

PENERAPAN BIOETIK DALAM KESELAMATAN DAN KEAMANAN KEGIATAN PENELITIAN PADA LABORATORIUM MIKROBIOLOGI DI DAERAH SUMATERA UTARA

Wisdom Ortiz Valencia Tamba¹, Marisca Aginta Bangun², Maria Anatasyia Br. Siregar³, Nurbaiti Situmorang⁴, Khairiza Lubis⁵

ortiztamba02@gmail.com¹
Universitas Negeri Medan

ABSTRACT

This study aims to analyze the extent to which bioethical principles are applied in maintaining safety and security in research activities in microbiology laboratories in North Sumatra. With the increasing research activities in microbiology, attention to bioethical aspects is becoming increasingly important to ensure that research is conducted responsibly and does not pose risks to researchers, the environment, or society. This study employs observational and literature review methods with a qualitative descriptive approach. The results indicate that national regulations and internal laboratory policies have been implemented; however, challenges remain in their implementation, such as a lack of understanding among laboratory personnel regarding bioethics, limited safety facilities, and low compliance with existing regulations. To enhance compliance with bioethical regulations, regular training, adequate safety facilities, and periodic supervision and audits are recommended.

Keywords: Bioethics, Occupational Safety, Microbiology Laboratory, Regulations, North Sumatra.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana prinsip-prinsip bioetik diterapkan dalam menjaga keselamatan dan keamanan dalam kegiatan penelitian di laboratorium mikrobiologi di Sumatera Utara. Dengan meningkatnya aktivitas penelitian di bidang mikrobiologi, perhatian terhadap aspek bioetik menjadi semakin penting untuk memastikan bahwa penelitian dilakukan secara bertanggung jawab dan tidak menimbulkan risiko bagi peneliti, lingkungan, maupun masyarakat. Penelitian ini menggunakan metode observasi dan kajian pustaka dengan pendekatan kualitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa regulasi nasional dan kebijakan internal laboratorium telah diterapkan, namun masih terdapat kendala dalam implementasinya, seperti kurangnya pemahaman tenaga kerja terhadap bioetika, keterbatasan fasilitas keselamatan, serta rendahnya kepatuhan terhadap regulasi yang ada. Untuk meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi bioetika, disarankan adanya pelatihan rutin, penyediaan fasilitas keselamatan yang memadai, serta pengawasan dan audit berkala.

Kata Kunci: Bioetika, Keselamatan Kerja, Laboratorium Mikrobiologi, Regulasi, Sumatera Utara.

PENDAHULUAN

Laboratorium mikrobiologi merupakan fasilitas yang digunakan untuk penelitian dan pengujian mikroorganisme, baik untuk kepentingan akademik, klinis, maupun industri. Dalam operasionalnya, laboratorium ini menghadapi berbagai tantangan terkait bioetika, terutama dalam aspek keselamatan dan keamanan kerja. Penerapan prinsip bioetika sangat penting untuk memastikan bahwa aktivitas penelitian tidak membahayakan peneliti, masyarakat, dan lingkungan sekitar (Sinurat et al., 2024).

Etika dalam penelitian mikrobiologi mencakup berbagai aspek, termasuk penghormatan terhadap hak asasi manusia, perlindungan terhadap lingkungan, dan

penerapan standar keselamatan kerja yang tinggi. Bioetika juga mencakup prinsip keadilan, otonomi, dan tanggung jawab dalam setiap aktivitas penelitian yang melibatkan mikroorganisme. Tanpa adanya prinsip bioetika yang diterapkan dengan baik, risiko kontaminasi, infeksi, serta kecelakaan kerja dapat meningkat (Resnik, 2019).

Laboratorium mikrobiologi di Sumatera Utara semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan penelitian di berbagai sektor. Namun, belum banyak penelitian yang secara khusus mengevaluasi sejauh mana prinsip bioetik diterapkan dalam keselamatan dan keamanan kegiatan penelitian di laboratorium mikrobiologi di wilayah ini. Beberapa kasus kecelakaan laboratorium serta kelalaian dalam penanganan mikroorganisme patogen menunjukkan adanya potensi risiko yang perlu mendapat perhatian lebih serius (World Health Organization, 2004).

