

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Studi Kualitatif Implementasi Biosafety Dan Biosecurity Pada Laboratorium Mikrobiologi

Rizky Rahadian Wicaksono [1*], Muhammad Hanif [2] , Inar Ayu Ningsih[3]

*[1,2] *Program Studi Kesehatan Lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Lamongan*

[3] *Program Studi D3 Analis Kesehatan, Sekolah Tinggi Kesehatan Yapika Makassar*

[1]rizkyrahadianw@unisla.ac.id*

Abstract

Microbiology laboratories play a crucial role in disease diagnosis, research, education, and the advancement of scientific knowledge. Laboratory activities involving biological agents pose potential risks of infection and security threats if they are not managed in accordance with biosafety and biosecurity principles. Biosafety aims to protect laboratory personnel, the public, and the environment from exposure to biological hazards through safe laboratory practices, the use of personal protective equipment (PPE), engineering controls, and standard operating procedures (SOPs). In contrast, biosecurity focuses on preventing the loss, theft, misuse, or unauthorized release of biological agents that could threaten public safety. This study aimed to explore the implementation of biosafety and biosecurity in a microbiology laboratory, identify the supporting and inhibiting factors, and describe strategies for strengthening the laboratory safety culture. A qualitative approach with a case study design was employed. Participants were purposively selected and included the laboratory head, laboratory analysts, lecturers or researchers, and quality assurance personnel. Data were collected through in-depth interviews, direct observations, and document reviews, and analyzed using thematic analysis. Data trustworthiness was ensured through source triangulation, method triangulation, and member checking. The findings revealed that biosafety practices had been implemented through the consistent use of PPE, adherence to SOPs, infectious waste management, and regular safety training. Biosecurity measures included restricted laboratory access, documentation of biological material usage, and secure storage systems. However, several challenges remained, including inconsistent compliance with PPE use, limited facilities, inadequate risk assessment documentation, and the need to strengthen monitoring systems. Overall, biosafety and biosecurity implementation was found to be satisfactory, although further improvements are needed in safety culture, staff competency, and continuous monitoring and evaluation to ensure sustainable laboratory safety..

Keywords: *Biosafety, Biosecurity, Microbiology Laboratory, Laboratory Safety, Qualitative Research.*

Abstrak

Laboratorium mikrobiologi berperan penting dalam diagnosis penyakit, penelitian, pendidikan, dan pengembangan ilmu pengetahuan. Aktivitas laboratorium yang melibatkan berbagai agen biologis memiliki risiko menimbulkan infeksi maupun ancaman keamanan apabila tidak dikelola melalui penerapan prinsip biosafety dan biosecurity. Biosafety bertujuan melindungi petugas, masyarakat, dan lingkungan dari paparan agen biologis melalui penerapan prosedur kerja yang aman, penggunaan alat pelindung diri (APD), pengendalian teknik, serta


e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

standar operasional prosedur (SOP). Sementara itu, biosecurity berfokus pada pencegahan kehilangan, penyalahgunaan, atau pelepasan agen biologis yang dapat membahayakan keamanan publik. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi implementasi biosafety dan biosecurity di laboratorium mikrobiologi, mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat, serta menggambarkan upaya peningkatan budaya keselamatan laboratorium. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Informan dipilih secara purposive dan terdiri atas kepala laboratorium, analis laboratorium, dosen atau peneliti, serta petugas penjamin mutu. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam, observasi langsung, dan telaah dokumen, kemudian dianalisis menggunakan analisis tematik dengan menjaga keabsahan data melalui triangulasi sumber, triangulasi metode, dan member checking. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi biosafety telah dilakukan melalui penggunaan APD, penerapan SOP, pengelolaan limbah infeksius, dan pelatihan keselamatan kerja secara berkala. Implementasi biosecurity juga telah diterapkan melalui pembatasan akses laboratorium, pencatatan penggunaan bahan biologis, serta pengamanan ruang penyimpanan. Meskipun demikian, masih ditemukan kendala berupa kepatuhan penggunaan APD yang belum konsisten, keterbatasan fasilitas, dokumentasi evaluasi risiko yang belum optimal, serta perlunya penguatan sistem pengawasan. Secara keseluruhan, implementasi biosafety dan biosecurity telah berjalan dengan baik, namun memerlukan peningkatan budaya keselamatan, kompetensi petugas, serta sistem monitoring dan evaluasi yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Biosafety, Biosecurity, Laboratorium Mikrobiologi, Keselamatan Laboratorium, Penelitian Kualitatif.

