



Biogenerasi Vol 11 No 2, 2026  
**Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi**  
Universitas Cokroaminoto Palopo  
<https://e-journal.my.id/biogenerasi>  
e-ISSN 2579-7085

---

**ANALISIS PENERAPAN PRINSIP BIOETIKA DALAM PENGELOLAAN LIMBAH  
B3 CAIR HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM BIOLOGI DI BALAI  
LABORATORIUM KESEHATAN MASYARAKAT MEDAN**

<sup>1</sup>Warda Amalia, <sup>2</sup>Valdo Rekson Nainggolan, <sup>3</sup>Siti Nabila, <sup>4</sup>Nurbaity Situmorang, <sup>5</sup>Khairiza Lubis

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universitas Negeri Medan, Indonesia

\*Corresponding author E-mail: [wardaamalia2005@gmail.com](mailto:wardaamalia2005@gmail.com)

---

DOI : <https://doi.org/10.30605/e1sf2v72>

Accepted : 2 April 2026    Approved : 23 Mei 2026    Published : 24 Mei 2026

**Abstract**

Activities in biological laboratories generate liquid and solid waste that may pose risks to human health and the environment if not properly managed. Such waste is classified as hazardous and toxic waste (B3) and may contain pathogenic microorganisms and chemical substances. This study aims to identify the types of hazardous and toxic waste generated, examine the waste management procedures applied, and analyze the implementation of bioethical principles in waste management at the Medan Public Health Laboratory Center. The study employed a descriptive method with a qualitative approach through observation, interviews, and documentation. The results show that liquid waste is sterilized using an autoclave before being discharged into the Wastewater Treatment Plant. These procedures reflect the application of bioethical principles to protect human health and the environment..

**Keywords :** *bioethics, hazardous and toxic waste (B3), laboratory waste, environmental safety.*

## PENDAHULUAN

Laboratorium biologi memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung kegiatan pemeriksaan kesehatan, penelitian ilmiah, serta pengawasan kualitas lingkungan dan pangan yang dapat menghasilkan data yang bermanfaat bagi upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Namun demikian, kegiatan laboratorium juga menghasilkan berbagai jenis limbah yang berpotensi menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium umumnya terdiri atas limbah cair dan limbah padat yang dapat mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia berbahaya, maupun sisa bahan biologis dari sampel yang diperiksa. Limbah-limbah tersebut termasuk dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang memerlukan penanganan khusus agar tidak mencemari lingkungan maupun menimbulkan dampak kesehatan bagi masyarakat (Sebayang et. al., 2025)

Pengelolaan limbah laboratorium tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis pengolahan limbah, tetapi juga berkaitan dengan tanggung jawab moral dan etika dalam praktik ilmiah. Penerapan prinsip bioetika dalam kegiatan laboratorium diharapkan dapat memastikan bahwa seluruh proses penanganan limbah dilakukan secara aman, bertanggung jawab, dan sesuai dengan standar yang berlaku.

Bioetika merupakan istilah yang relatif baru dan terbentuk dari dua kata Yunani (*bios* = hidup dan "*ethos*" = adat istiadat atau moral), yang secara harfiah berarti etika hidup. Bioetika secara luas diartikan sebagai etika yang diterapkan dalam ilmu-ilmu kehidupan (*life sciences*) dan dalam praktik pemeliharaan kesehatan. Bioetika merupakan studi yang mencakup berbagai disiplin ilmu tentang permasalahan yang muncul akibat kemajuan di bidang biologi dan ilmu kedokteran, baik dalam skala mikro maupun makro, baik di masa kini maupun dimasa mendatang (Lestari, 2023).

Menurut Murti et al. (2021), ada empat prinsip utama dalam bioetika, yaitu prinsip otonomi, yang menghargai hak individu untuk membuat keputusan atas tubuh dan hidupnya; prinsip beneficence, yang mengharuskan tindakan yang mendatangkan manfaat dan kebaikan bagi individu dan masyarakat; prinsip

non-maleficence, yang mengutamakan untuk tidak melakukan kerugian atau bahaya pada orang lain; dan prinsip keadilan, yang menekankan pentingnya distribusi sumber daya dan perlakuan yang adil terhadap semua orang.

Penerapan prinsip bioetika sangat krusial dalam menjamin keselamatan lingkungan, terutama dalam menghadapi krisis iklim dan eksploitasi sumber daya alam. Bioetika tidak hanya berfokus pada hubungan antarmanusia, tetapi juga memperluas tanggung jawab moral manusia terhadap seluruh ekosistem. Dalam konteks ini, bioetika berfungsi sebagai kompas moral yang memastikan bahwa setiap inovasi teknologi atau kebijakan pembangunan tetap menghormati integritas ekologis dan keberlangsungan hidup organisme non-manusia (Riani & Rohman., 2022).

Prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) dalam bioetika menuntut adanya evaluasi risiko yang ketat sebelum suatu intervensi biologis dilepaskan ke alam liar. Hal ini bertujuan untuk melindungi kemurnian genetik spesies asli dan mencegah gangguan pada rantai makanan yang dapat mengancam stabilitas ekosistem. Oleh karena itu, bioetika memastikan bahwa kemajuan ilmu pengetahuan tetap berjalan selaras dengan perlindungan martabat kehidupan dan keselamatan lingkungan secara menyeluruh (Situmorang, 2021).

Limbah B3 merupakan singkatan dari Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, yaitu sisa suatu kegiatan atau proses produksi yang mengandung zat berbahaya yang dapat mencemari lingkungan serta membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Limbah B3 dapat berasal dari kegiatan industri, laboratorium, rumah sakit, pertanian, maupun aktivitas domestik tertentu.

Karakteristik limbah B3 umumnya meliputi sifat toksik, korosif, reaktif, mudah terbakar, dan infeksius. Karena sifatnya yang berbahaya, limbah B3 harus dikelola secara khusus melalui proses pengolahan, penyimpanan, dan pembuangan yang sesuai dengan standar keselamatan lingkungan agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem maupun kesehatan masyarakat (Alvionita, 2021).

Permasalahan mengenai pengelolaan limbah dapat berdampak pada pencemaran lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Fitriana et al. (2021) mengidentifikasi bahwa

pengelolaan limbah B3 di laboratorium kesehatan dan pendidikan masih menghadapi tantangan signifikan terkait prosedur pembuangan yang tidak sesuai standar operasional.

Selain itu, efek limbah B3 terhadap kesehatan antara lain adalah pernapasan hal tersebut dikarenakan konsentrasi uap yang tinggi akan berbahaya jika dihirup. Konsentrasi yang tinggi dapat mengganggu saluran pernapasan (hidung, tenggorokan dan paru-paru). Menyebabkan mual, muntah, sakit kepala, pusing, kehilangan koordinasi, rasa dan gangguan saraf lainnya. Paparan dengan konsentrasi akut dapat menyebabkan depresi saraf, pingsan, koma dan atau kematian (Gustav, 2024).

Maka dari itu, penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan menganalisis lebih lanjut mengenai penerapan Bioetik dalam pengelolaan Limbah di Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat Medan yang melakukan berbagai kegiatan pemeriksaan kesehatan dan lingkungan guna menjamin keselamatan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

## **METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan Kualitatif. Penggunaan metode ini bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis penerapan prinsip Bioetika dalam pengelolaan limbah B3 cair hasil pemeriksaan di Laboratorium Biologi.

Subjek dalam penelitian ini ialah Kepala Laboratorium Biologi di Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat (BLKM) Medan.

## **HASIL PENELITIAN**

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat Medan, kegiatan pemeriksaan laboratorium menghasilkan limbah cair B3. Limbah cair umumnya berasal dari sisa media kultur mikrobiologi, larutan reagen, serta air bekas pencucian peralatan laboratorium yang telah terkontaminasi mikroorganisme.

Secara biologis, limbah yang mengandung mikroorganisme patogen berpotensi tetap aktif apabila tidak melalui proses sterilisasi. Kondisi ini dapat menyebabkan penyebaran agen penyakit ke lingkungan. Sementara itu, dari aspek kimia, limbah reagen yang bersifat toksik, korosif, dan

Pemilihan subjek penelitian menggunakan metode purposive sampling, yaitu pemilihan subjek penelitian berdasarkan pertimbangan bahwa subjek memiliki pengetahuan dan tanggungjawab langsung terkait dengan pengelolaan limbah B3 cair.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini melalui observasi dilakukan sejak 19 Januari 2026 - 3 Maret 2026 dengan mengamati secara langsung proses pengelolaan limbah cair di laboratorium, mulai dari tahap pengumpulan, pengolahan, hingga pembuangan limbah. Wawancara dilakukan secara mendalam (in-depth interview) dengan Kepala Laboratorium Biologi. Pertanyaan yang diberikan selama wawancara terdiri dari 5 pertanyaan yang meliputi informasi terkait prosedur, kebijakan, serta penerapan prinsip bioetika dalam pengelolaan limbah hasil pemeriksaan Laboratorium Biologi. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar observasi, pedoman wawancara semi-terstruktur.

