatan permukiman dan minimnya sistem sanitasi terpadu, sebagaimana terlihat pada lonjakan nilai di titik tengah Sungai Sa'dan (Titania dkk., 2022) dan nilai ekstrem pada sungai-sungai perkotaan di Yogyakarta (Nugraheni dkk., 2024). Pola ini memberi sinyal bahwa tanpa intervensi sanitasi dan pemantauan berkelanjutan, kondisi Sungai Batang Toru berisiko mengikuti tren memburuk yang serupa, terutama di segmen dekat permukiman yang terus berkembang.

Kesimpulan

Berdasarkan kajian literatur, Sungai Batang Toru telah menunjukkan adanya pencemaran mikrobiologis yang ditandai dengan kadar *Fecal Coliform* yang melebihi baku mutu pada tahun 2020, sementara *Escherichia coli* juga terdeteksi dalam jumlah rendah. Rekonstruksi data menunjukkan bahwa sungai telah berstatus tercemar ringan sejak 2017, namun keterbatasan data setelah tahun 2020 menyebabkan tren kualitas mikrobiologis terkini belum dapat dipastikan. Pencemaran diduga berasal dari limbah domestik, aktivitas pertanian dan perkebunan, serta ekskresi satwa liar. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran perlu dilakukan melalui bioremediasi, pengelolaan sumber pencemar sesuai karakteristik wilayah, serta penguatan pemantauan kualitas air secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Anggiana Uli Hsb., Harlis, & Budarti, R. S. *Isolasi dan identifikasi aktivitas bakteri pada Air Batang Bungo*. Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Jambi. 2025
- Anisafitri, J., Khairuddin, K., & Rasmi, D. A. C. Analisis total bakteri coliform sebagai indikator pencemaran air pada Sungai Unus Lombok. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(3), 2020 266–272. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i3.1622>
- Cahyadi, A., Priadmodjo, A., & Yananto, A. *Analisis kandungan bakteri fecal coliform pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. 2011
- Hernaningsih, T. Analisis kualitas air di ruas Sungai Batang Toru dengan metode STORET dan Indeks Pencemaran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan (JRL)*, 13(2), 2020 138–151. p-ISSN: 2085-38616. e-ISSN: 2580-0442.
- Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup (KLH/BPLH). (2025). *Menteri LH tinjau langsung dan perketat pengawasan dua perusahaan di Batang Toru terkait banjir Sumatera Utara*. Siaran pers KLH/BPLH, 5 Desember 2025.
- Nggae, Y. E. K., Supraba, I., Triatmadja, R., & Sun, C. Y. *Escherichia coli* and total coliform contamination in various raw water sources in Ende Regency, Nusa Tenggara Timur Province, Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 31(1), 2025 37–48. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2025.31.1.5>
- Nugraheni, I. A., Anindita, N. S., dkk. *Analisis kualitas mikrobiologis air sungai melalui deteksi total coliform dan Escherichia coli menggunakan metode Most Probable Number (MPN)*. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat LPPM*. Yogyakarta: Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta, 2024
- Rasyid, F., Nasution, Z., & Wahyuningsih, H. Water quality analysis of Batangtoru River in South Tapanuli District, North Sumatra Province. *Journal of Environmental and Development Studies*, 5(1), 2024 31–42. <https://doi.org/10.32734/jeds.v5i01.11664>
- Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Sekretaris Negara
- Republik Indonesia. (2003). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Sekretaris Negara. Sianipar, H. F., Siahaan, T. M., Sijabat, A., Sinaga, C. V., Saragi, J. F. H. T., Sinaga.
- M. P., Barat, W. O. B., Haikal, M., & Harefa, N. Uji kualitas air sungai di hutan Sumatera Utara ditinjau dari kandungan bakteri. *Bioconcetta*, 6(2), 2020 66–71.
- Tim Prosiding Seminar Nasional Biologi UNP. Analisis kualitas air berdasarkan tingkat pencemaran bakteri coliform pada air Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh. Prosiding Seminar Nasional Biologi, *Universitas Negeri Padang*. 2024
- Tim Prosiding Seminar Nasional Biologi UNP. Aplikasi metode MPN untuk deteksi coliform dan colifecal sebagai parameter kualitas air sungai. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Universitas Negeri Padang*. 2025
- Titania, O. M., Hasrianti, H., Wardi, R. Y., & Syakur, A. Total bakteri coliform air Sungai Sa’dan Kabupaten Toraja Utara. *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, 4(2), 2022 22–28.
- United Nations. (2018). *SDG 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation*. United Nations.
- World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for Drinking Water Quality* (4th ed.). WHO Press.

-
- Zainun, Z., Juyana, & Simbolon, K. Analisis total coliform, faecal coliform, *Escherichia coli* dan *Salmonella* di daerah aliran Sungai Citarum. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 10(1), 2012 59–62.
- Junalius, Sidabukke, S. H., & Harmain, U. Analisis spasial kesesuaian fungsi kawasan DAS Batang Toru di Kecamatan Tarutung. *Jurnal Regional Planning*, 6(1), 2024 23–35.
<https://doi.org/10.36985/jrp.v6i1.1116>