

# Analysis of Total Coliform in Wastewater from the Laboratory WWTP Outlet Using the Most Probable Number (MPN) Method

## Analisis Total Coliform pada Air Limbah Outlet IPAL Laboratorium Lingkungan Menggunakan Metode Most Probable Number (MPN)

Nadya Afifah<sup>1</sup>, Vauzia<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

\*Correspondence author: [vauzia.ivo@gmail.com](mailto:vauzia.ivo@gmail.com)

### Abstract

This study was conducted at the UPTD Environmental Laboratory of the Environmental Service Office of West Sumatra Province to evaluate the microbiological quality of wastewater discharged from a laboratory-scale Wastewater Treatment Plant (WWTP). The purpose was to analyze the presence of Total Coliform bacteria using the Most Probable Number (MPN) method. Water samples were collected from the WWTP outlet and analyzed using a three-stage MPN procedure, involving Lauryl Tryptose Broth, Brilliant Green Lactose Bile Broth, and EC Broth media. The result showed a Total Coliform value of 930 MPN/100 mL, which was below the maximum limit set by Indonesian environmental regulations (3,000–10,000 MPN/100 mL). This indicates that the laboratory's wastewater treatment system functions effectively in reducing microbial contaminants. Routine microbiological assessments are essential to ensure continuous compliance and to prevent environmental pollution.

**Key words:** *Microbiology, MPN Method, Total Coliform, Wastewater, WWTP*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat untuk mengevaluasi kualitas mikrobiologi air limbah dari outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) skala laboratorium. Tujuan penelitian adalah menganalisis keberadaan bakteri Total Coliform menggunakan metode Most Probable Number (MPN). Sampel air diambil dari outlet IPAL dan dianalisis melalui prosedur MPN tiga tahap menggunakan media Lauryl Tryptose Broth, Brilliant Green Lactose Bile Broth, dan EC Broth. Hasil menunjukkan nilai Total Coliform sebesar 930 MPN/100 mL, masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam regulasi lingkungan Indonesia (3.000–10.000 MPN/100 mL). Hasil ini menunjukkan bahwa sistem IPAL yang digunakan cukup efektif dalam mengurangi cemaran mikroba. Pengujian mikrobiologi secara rutin sangat penting dilakukan untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi dan mencegah pencemaran lingkungan.

**Kata kunci:** *Air Limbah, IPAL, Metode MPN, Mikrobiologi, Total Coliform*

## Pendahuluan

Air limbah merupakan hasil samping dari berbagai aktivitas manusia, baik domestik, industri, maupun laboratorium, yang mengandung berbagai macam kontaminan fisik, kimia, dan biologis. Jika tidak dikelola dengan baik, air limbah dapat menimbulkan pencemaran lingkungan serta menjadi sumber penyebaran penyakit bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Salah satu aspek penting dalam pengelolaan limbah adalah pengujian kualitas mikrobiologis air limbah, khususnya keberadaan bakteri indikator seperti Total Coliform. Kelompok bakteri ini secara luas digunakan sebagai indikator keberadaan kontaminan fekal dan patogen potensial di lingkungan perairan, karena sifatnya yang mudah tumbuh dan menunjukkan indikasi adanya pencemaran biologis (APHA, 2017; WHO, 2011).

Laboratorium lingkungan, khususnya yang dikelola oleh instansi pemerintah, memiliki peran penting dalam melakukan pemantauan kualitas lingkungan termasuk kualitas air limbah. UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu institusi yang bertugas melakukan pengambilan sampel dan pengujian parameter lingkungan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan sistem manajemen mutu ISO 17025:2017. Salah satu fokus utama laboratorium ini adalah pengujian air limbah yang berasal dari kegiatan internal laboratorium itu sendiri, terutama pada outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang telah dibangun untuk mengolah limbah laboratorium sebelum dibuang ke lingkungan sekitar.

Pengelolaan air limbah yang baik wajib mengikuti parameter baku mutu air limbah yang telah ditetapkan pemerintah melalui regulasi seperti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. 5 Tahun 2014. Parameter mikrobiologis seperti Total Coliform dalam air limbah umumnya dibatasi antara 3.000–10.000 MPN/100 mL, tergantung pada jenis sumber limbahnya. Oleh karena itu, pengujian terhadap parameter ini menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa limbah yang dibuang telah melalui proses pengolahan yang memadai.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendeteksi Total Coliform adalah Most Probable Number (MPN), yaitu metode statistik mikrobiologi yang memperkirakan jumlah bakteri berdasarkan pertumbuhan dalam media cair selektif dan pembentukan gas di dalam tabung Durham. Keunggulan metode ini adalah sensitivitasnya yang tinggi terhadap sampel air keruh, kesederhanaan teknis, serta kemampuannya dalam mendeteksi keberadaan mikroba pada sampel dengan tingkat kontaminasi rendah (Rice dkk., 2017). Oleh karena itu, metode MPN sangat cocok diterapkan untuk pengujian air limbah laboratorium yang berpotensi mengandung kontaminan kompleks.

Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari kegiatan magang di UPTD Laboratorium Lingkungan DLH Provinsi Sumatera Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas sistem IPAL yang dimiliki laboratorium tersebut dalam mengolah air limbah berdasarkan parameter Total Coliform menggunakan metode MPN. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memperkuat praktik kerja mikrobiologi lingkungan di laboratorium dengan pendekatan standar dan ilmiah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi valid mengenai kualitas air limbah, serta menjadi dasar pengambilan keputusan dalam upaya peningkatan sistem pengolahan air limbah dan perlindungan lingkungan hidup secara umum.

# Bahan dan Metode

## Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat, yang berlokasi di Jalan Khatib Sulaiman No. 22, Kota Padang. Laboratorium ini merupakan lembaga pemerintah daerah yang bertugas melakukan pengambilan sampel dan pengujian parameter kualitas lingkungan, termasuk kualitas air limbah. Praktik kerja magang sekaligus pelaksanaan pengujian dilakukan selama 13 Januari – 14 Februari 2025 pada ruang laboratorium mikrobiologi.

## Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan meliputi: autoklaf, inkubator, laminar air flow (LAF), timbangan analitik, pipet mikro, tabung reaksi, tabung Durham, gelas ukur, erlenmeyer, dan cawan petri. Bahan yang digunakan antara lain: media Lauryl Tryptose Broth (LTB), Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB), EC Broth, dan sampel air limbah outlet IPAL yang diambil secara langsung dari sistem pengolahan laboratorium.

## Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode Most Probable Number (MPN) yang terdiri dari tiga tahap: uji pendugaan, uji penegasan, dan perhitungan MPN. Media LTB, BGLB, dan EC Broth disiapkan dengan melarutkan serbuk dalam 1 L akuades, diatur pH-nya, dan disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Media dituangkan ke tabung reaksi berisi tabung Durham.

1. Uji Pendugaan: 1 mL sampel limbah diencerkan dalam tiga seri ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) dan diinokulasikan ke dalam media LTB (5 tabung per seri). Tabung diinkubasi pada 35°C selama 24–48 jam. Tabung yang menghasilkan gas dalam Durham dianggap positif.
2. Uji Penegasan: Kultur positif ditransfer ke media BGLB menggunakan jarum inokulasi, lalu diinkubasi pada 35°C selama  $48 \pm 3$  jam. Tabung dengan gas tetap dianggap positif untuk Total Coliform.
3. Perhitungan MPN: Jumlah tabung positif dari tiap seri digunakan untuk membaca nilai dari Tabel MPN. Kombinasi 2–2–0 menghasilkan nilai 9,3. Karena sampel diencerkan 1:100, nilai dikalikan 100 menjadi 930 MPN/100 mL.

## Desain Penelitian

Desain penelitian experimental harus dijelaskan secara rinci dan menggunakan peta konsep eksperimen. Sumber acuan yang digunakan untuk mendesain dan membuat segala macam larutan harus dicantumkan.

## Analisis Data

Data yang diperoleh adalah data primer berupa hasil pengamatan langsung di laboratorium. Interpretasi data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, membandingkan nilai MPN dengan baku mutu Total Coliform menurut Permen LHK No. 5 Tahun 2014, yaitu maksimum 3.000–10.000 MPN/100 mL untuk air limbah domestik/laboratorium. Efektivitas pengolahan IPAL dianalisis berdasarkan kesesuaian hasil uji terhadap standar tersebut.

## Hasil dan Pembahasan

Pengujian Total Coliform pada air limbah outlet IPAL laboratorium dilakukan sebagai bagian dari kegiatan pemantauan lingkungan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat. Parameter ini dianalisis untuk memastikan bahwa air limbah hasil kegiatan laboratorium telah memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan serta untuk menilai efektivitas kinerja IPAL dalam menurunkan cemaran mikrobiologis.

**Tabel 1.** Hasil Uji *Coliform*

Jenis Sampel	Jumlah LB ±			Jumlah BGLB ±			Nilai Pembacaan Tabel MPN	Jumlah Bakteri (MPN/100mL)
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>		
Air Limbah (Outlet IPAL)	5	5	5	2	2	0	9,3	930

$$\text{MPN/100ml: } \frac{\text{Angka di tabel}}{\text{Vol. Pengenceran Terkecil}}$$

$$\frac{9,3}{0,1} \times 10 = 930$$

Hasil pengujian Total Coliform pada sampel air limbah outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat menunjukkan bahwa jumlah Total Coliform yang terdeteksi adalah sebesar 930 MPN/100 mL. Nilai ini diperoleh melalui metode Most Probable Number (MPN) dengan pengujian bertahap mulai dari uji pendugaan (presumptive test), uji penegasan (confirmed test), hingga interpretasi hasil menggunakan tabel MPN.

