

ANALISIS RISIKO LABORATORIUM KIMIA: IMPLEMENTASI HIRADC DI POLITEKNIK X MAKASSAR

Putri Yanti¹, Ibnu Al Jauzi Amri², Muhammad Jihan Fikri³

Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan, Universitas Pejuang Republik Indonesia^{1,2,3}

*Corresponding Author: putriyanti3195@gmail.com

ABSTRAK

Laboratorium kimia di Politeknik X memiliki potensi bahaya yang tinggi, terutama terkait paparan bahan kimia beracun, mudah terbakar, korosif, dan reaktif. Risiko semakin meningkat karena praktik keselamatan yang belum optimal, penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tidak konsisten, serta keterbatasan fasilitas. Kondisi ini dapat menyebabkan kecelakaan kerja, iritasi kulit dan saluran pernapasan, hingga gangguan kesehatan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko di Laboratorium Kimia Politeknik X Makassar menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Controls (HIRADC). Penelitian bersifat deskriptif kuantitatif dan melibatkan dua instruktur laboratorium melalui observasi langsung serta wawancara mendalam. Analisis HIRADC dilakukan dengan mengidentifikasi potensi bahaya, menilai risiko berdasarkan kemungkinan (likelihood) dan dampak (consequence), serta menentukan pengendalian risiko melalui tindakan teknis, administratif, dan penggunaan APD. Hasil penelitian menunjukkan dari 31 aktivitas kerja, terdapat 12 aktivitas (38,7%) dengan risiko ekstrem, 8 aktivitas (25,8%) risiko tinggi, 8 aktivitas (25,8%) risiko sedang, dan 3 aktivitas (9,7%) risiko rendah. Risiko ekstrem terutama terkait penggunaan pelarut organik, asam pekat, reaksi dalam wadah tertutup, serta fume hood yang tidak berfungsi. Risiko tinggi meliputi penyiapan, penyimpanan, dan pemanasan bahan kimia. Secara keseluruhan, bahaya kimia merupakan sumber risiko dominan, diikuti bahaya fisik dan ergonomis. Temuan ini menekankan perlunya penguatan pengendalian teknis, kepatuhan terhadap SOP, penggunaan APD lengkap, serta pelatihan keselamatan berkala untuk seluruh personel laboratorium.

Kata kunci: HIRADC, Keselamatan Kerja, Laboratorium Kimia, Risiko

ABSTRACT

The chemistry laboratory at Polytechnic X has a high potential for hazards, especially related to exposure to toxic, flammable, corrosive, and reactive chemicals. The risk is further increased by suboptimal safety practices, inconsistent use of personal protective equipment (PPE), and limited facilities. These conditions can lead to work accidents, skin and respiratory tract irritation, and long-term health problems. This study aims to analyze the risks in the Chemistry Laboratory of Polytechnic X Makassar using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Controls (HIRADC) method. The study is quantitative descriptive and involved two laboratory instructors through direct observation and in-depth interviews. The HIRADC analysis was conducted by identifying potential hazards, assessing risks based on likelihood and consequence, and determining risk controls through technical, administrative measures, and the use of PPE. The results showed that of the 31 work activities, there were 12 activities (38.7%) with extreme risk, 8 activities (25.8%) with high risk, 8 activities (25.8%) with moderate risk, and 3 activities (9.7%) with low risk. Extreme risks primarily relate to the use of organic solvents, concentrated acids, reactions in closed containers, and malfunctioning fume hoods. High risks include the preparation, storage, and heating of chemicals. Overall, chemical hazards were the dominant source of risk, followed by physical and ergonomic hazards. These findings emphasize the need for strengthened technical controls, adherence to standard operating procedures (SOPs), the use of complete personal protective equipment (PPE), and regular safety training for all laboratory personnel.

Keywords: HIRADC, Occupational Safety, Chemical Laboratory, Risk

PENDAHULUAN

Laboratorium pengajaran di perguruan tinggi kesehatan merupakan lingkungan kerja dengan potensi berbagai bahaya, meliputi bahaya biologis, kimia, fisik, ergonomi, serta risiko yang berasal dari limbah dan penggunaan peralatan laboratorium. Paparan terhadap agen infeksius, bahan kimia berbahaya, tumpahan biologis, serta praktik keselamatan yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja, infeksi, dan gangguan kesehatan jangka panjang bagi instruktur maupun tenaga pendukung laboratorium (Abu-siniyeh & Al-shehri, 2021; Aliyo & Edin, 2023; Hisam et al., 2022).