Corespondent Author: Rizky Rahadian Wicaksono

I. PENDAHULUAN

Laboratorium mikrobiologi merupakan salah satu fasilitas penting dalam pelayanan kesehatan, pendidikan, penelitian, dan pengembangan ilmu pengetahuan. Berbagai kegiatan di laboratorium, seperti isolasi mikroorganisme, identifikasi bakteri, kultur virus, pengujian sensitivitas antimikroba, serta penelitian biologi molekuler melibatkan penggunaan agen biologis yang memiliki tingkat risiko berbeda-beda. Oleh karena itu, setiap aktivitas laboratorium harus dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip keselamatan dan keamanan biologis agar risiko paparan terhadap petugas laboratorium, masyarakat, maupun lingkungan dapat diminimalkan. Biosafety merupakan serangkaian prinsip, teknologi, dan praktik kerja yang dirancang untuk mencegah paparan yang tidak disengaja terhadap agen biologis maupun pelepasan agen tersebut ke lingkungan. Implementasi biosafety mencakup penerapan prosedur kerja yang aman, penggunaan alat pelindung diri, pemanfaatan peralatan keselamatan seperti *biosafety cabinet*, pengelolaan limbah infeksius, serta pelaksanaan pelatihan keselamatan secara berkala. Sebaliknya, biosecurity lebih menitikberatkan pada perlindungan bahan biologis dari kehilangan, pencurian, penyalahgunaan, atau penggunaan yang tidak sah melalui pengendalian akses, sistem inventaris, kebijakan institusi, dan mekanisme pengawasan.

Peningkatan kapasitas laboratorium di berbagai institusi kesehatan dan pendidikan membawa konsekuensi meningkatnya kebutuhan terhadap penerapan biosafety dan biosecurity yang efektif. Berbagai insiden laboratorium yang pernah dilaporkan di berbagai negara menunjukkan bahwa kegagalan dalam menerapkan

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

prosedur keselamatan dapat mengakibatkan infeksi akibat pekerjaan, kontaminasi lingkungan, maupun gangguan terhadap pelayanan laboratorium. Oleh karena itu, implementasi biosafety dan biosecurity tidak hanya bergantung pada ketersediaan sarana, tetapi juga dipengaruhi oleh budaya keselamatan, kepatuhan terhadap standar operasional prosedur, kompetensi personel, dan komitmen manajemen.

Dalam konteks Indonesia, berbagai laboratorium telah memiliki standar operasional dan kebijakan keselamatan kerja. Namun demikian, tingkat implementasinya dapat berbeda antar laboratorium, dipengaruhi oleh sumber daya, jenis pemeriksaan, serta sistem pengelolaan yang diterapkan. Pendekatan kualitatif diperlukan untuk memahami secara mendalam bagaimana biosafety dan biosecurity dijalankan dalam praktik sehari-hari, bagaimana persepsi petugas terhadap pentingnya kedua aspek tersebut, serta kendala yang dihadapi dalam implementasinya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi implementasi biosafety dan biosecurity pada laboratorium mikrobiologi sehingga dapat memberikan gambaran mengenai praktik yang telah berjalan, faktor pendukung, hambatan, dan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan laboratorium.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus untuk mengeksplorasi implementasi biosafety dan biosecurity pada laboratorium mikrobiologi. Penelitian dilaksanakan pada Maret–Mei 2026 di salah satu laboratorium mikrobiologi pada institusi pendidikan tinggi yang menyelenggarakan pemeriksaan mikrobiologi klinik dan kegiatan praktikum.

Informan dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan pengetahuan dan keterlibatan langsung dalam penerapan biosafety dan biosecurity. Sebanyak 10 informan berpartisipasi dalam penelitian, terdiri atas kepala laboratorium, penanggung jawab mutu, analis laboratorium, dosen atau peneliti, serta mahasiswa tingkat akhir. Pengumpulan data dilakukan hingga mencapai data saturation (kejenuhan data).

Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam semi-terstruktur, observasi langsung, dan telaah dokumen. Wawancara menggali pemahaman dan pengalaman informan mengenai penerapan standar operasional prosedur (SOP), penggunaan alat pelindung diri (APD), pengelolaan limbah biologis, pengendalian akses laboratorium, pelatihan keselamatan kerja, serta kendala dalam implementasi biosafety dan biosecurity. Observasi dilakukan terhadap aktivitas laboratorium, penggunaan APD, kepatuhan terhadap SOP, pemanfaatan biosafety cabinet, pengelolaan limbah infeksius, fasilitas keselamatan, dan sistem keamanan laboratorium. Telaah dokumen meliputi SOP, manual biosafety, kebijakan biosecurity, dokumen asesmen risiko, catatan pelatihan, logbook laboratorium, serta laporan audit internal.

Peneliti bertindak sebagai instrumen utama dengan didukung pedoman wawancara, lembar observasi, daftar tilik, catatan lapangan, dan alat perekam suara. Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber, triangulasi metode, member checking, dan peer debriefing. Analisis data dilakukan menggunakan analisis tematik menurut Braun dan Clarke melalui proses transkripsi, pengodean, pengelompokan kategori, identifikasi tema, serta penarikan kesimpulan. Penelitian dilaksanakan setelah memperoleh persetujuan dari institusi terkait, dan seluruh informan memberikan persetujuan tertulis (informed consent). Kerahasiaan identitas informan dijaga melalui penggunaan kode serta penyimpanan data penelitian secara aman.

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Penelitian ini melibatkan 10 informan yang terdiri atas 1 kepala laboratorium, 2 penanggung jawab mutu, 3 analis laboratorium, 2 dosen/peneliti, dan 2 mahasiswa tingkat akhir yang aktif menggunakan laboratorium mikrobiologi. Berdasarkan hasil wawancara mendalam, observasi, dan telaah dokumen, diperoleh lima tema utama yang menggambarkan implementasi biosafety dan biosecurity di laboratorium mikrobiologi.

Tabel 1. Karakteristik Informan Penelitian

Kode Informan	Jabatan	Lama Bekerja/Pengalaman
I-1	Kepala Laboratorium	15 tahun
I-2	Penanggung Jawab Mutu	10 tahun
I-3	Penanggung Jawab Mutu	8 tahun
I-4	Analis Laboratorium	9 tahun
I-5	Analis Laboratorium	6 tahun
I-6	Analis Laboratorium	5 tahun
I-7	Dosen/Peneliti	12 tahun
I-8	Dosen/Peneliti	7 tahun
I-9	Mahasiswa Peneliti	1 tahun
I-10	Mahasiswa Peneliti	1 tahun

Tabel 2. Tema Hasil Penelitian

Tema	Subtema
Pemahaman biosafety dan biosecurity	Pengetahuan tentang SOP, persepsi risiko biologis
Implementasi biosafety	Penggunaan APD, dekontaminasi, pengelolaan limbah, penggunaan Biosafety Cabinet
Implementasi biosecurity	Pengendalian akses, inventaris bahan biologis, penyimpanan spesimen
Hambatan implementasi	Kepatuhan personel, keterbatasan fasilitas, pelatihan yang belum merata
Strategi peningkatan	Pelatihan berkala, audit internal, monitoring kepatuhan

Tema 1. Pemahaman Personel Mengenai Biosafety dan Biosecurity

Sebagian besar informan menyatakan bahwa biosafety merupakan prosedur yang bertujuan melindungi petugas laboratorium dari paparan agen biologis, sedangkan biosecurity berhubungan dengan upaya mencegah penyalahgunaan maupun kehilangan bahan biologis.

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Kepala laboratorium menjelaskan bahwa seluruh personel telah memperoleh pelatihan mengenai keselamatan laboratorium sebelum mulai bekerja. Meskipun demikian, beberapa mahasiswa mengaku masih membutuhkan pendampingan ketika pertama kali menggunakan fasilitas laboratorium.

Salah seorang informan menyampaikan:

"Kami selalu mendapatkan pembekalan mengenai penggunaan APD, prosedur dekontaminasi, dan cara bekerja di Biosafety Cabinet sebelum melakukan pemeriksaan." (I-4)

Informan lain mengatakan:

"Untuk mahasiswa baru biasanya masih perlu dibimbing karena belum terbiasa dengan prosedur biosafety." (I-2)

Hasil observasi menunjukkan bahwa materi biosafety telah tersedia dalam bentuk SOP, poster keselamatan kerja, serta panduan penggunaan alat laboratorium.

