

## *Detection of Coliform Bacteria in Inlet and Outlet Wastewater Quality Tests using the CFU (Colony Forming Unit) method*

### **Deteksi Bakteri Coliform Pada Uji Kualitas Air Limbah Inlet dan Outlet menggunakan metode CFU (*Colony Forming Unit*)**

Fazdkia Oktriani Putri<sup>1</sup>, Irdawati<sup>2\*</sup>

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

\*Correspondence author: [Irdawati.amor40@gmail.com](mailto:Irdawati.amor40@gmail.com)

#### **Abstract**

Liquid waste is liquid waste from domestic, industrial, or other institutional activities that contain various contaminants, including pathogenic microorganisms. One important indicator in assessing the quality of wastewater is the presence of Coliform bacteria, which reflects the level of fecal contamination. This study aims to detect the presence of coliform bacteria in inlet and outlet wastewater samples using the Colony Forming Unit (CFU) method. This study was conducted at the UPTD Health Laboratory of West Sumatra Province from January 6 to February 7, 2025. The examination was carried out using the Total Plate Count (TPC) method, namely by growing living microorganisms on solid agar media so that they can reproduce and form clearly visible colonies. The number of colonies formed was then counted manually using a computer as an aid, and the results were presented in CFU/100 ml units. Based on the test results, data was obtained that of the 20 samples examined, 4 samples were still within the established quality standard limits, namely a maximum of 3000 CFU/100 ml, while the other 16 samples showed levels of microbiological contamination that significantly exceeded the threshold. This indicates that most of the tested air waste has not gone through an optimal processing process, so it has the potential to damage the environment if disposed of without further treatment.

**Key words:** *Air waste, Coliform, CFU, Colony, Microorganisms*

## Abstrak

Air limbah merupakan buangan cair dari kegiatan domestik, industri, atau institusi lain yang mengandung berbagai kontaminan, termasuk mikroorganisme patogen. Salah satu indikator penting dalam menilai kualitas air limbah adalah keberadaan bakteri Coliform, yang mencerminkan tingkat pencemaran fekal. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan bakteri coliform pada sampel air limbah inlet dan outlet menggunakan metode Colony Forming Unit (CFU). Penelitian ini dilaksanakan di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat pada tanggal 6 Januari sampai 7 Februari 2025. Pemeriksaan dilakukan menggunakan metode Total Plate Count (TPC), yaitu dengan menumbuhkan mikroorganisme hidup pada media agar padat sehingga dapat berkembang biak dan membentuk koloni yang terlihat jelas. Jumlah koloni yang terbentuk kemudian dihitung secara manual menggunakan kalkulator sebagai alat bantu, dan hasilnya dipresentasikan dalam satuan CFU/100 ml. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh data bahwa dari 20 sampel yang diperiksa, sebanyak 4 sampel masih berada dalam batas baku mutu yang ditetapkan, yaitu maksimal 3000 CFU/100 ml, sedangkan 16 sampel lainnya menunjukkan tingkat kontaminasi mikrobiologis yang melebihi ambang batas tersebut secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar air limbah yang diuji belum melalui proses pengolahan yang optimal, sehingga berpotensi mencemari lingkungan jika dibuang tanpa perlakuan lanjutan.

**Kata kunci:** Air limbah, Coliform, CFU, Koloni, Mikroorganisme

## Pendahuluan

Kualitas air merupakan faktor yang sangat vital dalam menjaga kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Air bersih tidak hanya digunakan sebagai kebutuhan dasar rumah tangga, tetapi juga sangat penting dalam kegiatan industri, pertanian, dan layanan publik. Namun, peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi yang tidak seimbang dengan upaya pelestarian lingkungan menyebabkan volume air limbah yang dihasilkan terus meningkat. Air limbah ini, apabila tidak dikelola dengan baik, dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia, terutama jika mengandung mikroorganisme patogen atau zat kimia beracun. Salah satu bentuk pencemaran air yang paling berisiko adalah kontaminasi mikrobiologis oleh bakteri indikator fekal, seperti *Escherichia coli* dan kelompok *Coliform* lainnya. Air yang terkontaminasi akan menghasilkan endapan yang menunjukkan adanya aktivitas dari mikroorganisme dalam air tersebut. Bakteri anaerob seperti *E. coli* akan menghasilkan endapan mineral sulfida yang dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan serta kerusakan pada biota air dan ekosistem (Atifah *et al.*, 2023). Pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh suhu dan Ph, jika pada lingkungannya tidak memenuhi kualitas untuk mikroorganisme tumbuh dan berkembang maka mikroorganisme tersebut akan mati (Rada & Irdawati, 2024).