Keabsahan data diuji menggunakan teknik triangulasi sumber dan metode, yaitu dengan membandingkan data hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk memperoleh data yang valid dan konsisten. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan menggunakan model Miles dan Huberman, yang meliputi tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Larassati, 2024). Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar atau regulasi yang berlaku terkait pengelolaan limbah laboratorium.

reaktif dapat mencemari badan air serta mengganggu keseimbangan ekosistem.

Temuan ini memperkuat pernyataan Ramdan et al. (2025) bahwa limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan berdampak pada kesehatan manusia. Namun, penelitian ini memberikan penekanan tambahan bahwa risiko tersebut tidak hanya bersifat lingkungan, tetapi juga memiliki implikasi etis yang berkaitan dengan tanggung jawab institusi laboratorium.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Muhammad Wahyudi S.Si selaku Kepala Laboratorium Biologi, menjelaskan bahwa pengelolaan limbah cair hasil pemeriksaan laboratorium dilakukan melalui beberapa tahapan. Limbah cair yang berasal dari sisa hasil analisis terlebih dahulu

dikumpulkan dalam wadah khusus yang ditempatkan pada keranjang autoklaf.

Selanjutnya, limbah tersebut mengalami proses destruksi atau sterilisasi menggunakan Autoclave pada suhu sekitar 121°C selama  $\pm 15$  menit sebagaimana juga dilaporkan oleh CDC (2020). Hal ini mengindikasikan bahwa prosedur yang diterapkan telah sesuai dengan standar pengelolaan limbah biologis secara internasional.

Setelah proses sterilisasi selesai, limbah cair yang telah mengalami destruksi kemudian dibuang ke wastafel dialirkan menuju sistem pengolahan limbah, yaitu melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang terdapat di Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat.

Pada sistem IPAL, limbah cair pertama kali masuk melalui bagian inlet, yaitu saluran masuk limbah yang berfungsi untuk menampung air limbah dari kegiatan laboratorium sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Pada tahap inlet ini, limbah cair yang masuk dapat dilakukan pengamatan atau pengujian awal terhadap beberapa parameter kualitas air, seperti pH, kandungan bahan organik, maupun parameter lainnya.

Selanjutnya, limbah cair akan diproses dalam sistem pengolahan yang terdapat pada IPAL. Setelah melalui proses pengolahan tersebut, air limbah akan keluar melalui bagian outlet sebagai air hasil pengolahan (effluent). Pada tahap outlet, air limbah kembali diperiksa untuk memastikan bahwa kualitas air yang dihasilkan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan sebelum dilepaskan ke lingkungan.

Jika ditinjau dari perspektif bioetika, pengelolaan limbah di laboratorium ini mencerminkan penerapan prinsip non-maleficence dan beneficence. Prinsip non-maleficence (tidak membahayakan) terlihat dari adanya upaya sterilisasi dan pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan, sehingga risiko penyebaran patogen dan pencemaran dapat diminimalkan. Sementara itu, prinsip beneficence (berbuat baik) tercermin dalam upaya menjaga kualitas lingkungan dan melindungi kesehatan masyarakat melalui pengelolaan limbah yang sistematis dan bertanggung jawab. Hal ini sejalan dengan Indriani et al. (2025) yang menyatakan bahwa prinsip bioetika menjadi landasan penting dalam praktik pelayanan kesehatan.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan dengan temuan Rahim et al. (2022)

yang menyatakan bahwa pengelolaan limbah B3 di fasilitas kesehatan di Indonesia masih belum optimal dan cenderung berfokus pada aspek teknis. Dalam penelitian tersebut, kajian lebih menitikberatkan pada evaluasi sistem pengelolaan tanpa mengaitkannya dengan nilai etika.

Sebaliknya, penelitian ini tidak hanya menganalisis aspek teknis pengelolaan limbah, tetapi juga mengintegrasikannya dengan prinsip bioetika, seperti non-maleficence dan beneficence. Dengan demikian, terdapat gap penelitian berupa kurangnya kajian yang menghubungkan pengelolaan limbah B3 dengan prinsip bioetika dalam konteks laboratorium kesehatan. Penelitian ini berkontribusi dalam mengisi kesenjangan tersebut melalui pendekatan integratif antara aspek teknis dan etis dalam pengelolaan limbah laboratorium.

Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam mengkaji pengelolaan limbah laboratorium berbasis bioetika yang belum banyak dibahas pada penelitian sebelumnya

Dengan demikian, penerapan bioetika dalam pengelolaan limbah B3 di laboratorium tidak hanya berkaitan dengan pelaksanaan prosedur teknis pengolahan limbah, tetapi juga mencerminkan komitmen moral dan profesional dalam menjalankan kegiatan laboratorium secara bertanggung jawab. Pengelolaan limbah yang dilakukan secara tepat merupakan salah satu bentuk implementasi etika dalam praktik ilmiah yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara pemanfaatan ilmu pengetahuan dengan perlindungan terhadap kesehatan manusia serta kelestarian lingkungan.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat Medan, dapat disimpulkan bahwa limbah yang dihasilkan dari kegiatan pemeriksaan laboratorium biologi, seperti limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dalam bentuk cair dikelola melalui prosedur yang terstruktur sebagai upaya untuk meminimalkan risiko pencemaran lingkungan dan dampak terhadap kesehatan manusia.

Pengelolaan limbah laboratorium perlu terus dipertahankan dan ditingkatkan melalui pengawasan yang lebih optimal terhadap setiap tahapan pengolahan limbah, khususnya pada

proses pengolahan limbah cair melalui IPAL agar selalu memenuhi standar baku mutu sebelum dilepas ke lingkungan. Selain itu, diperlukan peningkatan pemahaman dan kesadaran tenaga laboratorium mengenai pentingnya penerapan prinsip keselamatan kerja dan bioetika dalam pengelolaan limbah B3 guna mencegah terjadinya pencemaran.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Alvionita, D. (2021). Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3) Terhadap Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(2), 85–92
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories* (6th ed.). Atlanta: CDC.
- Fitriana, A., Hanani, Y. D., & Budiyono, B. (2021). Analisis Pengelolaan Limbah B3 Medis di Laboratorium Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 9(2), 195–201.
- Gustav, J. S., Sari, R. K., & Nurriwanti, N. S. (2024). Kesadaran pengelolaan limbah B3 sesuai peraturan perundangan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara*, 6(4), 146–155.
- Indriani, D., Suryana, D., Putra, F. S., Yuni, P., & Redjeki, F. (2025). Dimensi etika bisnis dalam pelayanan kesehatan berdasarkan prinsip-prinsip bioetika. *SIBATIK Journal*, 4(5), 567–576.
- Larasati, N. (2024). Implementasi manajemen berbasis madrasah dalam upaya peningkatan mutu pembelajaran. *UNISAN Jurnal: Jurnal Manajemen dan Pendidikan*, 3(3), 377–385. <https://journal.an-nur.ac.id/index.php/unisanjournal>
- Lestari, R. D. (2023). Bioetika Dalam Ilmu Kedokteran Dan Multidisiplin Keilmuan. *Mahesa: Malahayati Health Student Journal*, 3(10), 3218-3224
- Murti, A. B., Alvionita, D., & Gani, A. R. F. (2021). Ethical Principles In Biological Research. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 8(3), 95-101.
- Nurrisa, F., Hermina, D., & Norlaila. (2025). Pendekatan kualitatif dalam penelitian: Strategi, tahapan, dan analisis data. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran (JTTP)*, 2(3), 793–800.
- Rahim, F. K., Diniyah, B. N., Akbar, F. M., Al'Faridz, M. I., & Sucipto, M. R. (2023). Gambaran pengelolaan dan timbulan limbah medis bahan berbahaya dan beracun (B3) pada fasilitas dan pelayanan kesehatan di wilayah Jawa Barat tahun 2022. *Journal of Public Health Innovation*, 3(2), 198–204. <https://doi.org/10.34305/jphi.v3i02.648>
- Ramdan, M. F., Zahra, A., & Widya, A. R. (2025). Pengelolaan limbah dan dampak lingkungan pada pabrik kimia dan rumah sakit: Studi literatur mengenai hubungan produk dan limbah dengan pendekatan input-proses-output. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(1), 2961-2971.
- Riani, A. S., & Rohman, A. (2022). Implementasi prinsip bioetika dalam perlindungan keanekaragaman hayati di Indonesia. *Jurnal Etika dan Hukum Kesehatan*, 8(1), 45-58.
- Sebayang, A., Aritonang, C., Lubis, K., & Situmorang, N. (2025). Penerapan prinsip etika pengolahan limbah laboratorium biologi di Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kota Medan. *BIOSCIENTIAE*, 22(2), 106–119.
- Situmorang, M. (2021). Bioetika: Relevansi dan tantangannya dalam pelestarian lingkungan hidup dan keselamatan organisme. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 4(2), 112-124.
- Winarni, E. W. (2021). *Teori dan Praktik Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, PTK, R & D*. Jakarta: Bumi Aksara.
- World Health Organization. (2020). *Laboratory Biosafety Manual* (4th ed.). Geneva: WHO