

## MANAJEMEN K3 TERHADAP BAHAYA KERJA RISIKO TINGGI PADA LABORATORIUM KIMIA "X" POLITEKNIK MAKASSAR

Ibnul Al Jauzi Amri<sup>1\*</sup>, Putri Yanti<sup>2</sup>, Muhammad Jihan Fikri<sup>3</sup>

S1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan, Universitas Pejuang Republik Indonesia<sup>1,2</sup>,

S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Universitas Pejuang Republik Indonesia<sup>3</sup>

\*Corresponding Author : ibnulaljaui.skm.mm@gmail.com

### ABSTRAK

Laboratorium kimia di Politeknik X Makassar merupakan area kerja dengan tingkat risiko tinggi karena melibatkan penggunaan bahan kimia reaktif, peralatan laboratorium yang kompleks, serta berbagai prosedur eksperimen yang memerlukan ketelitian tinggi. Aktivitas seperti pencampuran bahan reaktif, pemanasan senyawa, distilasi, hingga penggunaan pelarut organik berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, paparan zat berbahaya, maupun kejadian kebakaran. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang dirancang untuk menggambarkan tingkat risiko kerja di laboratorium kimia. Populasi penelitian adalah seluruh instruktur laboratorium kimia yang berjumlah dua orang. Karena jumlah populasi kecil, teknik total sampling digunakan sehingga seluruh instruktur dijadikan sampel. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar observasi aktivitas kerja di laboratorium, daftar identifikasi bahaya, serta pedoman wawancara untuk menggali informasi terkait kondisi kerja, potensi bahaya, dan praktik pengendalian risiko. Data diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan seluruh responden. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa manajemen risiko laboratorium harus proaktif dan sistematis, mencakup identifikasi bahaya, pengendalian teknis dan administratif, pengawasan berkala, pelatihan sumber daya manusia, dan kepatuhan terhadap standar keselamatan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi frekuensi dan keparahan kecelakaan, tetapi juga menciptakan lingkungan kerja laboratorium yang aman, sehat, dan produktif. Berdasarkan hasil analisis, manajemen bahaya kerja di Laboratorium kimia di Politeknik X Makassar telah menerapkan beberapa langkah keselamatan, seperti penyediaan alat pelindung diri dan prosedur kerja aman. Namun, penerapan tersebut masih perlu ditingkatkan agar potensi bahaya selama praktikum dapat dicegah lebih efektif.

**Kata kunci** : identifikasi bahaya K3, manajemen K3, manajemen K3 laboratorium

### ABSTRACT

*The Chemistry Laboratory Kimia di Politeknik X Makassar is a high-risk work environment due to the use of reactive chemicals, complex laboratory equipment, and various experimental procedures that require high precision. Activities such as mixing reactive substances, heating compounds, distillation, and handling organic solvents potentially lead to occupational accidents, exposure to hazardous substances, and fire incidents. This study employed a descriptive quantitative design aimed at describing the level of occupational risk in the chemistry laboratory. The study population consisted of all laboratory instructors, totaling two individuals. Due to the small population, a total sampling technique was applied, making all instructors the research subjects. Data collection instruments included observation sheets of laboratory activities, hazard identification checklists, and interview guides to gather information on working conditions, potential hazards, and risk control practices. Data were collected through direct observation and interviews with all respondents. Overall, this study emphasizes that laboratory risk management must be proactive and systematic, encompassing hazard identification, technical and administrative controls, regular supervision, human resource training, and compliance with safety standards. Such an approach not only reduces the frequency and severity of accidents but also fosters a safe, healthy, and productive laboratory environment. Based on the analysis, risk management in the Chemistry Laboratory Kimia di Politeknik X Makassar has implemented several safety measures, including the provision of personal protective equipment and safe work procedures.*