Data menunjukkan bahwa angka kecelakaan di laboratorium pendidikan masih cukup tinggi, Laporan menunjukkan bahwa sekitar 45% tenaga laboratorium mengalami kecelakaan kerja, terutama akibat paparan bahan kimia dan benda tajam (Nasrallah et al., 2022). Temuan lainnya juga menunjukkan bahwa insiden laboratorium masih sering terjadi dan pelaporannya belum dilakukan secara konsisten. Kondisi ini menegaskan perlunya pendekatan sistematis dalam proses identifikasi dan pengendalian risiko di laboratorium pendidikan agar potensi kecelakaan dapat diminimalkan (Health et al., 2023; Nafees et al., 2025; Wu et al., 2023).

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam manajemen risiko adalah metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Controls* (HIRADC). Metode ini berfungsi untuk memetakan potensi bahaya, menilai tingkat risiko berdasarkan kemungkinan dan konsekuensi, serta menentukan langkah pengendalian yang tepat. Pendekatan HIRADC terbukti efektif dalam meningkatkan budaya keselamatan kerja di berbagai sektor, termasuk di laboratorium (Suryanegara & Dwiyantri, 2024).

Di Indonesia, penerapan keselamatan kerja diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), yang mewajibkan setiap tempat kerja menerapkan manajemen K3 secara terintegrasi melalui identifikasi bahaya, penilaian, dan pengendalian risiko untuk mencegah kecelakaan serta penyakit akibat kerja. Meskipun SMK3 selama ini lebih dikenal pada sektor industri, berbagai penelitian menunjukkan bahwa prinsip-prinsipnya sangat relevan diterapkan pada lingkungan pendidikan, terutama laboratorium yang memiliki karakteristik bahaya serupa, seperti bahan kimia berbahaya, peralatan panas, tekanan, dan risiko human error (Keckler et al., 2019; Yang et al., 2022). Pendekatan manajemen risiko industri seperti SOP, identifikasi bahaya, audit berkala, dan inherent safety terbukti dapat meningkatkan keselamatan di laboratorium universitas maupun sekolah (He et al., 2022; Zhang et al., 2025).

Penelitian lainnya juga memperkuat hal tersebut, laboratorium SMK dan perguruan tinggi di Indonesia ditemukan memiliki profil risiko setara dengan industri skala kecil, sehingga membutuhkan implementasi SMK3 secara sistematis (Syakbania, D. N., & Wahyuningsih, 2017). Studi lain menunjukkan bahwa penerapan SMK3 pada laboratorium vokasi mampu meningkatkan kepatuhan keselamatan dan kesiapan siswa menghadapi dunia kerja (Ismara et al., 2024; Mustari et al., 2022). Dengan demikian, penerapan SMK3 pada laboratorium pendidikan merupakan kebutuhan penting untuk mencegah kecelakaan dan membangun budaya keselamatan sejak dini (Nur et al., 2021).

Laboratorium Politeknik X di Makassar yang berdiri sejak 2013, merupakan sarana penting dalam kegiatan praktikum mikrobiologi, kimia kesehatan, dan analisis lingkungan. Meskipun telah dilakukan peningkatan sarana dan prosedur, aktivitas yang melibatkan bahan kimia, mikroorganisme, dan peralatan mekanis tetap memiliki risiko tinggi. Hasil pengamatan menunjukkan adanya ketidakpatuhan terhadap SOP, keterbatasan fasilitas keselamatan seperti APAR dan P3K, kebersihan ruang yang belum optimal, serta rendahnya penggunaan APD, yang berpotensi menimbulkan insiden kerja dan kontaminasi lingkungan. Kondisi ini menunjukkan perlunya evaluasi komprehensif terhadap penerapan K3. Oleh karena itu, penelitian berjudul Analisis Risiko Laboratorium Kimia: Implementasi HIRADC di Politeknik