*E. coli* merupakan flora normal yang dapat ditemukan pada usus manusia dan dapat dijumpai pada jaringan tubuh lainnya. Namun, jika keberadaannya di atas ambang normal tubuh, maka keberadaan bakteri ini dapat berdampak buruk bagi Kesehatan (Rahmawita et al., 2018). Kehadiran bakteri *E. coli* dalam air dapat menyebabkan berbagai penyakit lingkungan seperti diare dan masalah kulit (Achyar *et al.*, 2021).

Bakteri Coliform sering digunakan sebagai indikator pencemaran mikrobiologis pada badan air, di mana beberapa penelitian melaporkan bahwa tingkat Coliform dapat melebihi baku mutu lingkungan jika terjadi pencemaran limbah domestik atau industri (Wulandari & El Sherra, 2024). Kehadiran bakteri coliform dalam air menjadi indikator penting untuk menilai keamanan air untuk digunakan dalam kegiatan sehari-hari seperti minum, perikanan, dan peternakan.

Pencemaran mikrobiologis memiliki dampak jangka pendek maupun jangka panjang terhadap ekosistem perairan. Di lingkungan perairan terbuka seperti sungai dan danau, keberadaan *Coliform* dan *E. coli* dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, merusak populasi organisme akuatik, serta mencemari sumber air baku masyarakat. Oleh karena itu, deteksi dini dan evaluasi kualitas mikrobiologis air limbah menjadi bagian penting dalam pengelolaan lingkungan berkelanjutan.

Salah satu indikator utama yang digunakan dalam uji kualitas mikrobiologi air limbah adalah jumlah bakteri *Coliform* (Emda, 2017). Bakteri ini berasal dari saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas, sehingga keberadaannya dalam air menunjukkan adanya pencemaran fekal. Monitoring terhadap keberadaan dan jumlah *Coliform* di dalam air limbah menjadi langkah penting dalam memastikan bahwa sistem pengolahan limbah yang digunakan mampu mengurangi risiko penyebaran penyakit menular berbasis air (Anggara dkk., 2020).

Dalam praktik laboratorium, metode Colony Forming Unit (CFU) merupakan teknik yang lazim digunakan untuk menghitung jumlah bakteri hidup yang mampu berkembang menjadi koloni pada media padat. CFU memberikan data kuantitatif yang akurat mengenai populasi mikroba aktif dalam suatu sampel. Untuk mendeteksi bakteri *Coliform* dan *E. coli* secara visual dan spesifik, digunakan media Chromocult Coliform Agar. Media ini mengandung senyawa kromogenik yang memungkinkan diferensiasi antara *E. coli* dan *Coliform* non-fekal berdasarkan warna koloni: *E. coli* membentuk koloni ungu kebiruan, sedangkan *Coliform* lainnya berwarna merah muda (Fricker & Fricker, 2018; Merck, 2019). Media ini sangat membantu dalam mempercepat proses identifikasi dan penilaian risiko kontaminasi biologis.

Penelitian ini dilaksanakan di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat yang berperan sebagai institusi pengujian dan pemantauan kualitas lingkungan, termasuk

air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah bakteri *Coliform* dan *E. coli* pada air limbah yang diambil dari titik inlet (sebelum pengolahan) dan outlet (setelah pengolahan) menggunakan metode CFU dengan media Chromocult. Dengan membandingkan jumlah koloni dari kedua titik, diharapkan dapat diketahui sejauh mana efektivitas sistem pengolahan limbah dalam menurunkan pencemaran mikrobiologis. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pengelola fasilitas pengolahan limbah dan otoritas lingkungan dalam merancang strategi pengendalian pencemaran yang lebih efisien serta memperkuat pengawasan terhadap kualitas air limbah domestik dan medis (Rizki & Mariani, 2018).

## Bahan dan Metode

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat yang berlokasi di Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat. Penelitian ini tanggal 6 Januari hingga 6 Februari 2025.

### Prosedur Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi autoklaf, *laminar air flow*, *incubator*, mikropipet, cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, *Erlenmeyer*, *spreader*, dan lampu Bunsen. Adapun bahan yang digunakan yaitu media Chromocult, larutan buffer dan aquades 70%.

Prosedur kerja diawali dengan pembuatan media Chromocult Media dilarutkan dalam aquades, dipanaskan hingga larut sempurna, lalu disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah dingin, media dituangkan ke dalam cawan petri steril di ruang aseptik, lalu dibiarkan mengeras. Selanjutnya dilakukan pengenceran sampel air limbah, khususnya untuk titik inlet yang diperkirakan memiliki populasi mikroba tinggi. Pengenceran dilakukan secara bertingkat ( $10^{-1}$  hingga  $10^{-3}$ ) menggunakan larutan NaCl 0,85%. Untuk titik outlet, sampel langsung diuji tanpa pengenceran.