Tema 2. Implementasi Biosafety di Laboratorium

Observasi menunjukkan bahwa implementasi biosafety telah dilaksanakan melalui penggunaan jas laboratorium, sarung tangan, masker, dan pelindung wajah sesuai jenis pekerjaan. Seluruh pemeriksaan yang berpotensi menghasilkan aerosol dilakukan menggunakan Biosafety Cabinet Kelas II.

Tabel 3. Hasil Observasi Implementasi Biosafety

Aspek yang Diamati	Hasil Observasi
Penggunaan jas laboratorium	Dilaksanakan secara konsisten
Penggunaan sarung tangan	Dilaksanakan secara konsisten
Penggunaan masker	Dilaksanakan sesuai prosedur
Penggunaan Biosafety Cabinet	Digunakan untuk prosedur berisiko aerosol
Dekontaminasi meja kerja	Dilakukan sebelum dan sesudah pemeriksaan
Pengelolaan limbah infeksius	Mengikuti SOP

Sebagian besar petugas memahami pentingnya penggunaan APD dalam mencegah infeksi akibat kerja. Namun, pada kondisi tertentu masih ditemukan mahasiswa yang perlu diingatkan untuk menggunakan APD secara lengkap.

Tema 3. Implementasi Biosecurity

Implementasi biosecurity dilakukan melalui pembatasan akses laboratorium menggunakan kartu identitas, pencatatan keluar-masuk personel, inventarisasi spesimen, serta penyimpanan bahan biologis di ruang khusus yang hanya dapat diakses oleh petugas berwenang.

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Tabel 4. Implementasi Biosecurity

Komponen	Kondisi
Pengendalian akses	Baik
Inventaris bahan biologis	Tersedia
Penyimpanan spesimen	Sesuai prosedur
Logbook penggunaan laboratorium	Lengkap
Pengawasan bahan infeksius	Dilaksanakan

Hasil wawancara menunjukkan bahwa sistem pencatatan bahan biologis telah membantu mempermudah pelacakan spesimen apabila diperlukan.

Tema 4. Hambatan Implementasi Biosafety dan Biosecurity

Walaupun penerapan biosafety dan biosecurity telah berjalan, informan mengungkapkan beberapa hambatan yang masih dihadapi.

Tabel 5. Hambatan Implementasi

Hambatan	Keterangan
Kepatuhan personel	Belum sepenuhnya konsisten
Ketersediaan APD	Kadang terlambat pengadaan
Pelatihan	Belum merata untuk seluruh pengguna laboratorium
Dokumentasi asesmen risiko	Belum diperbarui secara berkala

Salah seorang analis menyampaikan:
"Secara umum prosedur sudah baik, tetapi masih ada mahasiswa yang lupa memakai pelindung wajah ketika praktik." (I-5)

Tema 5. Strategi Peningkatan Implementasi

Informan menyarankan perlunya peningkatan pelatihan berkala, audit internal, simulasi penanganan tumpahan bahan infeksius, serta evaluasi rutin terhadap kepatuhan personel.

Tabel 6. Strategi Peningkatan

Strategi	Tujuan
Pelatihan berkala	Meningkatkan kompetensi
Audit internal	Menilai kepatuhan SOP
Simulasi keadaan darurat	Meningkatkan kesiapsiagaan
Monitoring berkala	Menjaga konsistensi implementasi

2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi biosafety pada laboratorium mikrobiologi telah dilaksanakan melalui penerapan standar operasional prosedur, penggunaan alat pelindung diri, pemanfaatan *Biosafety Cabinet*, dekontaminasi area kerja, serta pengelolaan limbah infeksius. Temuan ini menunjukkan bahwa laboratorium telah menerapkan prinsip dasar biosafety untuk meminimalkan risiko paparan agen biologis terhadap petugas maupun lingkungan.

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Keberhasilan implementasi tersebut tidak terlepas dari adanya kebijakan institusi, pelatihan rutin, dan ketersediaan pedoman kerja. Menurut pedoman World Health Organization (WHO), penerapan biosafety memerlukan kombinasi praktik kerja yang aman, fasilitas yang memadai, penggunaan APD, serta budaya keselamatan yang kuat. Dalam penelitian ini, sebagian besar informan memahami pentingnya kepatuhan terhadap SOP sebagai upaya pencegahan infeksi akibat kerja.