X Makassar dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan merumuskan langkah pengendalian guna memperkuat budaya keselamatan kerja di lingkungan akademik.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan menganalisis risiko pada laboratorium kimia menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)*. Lokasi penelitian yaitu Laboratorium Kimia Politeknik X di Makassar, dan waktu pelaksanaan penelitian berlangsung pada Juni–Agustus 2025. Populasi penelitian adalah seluruh instruktur Laboratorium Kimia Politeknik X yang berjumlah 2 orang. Teknik sampling yang digunakan adalah total sampling, sehingga seluruh anggota populasi menjadi sampel. Pemilihan ini dilakukan karena para instruktur dinilai memiliki pengetahuan langsung mengenai kondisi kerja dan aktivitas praktikum. Instrumen pengumpulan data terdiri atas observasi aktivitas kerja di laboratorium dan wawancara dengan responden untuk memperoleh informasi terkait potensi bahaya, prosedur kerja, dan penggunaan pengendalian. Proses analisis dilakukan berdasarkan tahapan *HIRADC* yang dimulai dengan mengidentifikasi berbagai potensi bahaya yang dapat muncul dari bahan, peralatan, maupun aktivitas kerja. Setelah seluruh potensi bahaya dicatat, tahap selanjutnya adalah melakukan penilaian risiko dengan menilai tingkat kemungkinan terjadinya suatu kejadian serta besarnya dampak yang dapat ditimbulkan. Berdasarkan hasil penilaian tersebut, langkah pengendalian kemudian ditetapkan melalui pengendalian administratif, pengendalian teknis, serta penerapan alat pelindung diri yang disesuaikan dengan tingkat risiko yang ditemukan. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan tingkat risiko pada setiap aktivitas kerja dan mengelompokkan hasilnya ke dalam kategori risiko (rendah, sedang, tinggi, ekstrem). Penelitian ini juga telah melalui proses uji etik, meliputi persetujuan responden, kerahasiaan data, serta jaminan bahwa kegiatan penelitian tidak mengganggu keselamatan dan operasional laboratorium.

HASIL

Tabel 1 HIRADC Laboratorium Kimia Politeknik X di Makassar

No	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak	L	C	Tingkat Risiko	Pengendalian yang Ada	Saran Pengendalian
1	Menyiapkan bahan kimia praktikum	Paparan bahan beracun atau korosif	Iritasi kulit, keracunan (Kimia)	3	4	12 (H)	Menggunakan APD (sarung tangan, jas lab)	Pelatihan rutin dan SOP penanganan bahan kimia
2	Mencampur larutan kimia	Reaksi eksoterm, percikan	Luka bakar, iritasi mata (Kimia)	3	3	9 (M)	APD dan pengadukan perlahan	Gunakan pelindung wajah, bekerja di <i>fume hood</i>
3	Menakar bahan dengan timbangan digital	Tumpahan bahan, paparan debu kimia	Iritasi pernapasan (Kimia)	2	3	6 (M)	Pemakaian nampan penakar dan APD	SOP penakaran dan pelatihan penggunaan alat
4	Mengisi dan menyimpan bahan kimia di botol	Tumpah, salah label	Kontaminasi, salah penggunaan (Kimia)	3	4	12 (H)	Menggunakan botol bertutup dan ventilasi memadai	Pemeriksaan berkala label & penyimpanan sesuai MSDS