**Keywords** : hazard identification in OHS, OHS management, laboratory OHS management

## PENDAHULUAN

Laboratorium kimia di Politeknik X Makassar merupakan area kerja dengan tingkat risiko tinggi karena melibatkan penggunaan bahan kimia reaktif, peralatan laboratorium yang kompleks, serta berbagai prosedur eksperimen yang memerlukan ketelitian tinggi. Aktivitas seperti pencampuran bahan reaktif, pemanasan senyawa, distilasi, hingga penggunaan pelarut organik berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, paparan zat berbahaya, maupun kejadian kebakaran. Setiap bahan kimia memiliki simbol bahaya yang menggambarkan sifat risikonya, meliputi korosif, mudah terbakar, mudah meledak, iritan, toksik, pengoksidasi, berbahaya, serta merusak lingkungan (Sabrina Nadillah, 2022). Kondisi ini menegaskan bahwa penerapan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang komprehensif sangat penting untuk melindungi pekerja dan mencegah kerugian akibat insiden.

Langkah pertama dalam manajemen K3 adalah melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko untuk menentukan prioritas pengendalian. Berbagai pendekatan dapat digunakan, seperti kuesioner identifikasi bahaya berbasis teknik Delphi yang efektif dalam menurunkan risiko kebakaran di laboratorium (Soltanzadeh et al., 2022), serta metode Job Safety Analysis (JSA) yang membantu menilai potensi bahaya dalam aktivitas laboratorium, misalnya risiko paparan uap kimia atau kesalahan penanganan saat titrasi (Tenda & Soeharto, 2021). Selain itu, paparan bahan kimia berbahaya seperti benzena dapat menimbulkan dampak serius terhadap kesehatan ketika ventilasi ruang tidak memadai (Rina & Rachmawati, 2022). Penilaian risiko, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, menjadi dasar dalam menentukan strategi pengendalian yang efektif dan berkelanjutan (Zhang et al., 2023). Hal ini sejalan dengan Permenaker No. 5 Tahun 2018 yang mewajibkan setiap tempat kerja menerapkan hierarki pengendalian bahaya, mulai dari eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, administrasi, hingga penggunaan alat pelindung diri (APD). Namun, berbagai laboratorium di Indonesia masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan fasilitas, minimnya pelatihan, serta rendahnya kepatuhan terhadap SOP, sehingga efektivitas pencegahan kecelakaan belum optimal (Sinurat, 2022).

Metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) terbukti mampu menurunkan tingkat risiko setelah tindakan pengendalian diterapkan (Anthony, 2020). Pemilihan APD yang tepat menjadi faktor penting, terutama untuk melindungi pekerja dari paparan bahan kimia dan partikulat. Tingkat kenyamanan APD juga perlu diperhatikan agar pekerja konsisten dalam pemakaiannya (Majchrzycka & Dąbrowska, 2022). Kepatuhan terhadap protokol keselamatan di laboratorium kimia organik turut mencegah risiko kesehatan jangka panjang, termasuk keracunan dan penyakit kronis akibat paparan bahan kimia (Yavuz, 2020). Selain bahaya kimia, laboratorium yang mengelola agen biologis juga memerlukan manajemen biosafety yang ketat. Dukungan organisasi dan kepatuhan terhadap regulasi menjadi faktor penentu keberhasilan sistem keselamatan biologis (Khablenko et al., 2021). Secara keseluruhan, upaya pengendalian bahaya di laboratorium harus dilakukan secara menyeluruh melalui penerapan SOP yang baik, penggunaan APD, penilaian risiko yang sistematis, serta penguatan budaya keselamatan untuk mengurangi potensi insiden dan meningkatkan keselamatan kerja.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengendalian bahaya kerja pada laboratorium kimia berisiko tinggi sebagai dasar untuk memperkuat sistem manajemen K3 serta merumuskan strategi pengendalian yang lebih efektif dan berkelanjutan.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang dirancang untuk menggambarkan tingkat risiko kerja di laboratorium kimia. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Politeknik X Makassar pada periode Juni hingga Agustus 2025. Populasi

penelitian adalah seluruh instruktur laboratorium kimia yang berjumlah dua orang. Karena jumlah populasi kecil, teknik total sampling digunakan sehingga seluruh instruktur dijadikan sampel. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar observasi aktivitas kerja di laboratorium, daftar identifikasi bahaya, serta pedoman wawancara untuk menggali informasi terkait kondisi kerja, potensi bahaya, dan praktik pengendalian risiko. Data diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan seluruh responden. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk menyajikan gambaran kategori risiko dan bentuk pengendalian yang diterapkan di laboratorium. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari lembaga terkait sebelum pelaksanaan, termasuk persetujuan partisipasi dari seluruh responden.