Salah satu tantangan utama dalam penerapan bioetika adalah kurangnya pemahaman dan kesadaran tenaga laboratorium terhadap prinsip-prinsip bioetika. Banyak pekerja laboratorium hanya berfokus pada aspek teknis tanpa memahami implikasi etis dari penelitian yang mereka lakukan. Selain itu, regulasi yang ada sering kali belum sepenuhnya diimplementasikan dengan baik di tingkat laboratorium, sehingga terjadi kesenjangan antara teori dan praktik di lapangan (OECD, 2021).

Selain itu, penerapan bioetika dalam laboratorium mikrobiologi juga berkaitan dengan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Keselamatan dan kesehatan kerja bertujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja, terutama dalam lingkungan yang berisiko tinggi seperti laboratorium mikrobiologi. Penerapan protokol K3 yang ketat, termasuk penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), sterilisasi peralatan, serta prosedur penanganan limbah infeksius, menjadi bagian penting dari implementasi bioetika (Rofiani et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan prinsip bioetik dalam aspek keselamatan dan keamanan penelitian di laboratorium mikrobiologi di Sumatera Utara. Secara khusus, penelitian ini akan mengkaji regulasi dan kebijakan internal yang diterapkan, hambatan dalam penerapan bioetika, serta upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi bioetika di laboratorium mikrobiologi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kebijakan dan praktik penelitian yang lebih etis dan aman di laboratorium mikrobiologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium mikrobiologi di Sumatera Utara selama periode Januari hingga Maret 2025. Metode yang digunakan adalah observasi dan kajian pustaka dengan pendekatan kualitatif deskriptif (Rofiani et al., 2023).

Lokasi dan Waktu Penelitian: Penelitian ini dilakukan di laboratorium mikrobiologi di Sumatera Utara dari Januari hingga Maret 2025. Pemilihan lokasi didasarkan pada tingkat aktivitas penelitian mikrobiologi serta variasi kebijakan yang diterapkan di berbagai laboratorium.

Jenis Penelitian: Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk memahami dan menggambarkan penerapan bioetika dalam keselamatan dan keamanan kerja laboratorium mikrobiologi.

Teknik Pengumpulan Data: Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap aktivitas laboratorium, wawancara dengan tenaga laboratorium, serta studi literatur dari jurnal ilmiah dan dokumen regulasi terkait (Zuo et al., 2023).

Teknik Analisis Data: Data dianalisis dengan reduksi data, pengelompokan berdasarkan tema utama, serta interpretasi hasil dalam kaitannya dengan teori bioetika dan keselamatan kerja (Rahman et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Regulasi dan kebijakan internal yang diterapkan di laboratorium mikrobiologi di Sumatra Utara dalam mendukung prinsip bioetika terkait keselamatan dan keamanan kerja

Laboratorium mikrobiologi di Sumatera Utara telah menerapkan berbagai regulasi dan kebijakan internal untuk memastikan keselamatan dan keamanan penelitian. Regulasi nasional seperti UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Permenkes No. 411 Tahun 2010, dan Keputusan Menkes No. 835 Tahun 2009 telah menjadi dasar dalam penerapan standar operasional laboratorium. Selain itu, laboratorium juga mengacu pada pedoman internasional seperti World Health Organization (WHO) Laboratory Biosafety Manual yang mengatur tentang biosafety level (BSL) dalam penanganan mikroorganisme berbahaya.

Selain regulasi nasional dan internasional, kebijakan internal laboratorium juga berperan penting dalam menjaga keselamatan kerja dan keamanan penelitian. Setiap laboratorium memiliki Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur penggunaan alat pelindung diri (APD), pengelolaan limbah infeksius, serta penanganan bahan biologi berbahaya. Pelatihan rutin diberikan kepada tenaga laboratorium untuk memastikan pemahaman yang lebih baik terhadap protokol keselamatan dan bioetika dalam penelitian. Laboratorium juga menerapkan sistem audit internal dan inspeksi berkala guna memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku.