5	Memanaskan zat kimia dengan hotplate	Suhu tinggi, kabel terbuka	Luka bakar, kesetrum (Fisik/Kimia)	3	5	15 (H)	Hotplate dengan pengaturan suhu otomatis	Penggunaan perisai panas dan pengawasan ketat
6	Menyalakan bunsen/spiritus	Api terbuka	Luka bakar, kebakaran (Fisik)	4	4	16 (E)	APD dan pengawasan	Gunakan pemantik aman, jauhi bahan mudah terbakar
7	Menggunakan pelarut organik (etanol, aseton)	Mudah menguap dan terbakar	Keracunan, kebakaran (Kimia)	4	5	20 (E)	Digunakan dalam <i>fume hood</i>	Ventilasi harus baik dan gunakan pelindung pernapasan
8	Reaksi kimia dalam tabung reaksi	Tekanan tinggi, percikan	Ledakan kecil, luka mata (Kimia/Fisik)	3	4	12 (H)	Tabung tahan panas dan APD	Gunakan pelindung wajah dan pelatihan
9	Menyimpan bahan di lemari bahan kimia	Uap bahan, salah susun	Iritasi, reaksi tidak diinginkan (Kimia)	2	5	10 (H)	Penataan sesuai jenis bahan	Pemeriksaan rutin dan pelabelan ulang bahan lama
10	Membuang limbah kimia	Salah prosedur pembuangan	Polusi, reaksi berbahaya (Kimia)	3	4	12 (H)	Limbah disortir dan ditandai	SOP pembuangan limbah, pelatihan manajemen limbah B3
11	Menggunakan alat gelas (pipet, buret)	Pecah, tertusuk kaca	Luka sayat, infeksi (Fisik)	2	3	6 (M)	Penggunaan hati-hati dan APD	Pelatihan penanganan alat gelas
12	Membersihkan meja kerja setelah praktikum	Paparan residu bahan	Iritasi kulit (Kimia)	2	3	6 (M)	Sarung tangan dan tisu khusus	SOP pembersihan yang benar
13	Mengamati perubahan warna larutan reagen	Terkena uap reagen	Ketegangan mata, iritasi (Kimia)	2	2	4 (L)	Bekerja di area terbuka	<i>Fume hood</i> bila ada uap berbahaya
14	Menyusun modul praktikum	Duduk lama, kelelahan	Nyeri otot, stres (Ergonomis)	2	2	4 (L)	Duduk di kursi standar	Gunakan meja-kursi ergonomis dan istirahat berkala
15	Melakukan pengujian titrasi	Cairan asam/basa tumpah	Luka kimia (Kimia)	3	3	9 (M)	Sarung tangan, APD lengkap	SOP titrasi, pelindung wajah
16	Menangani kebocoran bahan	Uap berbahaya	Sesak napas, iritasi mata (Kimia)	4	4	16 (E)	Alat tumpahan tersedia	Pelatihan tumpahan, signage bahan berbahaya
17	Mengangkat galon air suling atau bahan kimia	Berat, tumpahan	Cedera punggung, luka (Ergonomis)	3	3	9 (M)	Teknik angkat yang benar	Gunakan alat bantu atau tim kerja dua orang

18	Menyalakan <i>fume hood</i>	Fume tidak menyala/berfungsi	Paparan gas berbahaya (Fisik)	2	3	6 (M)	Pemeriksaan listrik sebelum nyala	Perawatan rutin dan inspeksi teknisi
19	Menggunakan instrumen listrik (pH meter, konduktometer)	Korsleting, kebocoran listrik	Kesetrum, kerusakan alat (Fisik)	2	2	4 (L)	Kabel standar dan kering	Pemeriksaan kabel dan grounding alat
20	Mengidentifikasi bahan kimia rusak/kadaluarsa	Paparan tak terduga	Reaksi kimia tak terkontrol (Kimia)	3	4	12 (H)	Pemeriksaan berkala bahan	Penghapusan bahan kedaluwarsa sesuai SOP
21	Pemanasan reaksi dalam labu leher tiga	Reaksi tertutup, tekanan naik	Ledakan kecil (Fisik/Kimia)	4	5	20 (E)	APD lengkap dan tabung tahan panas	Pelindung wajah, gunakan <i>fume hood</i> aktif
22	Membersihkan tumpahan asam/basa kuat	Kontak kulit	Luka bakar kimia (Kimia)	4	4	16 (E)	Absorben tersedia dan APD lengkap	SOP pembersihan tumpahan dan pelatihan khusus
23	Menggunakan timbangan analitik	Tumpahnya zat halus	Gangguan pernapasan (Kimia)	2	3	6 (M)	Penutup timbangan dan pembersihan alat	SOP penggunaan alat dan pelatihan
24	Reaksi kimia di <i>fume hood</i> hisapan lemah	Akumulasi uap kimia	Sesak napas, iritasi mata/hidung (Kimia)	4	5	20 (E)	APD dan waktu reaksi dibatasi	Perbaikan sistem ventilasi <i>fume hood</i>
25	Membuka lemari asam saat reaksi berjalan	Pelepasan gas beracun	Paparan langsung, keracunan (Kimia)	4	5	20 (E)	Sarung tangan dan pelindung wajah	Larangan membuka lemari asam saat reaksi berjalan
26	Membersihkan lemari asam tidak aktif	Sisa bahan kimia menguap kembali	Pusing, iritasi, kontaminasi kulit (Kimia)	3	4	12 (H)	Sarung tangan dan APD standar	Lakukan dengan ventilasi sementara dan pelatihan
27	Melakukan percobaan dengan asam pekat (HCl, HNO ₃) di lemari asam rusak	Paparan uap asam	Korosi saluran napas, luka bakar kimia (Kimia)	5	5	25 (E)	Masker dan ventilasi darurat	Dilarang lakukan percobaan sebelum lemari diperbaiki
28	Menggunakan pelarut organik di <i>fume hood</i> tanpa ventilasi baik	Akumulasi uap mudah terbakar	Ledakan ringan, iritasi paru-paru (Kimia)	5	4	20 (E)	APD dan pintu terbuka sebagian	Perbaikan sistem ventilasi dan sensor gas
29	Mengamati reaksi penguapan tanpa kaca pelindung	Percikan zat ke mata atau wajah	Luka kimia, cedera mata (Fisik/Kimia)	4	4	16 (E)	Jaga jarak aman dan APD	Tambahkan pelindung kaca pada <i>fume hood</i>