Implementasi biosecurity juga telah dilakukan melalui pembatasan akses laboratorium, inventarisasi bahan biologis, serta sistem penyimpanan spesimen yang terkendali. Langkah tersebut penting untuk mencegah kehilangan, pencurian, maupun penyalahgunaan bahan biologis yang berpotensi menimbulkan risiko terhadap kesehatan masyarakat.

Penelitian ini masih menemukan beberapa hambatan, antara lain kepatuhan penggunaan APD yang belum sepenuhnya konsisten, keterbatasan fasilitas tertentu, dan belum optimalnya pembaruan dokumentasi asesmen risiko. Hambatan tersebut menunjukkan bahwa implementasi biosafety dan biosecurity tidak hanya bergantung pada tersedianya fasilitas, tetapi juga dipengaruhi oleh budaya keselamatan, komitmen individu, dan sistem pengawasan yang berkelanjutan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan konsep laboratory biosafety culture, yang menekankan bahwa keselamatan laboratorium merupakan tanggung jawab bersama seluruh personel. Budaya keselamatan yang kuat ditandai oleh kepatuhan terhadap prosedur, komunikasi yang efektif, pelaporan insiden tanpa rasa takut, serta evaluasi berkala terhadap risiko biologis.

Berdasarkan temuan tersebut, peningkatan implementasi biosafety dan biosecurity dapat dilakukan melalui pelatihan rutin, audit internal, simulasi keadaan darurat, pembaruan asesmen risiko secara berkala, serta penguatan komitmen pimpinan laboratorium dalam membangun budaya keselamatan. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan perlindungan terhadap petugas laboratorium, menjaga keamanan bahan biologis, serta mendukung mutu pelayanan laboratorium mikrobiologi.

Berikut bagian akhir artikel yang dapat digunakan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi biosafety dan biosecurity pada laboratorium mikrobiologi, dapat disimpulkan bahwa:

1) Implementasi biosafety pada laboratorium mikrobiologi telah dilaksanakan melalui penerapan standar operasional prosedur (SOP), penggunaan alat pelindung diri (APD), pemanfaatan *biosafety cabinet*, dekontaminasi area kerja, pengelolaan limbah infeksius, serta pelaksanaan pelatihan keselamatan laboratorium secara berkala. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar personel telah memahami pentingnya penerapan prinsip biosafety dalam mencegah paparan agen biologis.
2) Implementasi biosecurity telah dilakukan melalui pembatasan akses ke laboratorium, sistem inventarisasi bahan biologis, pengamanan ruang penyimpanan spesimen, pencatatan penggunaan bahan biologis, serta pengawasan terhadap distribusi dan penyimpanan sampel. Upaya tersebut bertujuan mencegah kehilangan, pencurian, penyalahgunaan, maupun pelepasan bahan biologis yang dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan masyarakat.
3) Meskipun implementasi biosafety dan biosecurity telah berjalan dengan baik, masih ditemukan beberapa kendala, antara lain kepatuhan penggunaan APD yang belum sepenuhnya konsisten, keterbatasan

fasilitas pendukung, belum optimalnya pembaruan asesmen risiko biologis, serta perlunya peningkatan pelatihan bagi pengguna laboratorium yang baru.

4) Faktor pendukung implementasi meliputi komitmen pimpinan laboratorium, ketersediaan SOP, pelaksanaan pelatihan secara berkala, serta adanya sistem pengawasan internal. Sebaliknya, faktor penghambat meliputi keterbatasan sumber daya, variasi tingkat pengetahuan personel, dan belum terbentuknya budaya keselamatan yang kuat pada seluruh pengguna laboratorium.
5) Implementasi biosafety dan biosecurity memerlukan pendekatan yang berkelanjutan melalui peningkatan kompetensi sumber daya manusia, penguatan budaya keselamatan laboratorium, evaluasi berkala terhadap sistem manajemen risiko biologis, serta komitmen institusi dalam menyediakan fasilitas dan kebijakan yang sesuai dengan standar nasional maupun internasional.