Namun, dalam praktiknya masih ditemukan berbagai hambatan dalam penerapan regulasi ini. Keterbatasan sumber daya manusia menjadi salah satu faktor utama, di mana tidak semua laboratorium memiliki tenaga ahli yang memahami standar keselamatan dan bioetika secara mendalam. Selain itu, masih terdapat laboratorium yang belum memiliki fasilitas pendukung yang memadai, seperti sistem ventilasi yang sesuai standar atau ruang isolasi bagi mikroorganisme dengan tingkat risiko tinggi. Evaluasi terhadap kepatuhan terhadap regulasi juga belum optimal, mengingat belum adanya mekanisme sanksi yang tegas bagi laboratorium yang tidak menerapkan standar keselamatan secara ketat.

Implementasi Prosedur Keselamatan Kerja Yang Mencakup Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), Penanganan Limbah Infeksius, Serta Pengendalian Risiko Infeksi Di Laboratorium Mikrobiologi

Keselamatan kerja di laboratorium mikrobiologi sangat bergantung pada implementasi prosedur yang tepat untuk melindungi tenaga kerja dari paparan mikroorganisme patogen serta bahan kimia berbahaya. Salah satu langkah utama dalam implementasi keselamatan kerja adalah penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). APD yang digunakan di laboratorium mikrobiologi mencakup masker, sarung tangan, jas laboratorium, pelindung mata, dan dalam beberapa kasus, pelindung wajah atau respirator bagi tenaga laboratorium yang bekerja dengan patogen berisiko tinggi (Santoso et al., 2021). Penggunaan APD wajib dilakukan sesuai dengan tingkat risiko dari mikroorganisme yang ditangani. Selain itu, prosedur pemasangan dan pelepasan APD harus sesuai standar untuk menghindari kontaminasi silang.

Penanganan limbah infeksius menjadi aspek krusial dalam keselamatan kerja laboratorium. Limbah medis tajam seperti jarum suntik, pipet kaca, dan sisa bahan

biologis yang telah digunakan harus dibuang dalam wadah safety box yang tahan tusukan (Irawan et al., 2019). Limbah cair yang mengandung mikroorganisme patogen harus mengalami proses dekontaminasi terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Proses dekontaminasi dapat dilakukan dengan autoklaf pada suhu tinggi atau menggunakan disinfektan kimia yang efektif dalam membunuh mikroorganisme (Fadilah et al., 2020). Limbah padat seperti sarung tangan bekas, masker, dan kultur mikroba harus dikemas dalam kantong khusus berlabel biohazard dan selanjutnya dimusnahkan sesuai regulasi yang berlaku.

Pengendalian risiko infeksi di laboratorium mikrobiologi melibatkan berbagai tindakan pencegahan yang mencakup pengelolaan ruang kerja, penerapan biosafety level (BSL), dan kontrol teknis serta administratif. Ruang kerja harus memiliki sistem ventilasi yang memadai, termasuk penggunaan biosafety cabinet (BSC) untuk menangani mikroorganisme berbahaya. Penggunaan BSC bertujuan untuk mencegah penyebaran aerosol infeksius yang dapat meningkatkan risiko kontaminasi silang di dalam laboratorium (WHO, 2020). Selain itu, tenaga laboratorium diwajibkan untuk menjalani pelatihan biosafety secara berkala guna meningkatkan pemahaman mereka terhadap prosedur keselamatan dan cara menangani potensi paparan mikroorganisme berbahaya. Simulasi keadaan darurat juga mulai diterapkan di beberapa laboratorium sebagai langkah mitigasi terhadap kemungkinan terjadinya kebocoran patogen atau kecelakaan akibat paparan bahan infeksius (Santoso et al., 2021).

Implementasi prosedur keselamatan kerja yang mencakup penggunaan APD, pengelolaan limbah infeksius, serta pengendalian risiko infeksi di laboratorium mikrobiologi sangat penting untuk memastikan bahwa penelitian berjalan dengan aman dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap tenaga laboratorium maupun lingkungan sekitar. Meskipun berbagai upaya telah dilakukan, masih terdapat tantangan dalam pelaksanaannya, seperti kurangnya pemahaman terhadap standar keamanan, keterbatasan fasilitas laboratorium, serta rendahnya tingkat kepatuhan terhadap SOP yang telah ditetapkan.