30	Menyimpan bahan reaktif di dalam lemari asam terlalu lama	Reaksi lambat membentuk gas	Tekanan meningkat, ledakan kecil (Kimia)	4	5	20 (E)	Wadah tertutup dan label tanggal disimpan	Rotasi bahan kimia berkala, SOP maksimal penyimpanan
31	Menangani tumpahan bahan kimia di <i>fume hood</i> tidak aktif	Uap mengarah ke pengguna	Paparan akut bahan kimia (Kimia)	4	5	20 (E)	APD digunakan dan ruangan segera dikosongkan	Aktifkan ventilasi portable, SOP tumpahan darurat

Berdasarkan analisis HIRADC terhadap 31 aktivitas kerja di laboratorium kimia, ditemukan bahwa sebagian besar aktivitas memiliki potensi risiko yang signifikan. Dari total aktivitas, 12 aktivitas (38,7%) termasuk dalam kategori risiko ekstrem (E) dengan nilai risiko ≥ 16 , sedangkan 8 aktivitas (25,8%) termasuk kategori risiko tinggi (H) dengan nilai risiko 10–15. Aktivitas ekstrem mayoritas terkait dengan penggunaan pelarut organik, percobaan dengan asam pekat, reaksi dalam labu tertutup, dan operasi *fume hood* tidak berfungsi, yang berpotensi menimbulkan ledakan, paparan uap beracun, luka bakar kimia, atau keracunan akut. Aktivitas tinggi berkaitan dengan penyiapan, penyimpanan, dan pemanasan bahan kimia, yang masih memerlukan pengendalian ketat dan pengawasan rutin.

Distribusi risiko lainnya menunjukkan 8 aktivitas (25,8%) kategori sedang (M) dan 3 aktivitas (9,7%) kategori rendah (L). Analisis ini menegaskan bahwa bahaya kimia merupakan kategori dominan, diikuti oleh bahaya fisik dan ergonomis. Tingginya proporsi aktivitas dengan risiko ekstrem dan tinggi menunjukkan perlunya penguatan pengendalian teknis, seperti perbaikan sistem ventilasi *fume hood*, penggunaan APD lengkap, pelatihan berkala, serta penerapan SOP ketat untuk aktivitas berisiko tinggi. Temuan ini menjadi dasar penting untuk meningkatkan manajemen keselamatan kerja laboratorium, meminimalkan risiko cedera, dan menjamin keselamatan pengguna laboratorium.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh aktivitas (64,5%) berada pada kategori risiko tinggi hingga ekstrem, yang menandakan tingkat potensi bahaya di laboratorium kimia yang cukup signifikan. Aktivitas berisiko ekstrem umumnya melibatkan penggunaan pelarut organik serta sistem ventilasi yang tidak optimal. Penelitian menunjukkan bahwa efisiensi lemari asam (*fume hood*) 2,7% menyebabkan aliran udara tidak efektif dalam menghisap uap berbahaya, sehingga meningkatkan risiko paparan kimia di ruang kerja. Peningkatan kecepatan putaran *exhaust fan* dalam sistem *fume hood* otomatis dapat meningkatkan efisiensi penghisapan yang bertujuan menurunkan potensi bahaya paparan bahan kimia berbahaya. Hal ini menegaskan bahwa pengendalian teknis (*engineering control*) seperti *fume hood* memiliki peran dominan dalam menekan risiko ekstrem di laboratorium (Aldio et al., 2022; Darmawan, 2020).