**Tabel 1. Hasil Identifikasi Bahaya Kerja di Laboratorium Kimia Politeknik X Makassar**

No	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak	L	S	Nilai	Pengendalian yang Ada	Saran Pengendalian
1	Penggunaan bahan bakar berupa spirtus	Nyala Api dari pembakara n berbahan spirtus	Kulit terbakar Terjadi kebakaran	4	4	16	Penggunaan Alat Pelindung Diri, Pemantauan rutin	Alat pembakaran yang lebih aman Penyediaan Standar Operasional Prosedur Penyediaan Alat Pemadam Api Ringan Pelatihan penanganan kegawat daruratan
2	Penggunaan etanol, aseton	Sifatnya yang mudah menguap	Dalam kondisi ruangan tertutup dapat menyebabkan terjadinya kebakaran dan ledakan, Menyebabkan iritasi pada kulit, mata dan saluran pernapasan.	4	5	20	Prosedur dilaksanakan di area <i>fume hood</i> dengan ventilasi memadai	Gunakan lemari asam atau area berventilasi baik saat bekerja dengan etanol. Jauhkan dari sumber api, percikan listrik, dan panas. Gunakan APD (Alat Pelindung Diri) seperti sarung tangan, kacamata pelindung, dan jas laboratorium. Simpan etanol di wadah tertutup rapat dan diberi label bahan mudah terbakar. Siapkan alat pemadam kebakaran (jenis CO <sub>2</sub> atau dry chemical) di area kerja.
3	Penanganan tumpahan bahan kimia	Paparan uap dari bahan kimia yang terkonsentrasi dalam ruangan	Mengalami sesak nafas, Iritasi mata dan kulit	4	4	16	Selalu kenakan <b>APD lengkap</b> , termasuk sarung tangan tahan bahan kimia, jas laboratorium, pelindung mata, dan masker jika diperlukan, sesuai sifat bahan kimia yang tumpah	Gunakan penyerap kimia (absorbent pad) atau material inert seperti pasir/zeolit untuk menyerap cairan. Bersihkan area dengan larutan pembersih yang sesuai atau netralisasi jika bahan bersifat asam/basa. Ventilasi area agar uap berbahaya hilang.