Hambatan yang dihadapi dalam penerapan bioetika terkait keselamatan dan keamanan kerja di Laboratorium Mikrobiologi di Sumatra Utara.

Meskipun berbagai regulasi dan kebijakan telah diterapkan, masih terdapat hambatan signifikan dalam penerapan bioetika di laboratorium mikrobiologi. Hambatan utama yang dihadapi adalah kurangnya pemahaman tenaga laboratorium terhadap prinsip-prinsip bioetika dan keselamatan kerja. Banyak tenaga laboratorium yang belum sepenuhnya memahami pentingnya protokol bioetika dalam aktivitas penelitian, sehingga masih ditemukan kelalaian dalam penggunaan alat pelindung diri (APD) dan penanganan limbah infeksius (Irawan et al., 2019).

Selain itu, keterbatasan fasilitas dan infrastruktur laboratorium juga menjadi kendala utama. Tidak semua laboratorium memiliki sarana yang memadai, seperti biosafety cabinet, sistem ventilasi dengan filtrasi HEPA, serta fasilitas dekontaminasi yang sesuai standar. Kurangnya ketersediaan alat dan bahan penunjang keselamatan sering kali menyebabkan tenaga laboratorium bekerja dalam kondisi yang tidak ideal dan berisiko tinggi terhadap paparan patogen berbahaya (Santoso et al., 2021).

Faktor lain yang turut memengaruhi adalah rendahnya tingkat kepatuhan terhadap regulasi dan standar operasional prosedur (SOP). Beberapa laboratorium tidak memiliki mekanisme pengawasan yang ketat terhadap pelaksanaan protokol keselamatan, sehingga sering kali terjadi pelanggaran yang berulang. Rendahnya sanksi atau hukuman bagi

pelanggaran keselamatan laboratorium juga menjadi faktor yang menyebabkan ketidakpatuhan terus berlanjut (Wahyuni & Prasetyo, 2022).

Pengelolaan limbah infeksius yang kurang optimal turut menjadi tantangan besar dalam penerapan bioetika. Masih banyak laboratorium yang belum memiliki sistem pengolahan limbah yang efektif, sehingga limbah infeksius sering kali dibuang tanpa melalui prosedur dekontaminasi yang memadai. Hal ini berpotensi mencemari lingkungan serta meningkatkan risiko penularan penyakit akibat paparan mikroorganisme patogen di luar laboratorium (Fadilah et al., 2020).

Hambatan lainnya adalah kurangnya dukungan dari pihak manajemen atau institusi terkait dalam memastikan penerapan bioetika yang optimal. Masih banyak laboratorium yang tidak mendapatkan alokasi dana yang cukup untuk meningkatkan standar keselamatan kerja, baik dalam bentuk penyediaan fasilitas maupun pelatihan rutin bagi tenaga laboratorium. Akibatnya, banyak laboratorium yang terpaksa mengadopsi prosedur keselamatan yang minim dan kurang efektif (Irawan et al., 2019).

Secara keseluruhan, hambatan dalam penerapan bioetika di laboratorium mikrobiologi melibatkan berbagai aspek, mulai dari faktor individu seperti kurangnya kesadaran tenaga laboratorium, hingga faktor institusional seperti keterbatasan fasilitas, sistem pengawasan yang lemah, serta rendahnya investasi dalam pengelolaan risiko dan keselamatan. Untuk mengatasi hambatan ini, diperlukan strategi komprehensif yang mencakup edukasi berkelanjutan, peningkatan fasilitas keselamatan, serta penguatan kebijakan dan sanksi bagi laboratorium yang tidak mematuhi regulasi keselamatan dan bioetika.