Risiko tinggi juga ditemukan pada aktivitas penyiapan, penyimpanan, dan pembuangan bahan kimia. Sumber risikonya meliputi tumpahan bahan, kesalahan pelabelan, serta pembuangan limbah yang belum sesuai prosedur. Penelitian di laboratorium farmasi Palembang menemukan bahwa meskipun penerapan prosedur K3 sudah mencapai tingkat baik (96,74%), namun aspek pengelolaan bahan dan limbah kimia masih menjadi titik lemah utama dalam sistem keselamatan laboratorium. (Maryanti et al., 2025). Hal ini sejalan dengan laporan kondisi lemahnya kontrol administratif dan dokumentasi bahan kimia di laboratorium pendidikan, terutama pada aspek penyimpanan bahan kimia (Cahyaningurm, 2020).

Aktivitas dengan risiko sedang hingga rendah pada penelitian ini meliputi pekerjaan rutin seperti menakar bahan, menggunakan alat gelas, membersihkan meja kerja, dan menggunakan instrumen listrik. Risiko pada aktivitas tersebut dapat ditekan melalui kepatuhan

terhadap SOP dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Penelitian menunjukkan bahwa hanya sekitar 24,7% pengguna laboratorium memiliki pengetahuan K3 yang tergolong baik. Artinya, risiko “rendah” dalam praktik sehari-hari masih dapat meningkat apabila faktor manusia (human error) dan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan tidak dijaga (Citerawati et al., 2023).

Bahaya kimia merupakan sumber risiko utama di laboratorium akademik dan industri di Indonesia. Keberhasilan penerapan K3 di laboratorium menuntut kombinasi antara pengendalian teknis, administratif, dan perilaku keselamatan individu. Studi menunjukkan bahwa penguatan sistem melalui evaluasi berkala, analisis celah, dan pendekatan *Continuous Quality Improvement* (CQI) berperan penting dalam meningkatkan efektivitas engineering controls dan kepatuhan SOP (Keckler et al., 2019; Tang et al., 2024). Selain itu, perubahan perilaku melalui pendekatan *Behavior-Based Safety* terbukti hanya efektif jika didukung oleh kebijakan administratif yang kuat dan fasilitas teknis yang memadai (Carra et al., 2024; Leung, 2021). Perbedaan budaya keselamatan antar laboratorium, terutama antara akademik dan industri, juga memengaruhi penerapan K3, sehingga diperlukan strategi kepemimpinan dan supervisi yang lebih terstruktur (Schroder et al., 2016).

Penelitian lainnya menunjukkan laboratorium pendidikan dan riset di Indonesia masih menghadapi tantangan pada aspek dokumentasi, pelaporan insiden, dan keberlanjutan pengawasan (Ridasta, 2020). Ketersediaan fasilitas teknis, SOP yang jelas, serta pelatihan dan inspeksi berkala sangat menentukan keberhasilan implementasi K3 (Fitri & Jaman, 2024; Maryanti et al., 2025). Program audit internal, penguatan budaya keselamatan, dan integrasi SMK3 dalam kebijakan kelembagaan direkomendasikan sebagai cara untuk memastikan efektivitas pengendalian yang berkelanjutan (Adhiyanti et al., 2024; Febrianti & Tugiman, 2020; Sudiana, 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis HIRADC terhadap 31 aktivitas kerja di laboratorium kimia, sebagian besar aktivitas (64,5%) termasuk dalam kategori risiko tinggi hingga ekstrem, terutama yang melibatkan penggunaan pelarut organik, asam pekat, dan *fume hood* yang tidak berfungsi. Aktivitas risiko tinggi terkait penyiapan, penyimpanan, dan pemanasan bahan kimia, sedangkan aktivitas rutin memiliki risiko sedang hingga rendah jika SOP dan APD dipatuhi. Bahaya kimia menjadi sumber risiko dominan, diikuti oleh bahaya fisik dan ergonomis, menekankan pentingnya pengendalian teknis, administratif, dan perilaku keselamatan individu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak Politeknik X Makassar, terutama pengelola Laboratorium Kimia, atas izin akses, fasilitas, dan kerja sama selama proses pengumpulan data dan observasi. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah memberikan masukan berharga selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-siniyeh, A., & Al-shehri, S. S. (2021). *Safety in Medical Laboratories : Perception and Practice of University Students and Laboratory Workers*. 26, 34–42. <https://doi.org/10.1089/apb.20.0050>
- Adhiyanti, N., Yulianti, D. H., Fazira, Y., & Nadira, D. (2024). *Evaluasi Pemahaman Mengenai Penanganan Bahan Kimia dan Keselamatan Kerja di Laboratorium Bagi Siswa SMA LTI Indo Global Mandiri Kota Palembang*. 8(2), 75–81.