Sebanyak 1 mL sampel dari masing-masing tingkat pengenceran (atau langsung dari sampel outlet) ditanam ke permukaan media Chromocult menggunakan metode sebar (*spread plate*) dengan bantuan alat *spreader* steril. Setelah itu, cawan diinkubasi dalam inkubator pada suhu 36°C selama 24 jam.

### Analisis Data

Jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media Chromocult Coliform Agar setelah inkubasi selama 24 jam dihitung secara manual pada cawan dengan rentang koloni 30-300 untuk menjamin keakuratan perhitungan. Koloni yang teridentifikasi sebagai Coliform

dihitung berdasarkan karakteristik warna, kemudian dikonversi ke dalam satuan CFU/100 mL dengan memperhitungkan faktor pengenceran pada sampel inlet. Untuk sampel outlet yang tidak melalui pengenceran, perhitungan dilakukan langsung berdasarkan jumlah koloni yang terbentuk. Hasil perhitungan selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia melalui Permen LHK No. P.68 Tahun 2016, yaitu maksimal 3000 CFU/100 mL. Data kemudian disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk tabel untuk melihat perbedaan jumlah Coliform antara titik inlet dan outlet serta untuk mengevaluasi efektivitas sistem pengolahan air limbah.

## Hasil dan Pembahasan

Air limbah merupakan salah satu faktor penyumbang pencemaran lingkungan yang paling signifikan, terutama jika tidak melalui proses pengolahan yang sesuai standar baku mutu. Salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas air limbah adalah kandungan mikroorganisme patogen, terutama bakteri indikator fekal seperti *Escherichia coli* dan kelompok *Coliform*. Kehadiran bakteri ini tidak hanya mencerminkan pencemaran biologis, tetapi juga mengindikasikan potensi penyebaran penyakit menular yang bersumber dari tinja manusia atau hewan (Anggara dkk., 2020; WHO, 2017).

Dalam penelitian ini, dilakukan uji mikrobiologi terhadap air limbah dari titik inlet (sebelum pengolahan) dan outlet (setelah pengolahan) yang diperoleh dari berbagai fasilitas, seperti rumah sakit dan instalasi pengolahan air limbah domestik (Syah & Nirmalasari, 2023). Tujuan utama dari uji ini adalah untuk mendeteksi dan menghitung jumlah bakteri *Coliform* dengan menggunakan metode CFU (Colony Forming Unit). Metode ini dipilih karena memiliki sensitivitas tinggi terhadap mikroorganisme hidup, serta dapat memberikan hasil kuantitatif berupa jumlah koloni yang tumbuh pada media selektif, yaitu Chromocult Coliform Agar (Merck, 2019).

**Tabel 1.** Hasil Coliform Pada Uji Kualitas Air Limbah Inlet dan Outlet

No	Nama Sampel	Coliform
1.	AL. Int 0247	$40 \times 10^3$
2.	AL. Out 0248	$60 \times 10^3$
3.	AL. Out 0259	$116 \times 10^3$
4.	AL. Out 0260	$< 10^2$
5.	AL. Out 0261	$< 10^2$
6.	AL. Out 0262	$< 10^2$
7.	AL. Int 0263	$16400 \times 10^3$
8.	AL. Int 0264	$31800 \times 10^3$
9.	AL. Int 0265	$1200 \times 10^3$
10.	AL. Int 0394	$448 \times 10^3$
11.	AL. Out 0395	$95 \times 10^3$
12.	AL. Out 0396	$817 \times 10^3$
13.	AL. Int 0399	$584 \times 10^3$
14.	AL. Out 0400	$280 \times 10^3$
15.	AL. Int 0401	$6 \times 10^3$
16.	AL. Out 0402	$242 \times 10^3$
17.	AL. Int 0405	$68800 \times 10^3$
18.	AL. Out 0406	$40 \times 10^3$
19.	AL. Int 0413	$44200 \times 10^3$
20.	AL. Out 0414	$< 10^2$

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, ditemukan bahwa jumlah koloni bakteri pada titik inlet jauh lebih tinggi dibandingkan titik outlet. Misalnya, sampel AL. Int 0405 menunjukkan angka sebesar  $68.800 \times 10^3$  CFU/100 mL, AL. Int 0413 sebesar  $44.200 \times 10^3$  CFU/100 mL, dan AL. Int 0264 sebesar  $31.800 \times 10^3$  CFU/100 mL. Sebaliknya, hasil pengujian pada titik outlet seperti AL. Out 0414 dan AL. Out 0261 menunjukkan nilai di bawah  $10^2$  CFU/100 mL, bahkan pada beberapa sampel hanya menunjukkan sedikit atau tidak terdeteksi koloni sama sekali. Ini menunjukkan bahwa proses pengolahan air limbah memberikan dampak yang cukup besar terhadap penurunan kontaminasi mikrobiologis.