Metode MPN yang digunakan dalam pengujian ini merupakan metode yang umum diaplikasikan pada pengujian kualitas mikrobiologis air karena keunggulannya dalam mendeteksi keberadaan bakteri coliform pada sampel yang keruh atau mengandung padatan tersuspensi (Setiawan & Handayani, 2020). Prinsip kerja metode MPN didasarkan pada probabilitas adanya pertumbuhan bakteri coliform pada media selektif cair, yang dapat diamati melalui pembentukan gas pada tabung Durham. Dengan metode ini, jumlah bakteri dihitung berdasarkan kombinasi tabung positif pada pengenceran tertentu yang kemudian dikonversikan menjadi nilai MPN/100 mL menggunakan tabel standar (APHA, 2017).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mutiara & Irdawati (2023) pada pengujian Total Coliform di IPAL rumah sakit juga menunjukkan bahwa meskipun pengolahan air limbah telah dilakukan, beberapa sampel masih mengandung coliform dalam jumlah yang mendekati batas maksimal yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan

bahwa efektivitas IPAL sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi fisik-kimia air limbah, kapasitas sistem pengolahan, serta perawatan dan pemantauan yang dilakukan secara berkala.

Keberadaan Total Coliform dalam air limbah sering dijadikan indikator adanya kontaminasi fekal (faecal contamination) yang berpotensi membawa mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, dan *Shigella spp.* (Tchobanoglous & Schroeder, 2003). Kehadiran bakteri ini dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia dan hewan apabila air limbah yang tidak memenuhi standar dibuang langsung ke lingkungan perairan. Oleh karena itu, hasil pengujian ini menjadi sangat penting sebagai dasar evaluasi efektivitas IPAL dalam mengendalikan pencemaran mikrobiologis.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pengujian Total Coliform dengan metode MPN memiliki peran penting dalam memastikan kualitas air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat sebagai laboratorium yang telah menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2017 berperan strategis dalam menyediakan data yang akurat untuk mendukung kebijakan pengelolaan air limbah yang berkelanjutan.

Pengalaman mahasiswa selama magang di laboratorium ini juga menjadi sarana pembelajaran langsung mengenai penerapan prosedur laboratorium, keselamatan kerja (K3), serta keterkaitan antara hasil analisis laboratorium dengan upaya pelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat. Hal ini membuktikan bahwa keahlian mikrobiologi yang diperoleh di bangku kuliah dapat diimplementasikan secara nyata dalam pengawasan kualitas lingkungan.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPTD Laboratorium Lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat yang telah memberikan izin pelaksanaan magang dan kesempatan untuk melakukan penelitian serta pengambilan data di laboratorium mikrobiologi lingkungan. Penulis turut menyampaikan apresiasi kepada seluruh staf laboratorium mikrobiologi yang telah membantu dalam proses pengujian, mulai dari pembuatan media, sterilisasi alat, hingga analisis laboratorium. Dukungan teknis dan fasilitas yang diberikan sangat membantu kelancaran kegiatan magang dan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- APHA (American Public Health Association). (2020). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (19th ed.). Washington, D.C.: American Public Health Association.
- APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). Washington, D.C.: American Public Health Association.
- Abdullah, R., Fadillah, R., & Maimun, M. (2019). Analisis Kandungan Coliform dan *E. coli* pada Air Sumur Gali di Sekitar Sungai Musi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(1), 10–17.
- Agus, H. (2018). Peningkatan Kualitas Sanitasi Melalui Pengelolaan IPAL Komunal Berbasis Masyarakat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 115–122.
- Ariani, M., Yuniarti, E., & Erlinda. (2024). Pemeriksaan sampel air minum dengan metode Most

- Probable Number (MPN) di Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(1), 530–539.
- Azzahra, B. A., & Irdawati, I. (2025). Artikel Review: Uji Kualitas Air Sumur dengan Metode Most Probable Numbers. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(2), 941–949.
- Engla, M. Z. P., & Irdawati, I. (2024). Uji kandungan patogen *E. coli* dan coliform pada limbah cair domestik di Kota Padang dengan metode CFU. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(2), 912–920.
- Fadila, S. I., Yuniarti, E., & Yumna, H. (2024). Analisis kualitas air sungai berdasarkan tingkat pencemaran bakteri coliform menggunakan metode *Most Probable Number*. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(1), 740–748.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Peraturan Menteri LHK No. P.23/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2020 tentang Laboratorium Lingkungan*. Jakarta: KLHK.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Munfarida, D., Yustiani, Y., & Nuraeni, L. (2024). Kajian kualitas air sungai berdasarkan kandungan total dan fecal coliform di Kabupaten Garut. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(1), 45–53.
- Mutiara, Z. P., & Irdawati, D. (2023). Analisis kandungan total coliform pada sampel air limbah menggunakan metode CFU dan MPN. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 77–84.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Putri, L. N., & Prasetyo, B. (2022). Kajian kualitas air limbah laboratorium pendidikan berdasarkan parameter baku mutu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(2), 105–112.
- Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D., & Clesceri, L. S. (Eds.). (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). Washington, D.C.: American Public Health Association.
- Riyanti, R., Putri, D. H., Erlinda, & Yuniarti, E. (2022). Deteksi bakteri *E. coli* dan coliform dengan metode CFU pada uji kualitas air bersih. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(2), 925–934.
- Rohmah, A. N., Sari, F. D., & Pramudito, A. (2023). Evaluasi kualitas air limbah laboratorium berdasarkan parameter mikrobiologis. *Jurnal Ilmu Lingkungan Tropis*, 10(2), 91–100.