4	Pemanasan reaksi kimia dalam labu destilasi	Reaksi kimia terjadi secara tertutup dan menyebabkan adanya tekanan	Terjadinya ledakan dan menimbulkan percikan kaca..	4	5	20	APD lengkap dan tabung tahan panas	Kacamata keselamatan/face shield sarung tangan kimia yang sesuai Penutup wajah jika ada percikan Selalu di fume hood untuk pelarut berbahaya Alat pemadam sesuai kelas kebakaran (kelas B untuk cairan mudah terbakar)
5	Pembersihan tumpahan asam/basa kuat	Kulit terpapar tumpahan secara langsung	Terjadi iritasi pada kulit	4	4	16	Absorben tersedia dan APD lengkap	SOP pembersihan tumpahan dan pelatihan khusus Evakuasi area jika tumpahan besar atau menghasilkan uap pekat Penyediaan Alat pelindung diri bagi petugas pembersih Matikan sumber panas/nyala api di sekitar tumpahan
6	Pelaksanaan Reaksi Kimia pada Fume Hood dengan Ventilasi Tidak Optimal	Terakumulasi yang menguap	Iritasi saluran pernapasan, Reaksi alergi, pusing, atau sesak napas, Risiko keracunan akut pada bahan kimia	4	5	20	APD dan waktu reaksi dibatasi	Hentikan Sementara Proses Reaksi Periksa Kondisi Fume Hood Aktifkan Ventilasi Tambahan Evakuasi dan Ventilasi Ruang
7	Menyalakan atau membuka fume hood ketika reaksi sedang berlangsung	Pelepasan gas kimiawi berbahaya dan beracun	Paparan pada saluran pernafasan dan dapat menyebabkan sesak hingga keracuna, Menyebabkan iritasi pada kulit akibat reaksi kimia, Menyebabkan iritasi pada area mata	4	5	20	Sarung tangan dan pelindung wajah	Larangan membuka lemari asam saat reaksi berjalan Segera hentikan aktivitas yang berisiko Jika uap menyebar ke ruangan, buka jendela atau aktifkan exhaust tambahan. Jika terjadi tumpahan asam: taburkan $\text{NaHCO}_3$ atau $\text{Na}_2\text{CO}_3$ perlahan, serap dengan vermikulit/pasir, lalu buang ke wadah limbah.
8	Melakukan eksperimen dengan asam pekat di lemari asam yang mengalami gangguan operasional	Terjadinya penguapan kimiawi.	Menghasilkan uap yang iritatif atau korosif, Ventilasi buruk memperlambat penghilangan uap,	5	5	25	Penggunaan alat pelindung diri dan ventilasi darurat	Dilarang lakukan percobaan sebelum lemari diperbaiki Evakuasi personel dari area jika ventilasi buruk atau uap berbahaya terhirup Pastikan fume hood / lemari asam diperiksa

			Dekomposisi atau percikan asam, Uap asam korosif dapat merusak peralatan laboratorium, lemari, dan permukaan meja					teknisi sebelum digunakan kembali. Gunakan bahan penyerap inert (vermikulit, pasir, tisu kimia) setelah reaksi netral selesai.
9	Bekerja dengan pelarut organik di lemari asam yang alirannya tidak memadai	Konsentrasi gas kimiawi dalam ruangan	Terjadinya ledakan ringan, Menghasilkan uap beracun atau iritatif, Terhirup oleh pekerja, menimbulkan pusing, mual, iritasi mata/napas.	5	4	20	Penggunaan Alat Pelindung Diri dan Penyediaan ruang terbuka.	Perbaiki sistem ventilasi dan sensor gas fume hood diperiksa teknisi sebelum digunakan Kembali Bersihkan area dengan lap kering atau sedikit sabun encer, kemudian bilas area ventilasi.
10	Proses pengamatan tabung reaksi di laboratorium	Terjadinya pecahan pada tabung kaca	Iritasi pada area mata dan kulit ketika cairan kimia mengenai kulit, Uap yang dihasilkan dari proses kimia dapat mengganggu pernafasa, Pecahan tabung pemanas dapat melukai mata	4	4	16	Jaga jarak aman dan APD	Penerapan standar prosedur aman Intruksi kerja aman dengan tidak melihat langsung ke mulut tabung reaksi saat sedang berlangsung Gunakan penjepit saat tabung dipanaskan
11	Penyimpanan bahan kimia yang bersifat reaktif ddalam waktu yang lama	Tekanan meningkat dan terjadi ledakan.	Konsentrasi gas beracun, Iritasi kulit dan mata akibat gas dan bahan kimia	4	5	20	Wadah tertutup dan label tanggal disimpan	Pengecekan secara berkala Pemindahana bahan kimia sesuai prosedur SOP maksimal penyimpanan bahan kimia
12	Menangani tumpahan bahan kimia di fume hood tidak aktif	Konsentrasi uap berbahaya akan terpapar oleh petugas	Paparan uap akan menyebabkan iritasi pada mata, Menyebabkan gangguan pernafasan	4	5	20	APD digunakan dan ruangan segera dikosongkan	Aktifkan ventilasi portable SOP tumpahan darurat penanganan tumpahan baha kimia berbahaya