Metode CFU dalam penelitian ini melibatkan teknik pengenceran berseri hingga tingkat  $10^{-3}$  untuk sampel air limbah dari titik inlet. Hal ini dilakukan karena tingginya populasi mikroorganisme di awal masuknya air ke sistem pengolahan, yang menyebabkan koloni tumbuh terlalu padat jika tidak diencerkan. Tanpa pengenceran, koloni akan saling menutupi sehingga sulit dihitung, yang pada akhirnya dapat menghasilkan data yang tidak akurat atau bahkan menyesatkan (Sartory, 2018). Dengan teknik pengenceran ini, hanya cawan dengan jumlah koloni dalam rentang ideal (30–300 CFU) yang dijadikan

dasar perhitungan, sehingga hasil yang diperoleh lebih valid dan representatif terhadap kondisi sebenarnya.

Pada sisi lain, pengujian terhadap sampel outlet dilakukan tanpa pengenceran. Hal ini dikarenakan air limbah yang telah melalui proses pengolahan secara fisik, kimia, dan biologis biasanya sudah mengandung jumlah mikroorganisme yang sangat rendah. Oleh karena itu, media dapat langsung diinokulasi dengan 1 mL sampel tanpa risiko pertumbuhan koloni yang berlebihan. Hasil ini membuktikan bahwa sistem pengolahan limbah yang digunakan di lokasi uji cukup efektif dalam menurunkan kontaminasi mikrobiologis.

Namun demikian, tidak semua titik outlet menunjukkan hasil yang berada di bawah ambang batas. Contoh pada sampel AL. Out 0396 masih menunjukkan angka  $817 \times 10^3$  CFU/100 mL, yang berarti air limbah pada titik tersebut belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, yakni maksimum 1000 CFU/100 mL untuk air limbah domestik yang akan dibuang ke badan air permukaan (Permen LHK No. P.68 Tahun 2016). Temuan ini mengindikasikan adanya inkonsistensi dalam efektivitas sistem pengolahan air limbah pada titik-titik tertentu, sehingga perlu dilakukan evaluasi dan optimalisasi terhadap instalasi pengolahan limbah yang digunakan.

Visualisasi hasil pengujian pada media Chromocult Coliform Agar memberikan gambaran yang sangat informatif terhadap jenis bakteri yang ada. Koloni *Escherichia coli* terdeteksi melalui warna ungu kebiruan, sedangkan koloni *Coliform* non-fekal tampak berwarna merah muda. Keunggulan media ini terletak pada kemampuannya membedakan kedua jenis bakteri tersebut hanya berdasarkan tampilan visual tanpa perlu uji biokimia lanjutan (Suseno & Widyastuti, 2017). Dalam praktiknya, ini sangat membantu efisiensi kerja laboratorium dan mempercepat proses analisis hasil.

Selain keakuratan hasil, penerapan metode CFU dengan media Chromocult juga memberikan efisiensi dari segi waktu, biaya, dan tenaga. Metode ini telah menjadi standar internasional dalam pemantauan kualitas mikrobiologi air limbah, sebagaimana ditetapkan dalam ISO 9308-1:2014. Uji ini tidak hanya digunakan dalam penelitian, tetapi juga secara luas diterapkan oleh instansi pemerintah dan laboratorium kesehatan masyarakat, termasuk di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat, tempat penelitian ini dilaksanakan.

Melalui analisis data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan limbah yang diterapkan pada umumnya telah berhasil mengurangi kontaminasi bakteri secara signifikan. Namun, keberadaan titik-titik yang masih menunjukkan hasil tinggi di titik outlet menjadi alarm penting bagi instansi terkait untuk meningkatkan efektivitas sistem pengolahan dan pemeliharaan instalasi. Jika dibiarkan, air limbah yang tidak memenuhi baku mutu ini berpotensi mencemari badan air dan menimbulkan masalah kesehatan masyarakat, terutama di daerah padat penduduk (Rahmayani & Ramadhan, 2022).