Upaya Meningkatkan Kepatuhan terhadap Regulasi Bioetika guna Keselamatan dan Keamanan Kerja di Laboratorium Mikrobiologi

Untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut, diperlukan upaya peningkatan kepatuhan terhadap regulasi bioetika secara menyeluruh. Salah satu langkah utama yang dapat dilakukan adalah dengan menyelenggarakan pelatihan dan edukasi berkelanjutan bagi tenaga laboratorium mengenai bioetika dan keselamatan kerja. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran serta pemahaman mengenai pentingnya penerapan bioetika dalam laboratorium mikrobiologi. Selain itu, penyediaan fasilitas keselamatan yang lebih memadai juga menjadi faktor kunci dalam meningkatkan standar keamanan penelitian. Setiap laboratorium perlu dilengkapi dengan alat pelindung diri yang mencukupi, biosafety cabinet yang memadai, serta sistem ventilasi yang memenuhi standar keselamatan kerja. Peningkatan pengawasan dan audit berkala juga harus dilakukan untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku serta mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan lebih lanjut. Standarisasi SOP antar laboratorium menjadi langkah penting dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan efisien, sehingga risiko dalam penelitian dapat diminimalkan (Santoso et al., 2021). Selain itu, kolaborasi dengan lembaga pemerintah, akademik, serta organisasi terkait juga perlu ditingkatkan guna memastikan regulasi yang diterapkan tetap relevan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan laboratorium modern.

KESIMPULAN

1. Regulasi nasional dan kebijakan internal laboratorium telah diterapkan, namun dalam praktiknya masih ditemukan kendala dalam implementasi. Kurangnya pemahaman tenaga laboratorium mengenai prinsip bioetika serta keterbatasan fasilitas keselamatan menjadi tantangan utama dalam memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku.

2. Implementasi prosedur keselamatan kerja telah mencakup penggunaan APD, penanganan limbah infeksius, serta pengendalian risiko infeksi. Namun, masih terdapat hambatan dalam hal ketersediaan fasilitas yang memadai, seperti biosafety cabinet, sistem ventilasi yang sesuai standar, serta kurangnya pelatihan yang berkelanjutan bagi tenaga laboratorium.
3. Hambatan dalam penerapan bioetika meliputi rendahnya tingkat kepatuhan terhadap protokol keselamatan, lemahnya pengawasan dan sanksi bagi pelanggaran prosedur keselamatan, serta tidak meratanya standar operasional di berbagai laboratorium. Selain itu, pengelolaan limbah infeksius yang belum optimal masih menjadi permasalahan yang perlu segera ditangani.
4. Upaya peningkatan kepatuhan terhadap regulasi bioetika dapat dilakukan melalui beberapa langkah strategis, termasuk penyelenggaraan pelatihan rutin, peningkatan fasilitas keselamatan, serta penguatan mekanisme pengawasan dan audit berkala. Standarisasi SOP antar laboratorium juga perlu dilakukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan efisien.

Saran

Mengadakan pelatihan rutin bagi tenaga laboratorium terkait bioetika, keselamatan kerja, dan pengelolaan limbah, Penyediaan biosafety cabinet, APD yang lengkap, dan sistem ventilasi yang lebih baik untuk meningkatkan keselamatan, Menetapkan standar operasional prosedur (SOP) yang lebih ketat dan mengikat, Mengembangkan sistem pengelolaan limbah yang lebih efektif, terutama untuk limbah infeksius dan bahan berbahaya, Mengembangkan penelitian mengenai efektivitas regulasi bioetika dalam meningkatkan keselamatan kerja di laboratorium mikrobiologi