Hasil analisis aktivitas kerja di laboratorium Politeknik Makassar menunjukkan adanya tiga kategori bahaya dengan tingkat risiko tinggi. Kategori dengan nilai risiko 20 mendominasi, yaitu 58,33% dari total aktivitas berisiko tinggi, terutama pada kegiatan yang melibatkan penggunaan bahan kimia, yang memiliki potensi paparan zat berbahaya cukup besar. Kategori risiko 16 mencakup 33,33% dari aktivitas berisiko tinggi. Aktivitas ini umumnya terkait dengan penggunaan bahan kimia berisiko lebih rendah atau kegiatan pengamatan dan pengukuran. Meskipun tingkat risikonya lebih rendah, prosedur keselamatan dan penggunaan APD tetap diperlukan untuk mencegah paparan tidak langsung. Kategori risiko 25, meskipun hanya 8,33%, tergolong risiko ekstrem. Aktivitas ini melibatkan bahan kimia berbahaya dengan potensi cedera serius, kebakaran, atau reaksi kimia berbahaya. Pengendalian ketat dibutuhkan, termasuk SOP khusus, pelatihan, sistem ventilasi, dan penanganan darurat. Secara keseluruhan, mayoritas bahaya di laboratorium berasal dari aktivitas yang berkaitan langsung dengan bahan kimia. Temuan ini menekankan pentingnya manajemen risiko K3 laboratorium, meliputi evaluasi rutin bahan kimia, pemeliharaan APD, dan peningkatan kompetensi pekerja melalui pelatihan keselamatan secara berkala.

## PEMBAHASAN

Pentingnya mengelola kegiatan berisiko tinggi di lingkungan laboratorium digarisbawahi oleh berbagai penelitian yang menyoroti potensi bahaya dan langkah-langkah keselamatan yang diperlukan. Misalnya, analisis risiko menggunakan metode Fine Kinney mengidentifikasi 50 risiko dalam pekerjaan laboratorium, dengan 20% diklasifikasikan sebagai risiko sangat tinggi, memerlukan langkah-langkah pengendalian yang ketat dan pelatihan kesehatan dan keselamatan kerja rutin untuk personel (Vedat Karahan, 2023). Demikian pula, penelitian lain yang menggunakan Metode Matriks Tipe 5X5 L menemukan bahwa 60% dari risiko yang diidentifikasi tinggi, menekankan perlunya rencana darurat dan protokol penanganan bahan kimia yang tepat (Karahan & Aydogmus, 2023). Selain itu, bahaya spesifik seperti paparan zat berbahaya dan ventilasi yang tidak memadai dicatat, yang dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius seperti iritasi kulit dan gangguan pernafasan (Satrio & Fuadi, 2020)]. Secara keseluruhan, menerapkan protokol keselamatan terstruktur dan pelatihan berkelanjutan sangat penting untuk mengurangi risiko ini secara efektif (Efendi et al., 2020) (Бјелица et al., 2023). Kondisi ini menegaskan pentingnya penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang efektif, termasuk pengendalian teknis, administratif, dan penggunaan APD sesuai standar.

Sejalan dengan temuan tersebut, penelitian sebelumnya menegaskan bahwa Penilaian risiko sangat penting dalam pengaturan laboratorium untuk mengidentifikasi dan mengurangi potensi bahaya, dikategorikan sebagai risiko rendah, sedang, atau tinggi. Studi menunjukkan bahwa sebagian besar risiko laboratorium tinggi (60%), memerlukan tindakan pencegahan yang komprehensif, termasuk pelatihan yang ditingkatkan dalam keselamatan kerja dan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang benar (Karahan & Aydogmus, 2023)]. Di laboratorium medis, staf sering terpapar risiko biologis dari sampel infeksi, menggarisbawahi perlunya protokol keselamatan yang ketat dan kesadaran di antara personel (Han, 2022). Selain itu, kepatuhan terhadap standar biosekuriti internasional dan pelatihan berkelanjutan sangat penting untuk mengelola risiko yang terkait dengan bahan berbahaya secara efektif (Durán-Pincay, 2023). Evaluasi rutin dan pembaruan protokol keselamatan, termasuk rencana darurat dan pengelolaan limbah yang tepat, sangat penting untuk menjaga lingkungan laboratorium yang aman dan memastikan kesehatan pekerja laboratorium (Бјелица et al., 2023) (Tenda & Soeharto, 2021).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan studi Saputra & Setyawati (2025), yang menekankan pentingnya upaya pencegahan kecelakaan di laboratorium melalui identifikasi