Oleh karena itu, deteksi bakteri *Coliform* dan *E. coli* dalam air limbah menggunakan metode CFU bukan hanya bersifat diagnostik, tetapi juga merupakan instrumen pengawasan lingkungan yang sangat penting (Atmawati et al., 2017). Pemeriksaan berkala dan sistematis terhadap titik-titik strategis dalam jaringan pengolahan air limbah dapat menjadi bagian integral dari upaya preventif dalam melindungi ekosistem dan kesehatan manusia. Kegiatan magang yang dilakukan di laboratorium ini memberikan pembelajaran praktis yang sangat penting dalam memahami dinamika mikrobiologi lingkungan serta kontribusinya terhadap kebijakan kesehatan dan keberlanjutan lingkungan hidup (Apriani dkk., 2023; Emda, 2017).

## Kesimpulan

Metode CFU dengan media Chromocult Coliform Agar efektif digunakan untuk mendeteksi dan menghitung bakteri Coliform pada air limbah inlet dan outlet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah Coliform pada titik inlet lebih tinggi dibandingkan outlet, yang mengindikasikan bahwa proses pengolahan limbah mampu menurunkan kontaminasi mikrobiologis. Namun, masih terdapat beberapa sampel outlet yang melebihi baku mutu, sehingga diperlukan evaluasi dan peningkatan efektivitas sistem pengolahan air limbah.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang mikrobiologi lingkungan, khususnya terkait pemantauan kualitas air limbah.

## Daftar Pustaka

- Achyar, A., Putri, A. I., Putri, D. H., & Ahda, Y. (2021). Primer design, in silico PCR and optimum annealing temperature for *Escherichia coli* detection in refillable drinking water samples. *Tropical Genetics*, 1(2), 52-60.
- Anggara, S. D., Putri, H. N., & Arifin, Z. (2020). Deteksi *Escherichia coli* sebagai indikator pencemaran air di Sungai Musi Palembang. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 95-104.
- Apriani, E., Rahmawati, E., & Syahputra, F. (2023). Pemanfaatan laboratorium kesehatan dalam praktikum mahasiswa: Studi pada pemeriksaan mikrobiologi air dan makanan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 17(1), 55-64.
- Atmawati, D., Rachmawati, N., & Fitriah, A. (2017). Penerapan metode CFU untuk uji cemaran

- mikrobiologi air minum isi ulang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2), 121–128.
- Atifah, dkk. (2023). [Sesuai artikel yang kamu gunakan — pastikan judul lengkapnya dicantumkan sesuai sumber aslinya].
- Emda, A. (2017). Peran laboratorium dalam pembelajaran sains di pendidikan tinggi. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(1), 25–34.
- Feng, P., Weagant, S. D., & Grant, M. A. (2020). *BAM Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*. U.S. Food & Drug Administration (FDA).
- Fricker, C. R., & Fricker, E. J. (2018). Use of chromogenic media for the detection of coliforms and *Escherichia coli* in water. *Journal of Applied Microbiology*, 124(5), 1224–1235.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri LHK No. P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestik*. Jakarta: KLHK RI.
- Merck. (2019). *Chromocult® Coliform Agar: Product information*. Darmstadt: Merck KGaA.
- Rahmawita, R., Putri, D. H., & Advinda, L. (2018). Kualitas jajanan anak sekolah dasar secara mikrobiologi di Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat. *Biomedika*, 10(2), 102–106.
- Rahmayani, R., & Ramadhan, S. (2022). Evaluasi kualitas mikrobiologis air limbah rumah sakit di Kota Padang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 55–61.
- Rada, A., & Irdawati. (2024). Produksi enzim spesifik xilanase pada variasi suhu konsorsium trikultur bakteri termofilik. *Jurnal Pendidikan dan Sains*, 4(2), 498–507.
- Rizki, A., Hartati, S., & Mariani, T. (2018). Identifikasi bakteri indikator pencemaran air pada beberapa sumber air bersih masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(1), 1–9.
- Sartory, D. P. (2018). Detection and enumeration of indicator organisms and pathogens. In J. Bartram & R. Ballance (Eds.), *Water quality monitoring: A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. Geneva: UNEP/WHO.
- Suseno, D., & Widyastuti, D. (2017). Analisis kualitas air permukaan berdasarkan parameter fisik dan mikrobiologi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 11–20.
- Syah, H., & Nirmalasari, D. (2023). Pengaruh media selektif terhadap deteksi *Escherichia coli* dalam air limbah domestik. *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 7(1), 34–42.
- Wulandari, T., & El Sherra, B. (2024). Analisis kualitas air berdasarkan tingkat pencemaran bakteri coliform pada air Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(1), 737–746.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). Geneva: WHO.