DAFTAR PUSTAKA

- Afi, L. O., Yasnani, & Nirmala, F. (2019). Studi Deskriptif Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Mahasiswa Yang Praktikum Mikrobiologi Blok Respirasi di Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Halu Oleo Kendari Tahun 2019. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 1–8.
- Aminullah, & Hidayati, G. N. (2024). Penerapan Sanitasi Laboratorium Mikrobiologi Di PT . Akasha Wira International Tbk , Cibinong Factory. *Karimah Tauhid*, 3(8).
- Arum, D. P. P., Erwin, & Amir, Y. (2022). Gambaran Pengelolaan Limbah Infeksius oleh Perawat di Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Umum Daerah Arifin Achmad Provinsi Riau. *Jurnal Medika Utama*, 3(2), 2375–2385.
- Fadilah, R., Putri, S. A., & Hidayat, T. (2020). Evaluasi Implementasi Standar Operasional Prosedur dalam Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 12(2), 85-95.
- Irawan, M. A., Handoyono, S., & Aprina, E. (2019). Analisis Yuridis Tentang Pengelolaan Limbah Medis Padat Di Unit Pelaksana Teknis Puskesmas. 1(September), 1–18.
- Lee, C., & Wang, J. (2023). Scientific Integrity in Microbiological Studies. *Science and Ethics Journal*.
- Murti, A. B., Alvionita, D., & Gani, A. R. F. (2021). Prinsip Etika dalam Penelitian Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 8(3), 95–101.
- OECD. (2021). *Safety Considerations for Biotechnology*. OECD Publishing.
- Rahman, A., Widodo, T., & Supriyadi, A. (2021). Identifikasi dan Mitigasi Risiko di Laboratorium Mikrobiologi: Pendekatan Bioetika dan Keselamatan Kerja. *Jurnal Riset Biologi dan Mikrobiologi*, 9(3), 122-130.
- Resnik, D. B. (2019). *The Ethics of Research with Human Subjects*. Springer.
- Rofiani, D., Arbi, Y., & Lisha, S. Y. (2023). ANALISIS POTENSI RISIKO K3 DENGAN

- METODE HIRARC (Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control) DI LABORATORIUM MIKROBIOLOGIFAKULTAS KEDOKTERAN UNAND. Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan), 9(2), 69–82. <https://doi.org/10.20527/jukung.v9i2.17575>
- Santoso, D., Anggraini, T., & Pratama, R. (2021). Pelatihan Keselamatan Laboratorium dalam Meningkatkan Kesadaran Bioetika pada Mahasiswa. Jurnal Pendidikan dan Pelatihan Laboratorium, 5(2), 78-89.
- Silalahi, S. N. Y., & Suriani, Y. (2022). Praktek Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan Keselamatan Kerja Mahasiswa di Laboratorium Keperawatan, Poltekkes Tanjungpinang. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan Terpadu, 2(2), 113–123. <https://doi.org/10.53579/jitkt.v2i2.57>
- Simbolon, R. R., Harramain, F. P., & Sonjaya, M. R. P. (2024). Pentingnya Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Sebagai Faktor Penentu Optimalisasi Produktivitas Kerja. Pajak Dan Manajemen Keuangan, 1(3), 17–31. <https://doi.org/10.61132/pajamkeu.v1i3.122>
- Sinurat, A., Situmorang, N., Sinaga, P. W., Aprisa, N., & Pulungan, A. S. S. (2024). EVALUASI BIOETIKA PRIVASI DATA DAN INTEGRITAS ILMIAH SERTA BIOSECURITY DI LABORATORIUM KOTA MEDAN. Jurnal Pendidikan Kreativitas Pembelajaran, 6(3).
- Trasmini, S. W., 2021 Buku Pegangan Keselamatan Laboratorium CRC (edisi ke - 5) . Pers CRC Furr, AK (2013). Buku Pegangan Keselamatan Laboratorium CRC (edisi ke-5). CRC Press.
- Wahyuni, I., & Prasetyo, B. (2022). Standarisasi Prosedur Operasional dalam Laboratorium Mikrobiologi sebagai Upaya Pencegahan Risiko Kontaminasi. Jurnal Teknologi Laboratorium, 8(4), 55-68.
- Wahyuni, I., & Prasetyo, B. (2022). Standarisasi Prosedur Operasional dalam Laboratorium Mikrobiologi sebagai Upaya Pencegahan Risiko Kontaminasi. Jurnal Teknologi Laboratorium, 8(4), 55-68.
- World Health Organization (WHO). (2004). Laboratory Biosafety Manual (3rd ed.). Geneva: WHO Press.
- Wulandari, S. D., Ghoida, S. N., Pangastuti, S., Ni'mah, U., Basri, F. N. A., Saifuddin, M. F., & Puspitasari, E. D. (2022). Pengelolaan Limbah Laboratorium Biologi Sma Di Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi, 6(2), 105. <https://doi.org/10.32502/dikbio.v6i2.4769>
- Zuo, K., Wu, Z., Zhao, C., & Liu, H. (2023). Risk and countermeasure of laboratory-acquired infection based on pathogen transmission routes. Biosafety and Health, 5(3), 133–137. <https://doi.org/10.1016/j.bsheal.2023.04.006>