bahaya, penilaian risiko, pelatihan keselamatan, dan kepatuhan terhadap SOP, yang terbukti dapat mengurangi frekuensi dan tingkat keparahan kecelakaan kerja. Saat ini, penanganan bahaya risiko tinggi telah dilakukan melalui penyediaan APD, pengaturan desain ruang kerja aman, dan pengawasan bahan kimia aktif. Namun, efektivitasnya masih perlu ditingkatkan melalui peralatan laboratorium berkualitas, pemantauan masa aktif bahan kimia, penghapusan bahan kimia kadaluarsa, serta pelatihan rutin bagi tenaga laboratorium. Pengawasan berkala juga sangat penting agar seluruh sumber bahaya dapat dikendalikan sejak awal.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Hakim et al. (2023), yang menyatakan bahwa laboratorium memiliki tingkat risiko signifikan sehingga penanganan bahayanya memerlukan pengaturan area kerja, penggunaan APD, dan prosedur inspeksi ketat. Penelitian lain, Jahja et al. (2025), menekankan perlunya optimalisasi lingkungan kerja laboratorium melalui sosialisasi dan pelatihan rutin, penyusunan pedoman atau prosedur yang komprehensif, serta peningkatan kepatuhan terhadap standar keselamatan. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa manajemen risiko laboratorium harus proaktif dan sistematis, mencakup identifikasi bahaya, pengendalian teknis dan administratif, pengawasan berkala, pelatihan sumber daya manusia, dan kepatuhan terhadap standar keselamatan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi frekuensi dan keparahan kecelakaan, tetapi juga menciptakan lingkungan kerja laboratorium yang aman, sehat, dan produktif.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, manajemen dalam keselamatan kerja terkait dengan bahaya kerja di Laboratorium X Politeknik Makassar telah menerapkan beberapa langkah keselamatan, seperti penyediaan alat pelindung diri dan prosedur kerja aman. Namun, penerapan tersebut masih perlu ditingkatkan agar potensi bahaya selama praktikum dapat dicegah lebih efektif. Pengawasan terhadap bahan kimia, peralatan, dan kondisi ruang kerja perlu dilakukan secara rutin, termasuk memastikan ventilasi, tata letak, dan kebersihan laboratorium tetap aman. Selain itu, pelatihan keselamatan bagi petugas laboratorium harus dilakukan secara berkala agar mereka lebih siap menghadapi risiko dan mampu menggunakan APD serta prosedur kerja dengan benar. Dengan demikian, pengelola laboratorium perlu untuk diperkuat pada aspek pengawasan dan pelatihan keselamatan secara konsisten, sehingga lingkungan kerja di Laboratorium X Politeknik Makassar menjadi lebih aman, terkendali, dan tercipta program keselamatan yang berkelanjutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, terutama kepada Kampus Politeknik X Kota Makassar, Seluruh instruktur laboratorium atas kerja sama dan informasi yang diberikan. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anthony, M. B. (2020). Identifikasi dan analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proses instalasi hydraulic system menggunakan metode HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) di PT. HPP. *Jurnal Manajemen Teknologi Sistem Industri*, 4(2). <https://doi.org/10.35194/JMTSI.V4I2.1030>