2. Saran

Manajemen laboratorium diharapkan memperkuat implementasi biosafety dan biosecurity melalui pembaruan SOP, penyediaan fasilitas yang memadai, serta pelaksanaan audit dan evaluasi secara berkala. Petugas laboratorium perlu meningkatkan kepatuhan terhadap penggunaan APD, penerapan prosedur kerja, dan partisipasi dalam pelatihan keselamatan. Institusi pendidikan dan rumah sakit diharapkan mendukung penguatan budaya keselamatan melalui pelatihan berkelanjutan dan peningkatan kompetensi personel. Pemerintah perlu memperkuat regulasi, pembinaan, dan pengawasan penerapan biosafety dan biosecurity sesuai standar yang berlaku. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan berbagai jenis laboratorium dan menggunakan pendekatan mixed methods untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif**.**

DAFTAR PUSTAKA

1. American Biological Safety Association. Biosafety manual. Milwaukee: ABSA International; 2021.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories. 6th ed. Atlanta: CDC; 2020.
3. European Committee for Standardization. Laboratory biorisk management. Brussels: CEN; 2020.
4. International Organization for Standardization. ISO 35001: Biorisk management for laboratories and other related organizations. Geneva: ISO; 2019.
5. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013 tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2013.
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2023. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2024.
7. Miller JM, Astles R, Baszler T, Chapin K, Carey R, Garcia L, et al. Guidelines for safe work practices in human and animal medical diagnostic laboratories. MMWR Suppl. 2012;61(1):1–102.
8. Occupational Safety and Health Administration. Laboratory safety guidance. Washington DC: OSHA; 2011.
9. Occupational Safety and Health Administration. Occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories. Washington DC: OSHA; 2020.

10. Pannyiwi, R., Ali, A., & Yulis, D. M. (2025). Strategi Pencegahan Dan Penanggulangan Penyalahgunaan Narkoba Melalui Pendekatan Komunitas Di Kabupaten Sidenreng Rappang. JIMAD : Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(3), 191–200. https://doi.org/10.59585/jimad.v2i3.856
11. Pannyiwi, R., Azis, M. N. S. A., & Rahmat, R. A. (2025). Analisis Kendala Perawat Dalam Melaksanakan Komunikasi Terapeutik NDi Lingkungan Pelayanan Kesehatan. Barongko: Jurnal Ilmu Kesehatan, 4(1), 231–243. https://doi.org/10.59585/bajik.v4i1.921
12. Rizky Rahadian Wicaksono, Muhammad Hanif, Marwan Ahmad Manoko, & Rezqiqah Aulia Rahmat. (2026). Edukasi Sanitasi Dan Pengelolaan Air Bersih Untuk Meningkatkan Kesehatan Lingkungan. Sahabat Sosial: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(2), 873–879. https://doi.org/10.59585/sosisabdimas.v4i2.1137
13. Riswan, R., Pannyiwi, R., Aulia, S. P., & Sapnita , S. (2026). Pengembangan Produk Kreatif Berbasis Potensi Lokal Untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat. Sahabat Sosial: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(3), 1241–1251. Retrieved from https://jurnal.agdosi.com/index.php/jpemas/article/view/1261
14. Sandia National Laboratories. Laboratory biosecurity handbook. Albuquerque: Sandia National Laboratories; 2019.
15. Sewell DL. Laboratory-associated infections and biosafety. Clin Microbiol Rev. 2020;33(4):e00045-19.
16. Wicaksono, R. R., Hanif, M., & Pannyiwi, R. (2026). The Role Of Hand Hygiene In Reducing Microorganism Contamination. International Journal of Health Sciences, 4(1), 240–245. https://doi.org/10.59585/ijhs.v4i1.1150
17. World Health Organization. Biorisk management: Laboratory biosecurity guidance. Geneva: WHO; 2022.
18. World Health Organization. Laboratory biosafety manual. 4th ed. Geneva: WHO; 2020.
19. World Health Organization. Responsible life sciences research for global health security. Geneva: WHO; 2022.
20. World Health Organization. Safe management of wastes from health-care activities. 2nd ed. Geneva: WHO; 2014.
21. World Health Organization. Training curriculum for laboratory biosafety. Geneva: WHO; 2023.
22. World Organisation for Animal Health. Terrestrial manual: Biosafety and biosecurity in veterinary laboratories. Paris: WOAH; 2023.