- Bjelića, M., Adamov, T., & Novačković, M. (2023). Управљање ризицима и приликама у акредитованој лабораторији за мониторинг животне и радне средине. *Zbornik Radova Fakulteta Tehničkih Nauka*. <https://doi.org/10.24867/21hz02bjelica>
- Capinera, J. L. (2021). Kajian risiko. *Block Caving – A Viable Alternative?*, 21(1), 1–9. <https://www.golder.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/>
- Durán-Pincay, Y. E. (2023). Medidas, riesgos y procedimientos de bioseguridad en laboratorios de bioanálisis en América Latina: Salvaguardando la salud y la excelencia científica. *MQR Investigar*. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.7.3.2023.255-265>
- Efendi, A., Nugroho, Y. S., & Fahmi, M. (2020). Analisis HIRA aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium motor bakar Politeknik Negeri Subang. *Jurnal Manajemen dan Numerik*, 3(1), 142–150. <https://doi.org/10.29407/JMN.V3I1.14240>
- Han, D. (2022). Tıbbi laboratuvarda biyolojik riskler, tehlikeler ve önlemler. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*. <https://doi.org/10.54862/pashid.1017522>
- Jahja, S. R., Hasili, A. S., Faizah, A. U., & Yunus, F. A. M. (2025). Optimalisasi penerapan program kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di laboratorium kimia dan mikrobiologi Poltekkes Kemenkes Gorontalo. *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan*, 6(1), 94–107. <https://doi.org/10.25077/jk3l.6.1.94-107.2025>
- Karahan, V., & Aydogmus, E. (2023). Risk analysis and risk assessment in laboratory studies. *European Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1260340>
- Majchrzycka, K., & Dąbrowska, A. (2022). Dobór środków ochrony indywidualnej do zagrożeń chemicznych i pyłowych – prezentacja internetowej bazy wiedzy. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*. <https://doi.org/10.54215/pimosp/1.113.2022>
- Nadillah, S. (2022). Pentingnya memahami bahaya bahan kimia serta simbolnya. *Jurnal Analisis Laboratorium Medik (ALM)*, 7(1), 15–22. <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/ALM/article/view/2430/2064>
- Risk analysis and risk assessment of laboratory work by Fine Kinney method. (2023). *International Journal of Advanced Science and Engineering Research*. <https://doi.org/10.59287/ijanser.788>
- Rina, D. N., & Rachmawati, S. (2022). Analisis risiko kesehatan pajanan benzene pada pekerja di laboratorium PT X. *Prepotif*, 6(1). <https://doi.org/10.31004/prepotif.v6i1.3726>
- Saputra, M. A., & Setyawati, E. (2025). Kecelakaan kerja di laboratorium logam PT X: Hazard analysis using the HIRARC method in an effort to reduce the risk. *College Journal on Food, Nutrition, Industrial, and Environmental Excellence*, 1(1), 75–82.
- Satrio, T., & Fuadi, M. R. (2020). The risk assessment of clinical pathology laboratory in Universitas Airlangga Hospital Surabaya. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 9(2), 131–141. <https://doi.org/10.20473/IJOSH.V9I2.2020.131-141>
- Soltanzadeh, A., Mohammadbeigi, A., & Heidari, H. (2022). Design and development of a hazard identification tool for laboratory fire risk assessment using Delphi technique. *International Journal of Occupational Hygiene*. <https://doi.org/10.18502/ijoh.v13i3.8412>
- Tenda, P. E., & Soeharto, F. R. (2021). Assessment of job risks in the chemical laboratory of the pharmacy study program with Job Safety Analysis (JSA) techniques. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 15(2). <https://doi.org/10.32807/JKP.V15I2.689>
- Yavuz, Ş. (2020). Organik kimya laboratuvarında kullanılan kimyasalların iş sağlığı ve güvenliği açısından zararlarının incelenmesi. <https://doi.org/10.38213/OHSACADEMY.793954>
- Zhang, M., Ichihara, G., Zhou, Z., Lou, J., & Wang, D. (2023). Editorial: Qualitative and quantitative risk assessment of hazardous substances in the workplace. *Frontiers in Public Health*. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1207487>