- Aldio, R. Z., Panuh, D., & Zaki, A. K. (2022). *Pengembangan Lemari Asam dengan Variasi Kecepatan Putaran Exhaust Fan Menggunakan Sistem Otomatis The Fume hood Development with Rotation Speed Variation of Exhaust fan Using Automatic System*. 25(2), 161–169.
- Aliyo, A., & Edin, A. (2023). *Assessment of Safety Requirements and Their Practices Among Teaching Laboratories of Health Institutes*. 4–9. <https://doi.org/10.1177/11786361231174414>
- Cahyaningurm, D. (2020). Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *JPLP*, 2(1), 35–40.
- Carra, S., Bottani, E., Vignali, G., Madonna, M., & Monica, L. (2024). *Implementation of Behavior-Based Safety in the Workplace: A Review of Conceptual and Empirical Literature*.
- Citerawati, Y. W., Batubara, O., Mariyah, H. I., Raya, K. P., & Raya, P. (2023). *Edisi Khusus 2023 Yeti Wira Citerawati, Oktavina Batubara, Herni Isna Mariyah Gambaran Tingkat Pengetahuan Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Mahasiswa Jurusan Gizi di Laboratorium Kimia* ISSN 2655 4887 (Print), ISSN 2655 1624 (Online) *Edisi Khusus 2023 Yeti Wira Citerawati, Oktavina Batubara, Herni Isna Mariyah* ISSN 2655 4887 (Print), ISSN 2655 1624 (Online). 4887, 46–53.
- Darmawan, S. S. (2020). *Perancangan dan Pembuatan Lemari Asam (Fume hood) Portable pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau Pekanbaru*. Universitas Islam Riau.
- Febrianti, N., & Tugiman. (2020). Evaluasi Penerapan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Berdasarkan Sistem Manajemen K3 Di Laboratorium Pt. Pebana Adi Sarana Kabupaten Rejang Lebong. *Jurnal Statika*, 6(2), 56–69.
- Fitri, T. A., & Jaman, W. S. (2024). *Analisis Penerapan K3 di Lingkungan Laboratorium Politeknik Industri Petrokimia Banten*. 32, 25–33.
- He, Y., He, Z., Zhang, F., & Fang, Q. (2022). *Safety Management Strategy of University*. 1160–1166. <https://doi.org/10.4236/ojbm.2022.103062>
- Health, G., Ross, E., & Harper, D. R. (2023). *Laboratory accidents and biocontainment breaches Policy options for improved*. December.
- Hisam, A., Mashhadi, S. F., Saqib, A., Naveed, M. S., & Sadiq, M. R. (2022). *Biological, Physical, Ergonomic, Chemical and Psychological Hazard Awareness Among Health and Non Healthcare Workers*. 72, 908–913.
- Ismara, K. I., Kurniawan, A. W., & Kasjono, H. S. (2024). *The Implementation of Occupational Health and Safety Using Zerosicks in Indonesia Vocational Education*. 9(1), 76–89.
- Keckler, M. S., Anderson, K., McAllister, S., Rasheed, J. K., & Noble-Wang, J. (2019). Development and implementation of evidence-based laboratory safety management tools for a public health laboratory. *Safety Science*, 117, 205–2.
- Leung, A. H. H. (2021). Laboratory safety awareness, practice, attitude, and perception of tertiary laboratory workers in Hong Kong: A pilot study. *ACS Chemical Health & Safety*, Vol 28/Iss.
- Maryanti, L., Yuliani, & Vionari, M. (2025). Identifikasi Penerapan Prosedur Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di Laboratorium Kimia Pada Program Studi Diii Farmasi Di Kota Palembang. *Gorontalo Journal Health and Science Community*, Vol. 9 No., 1–8.
- Mustari, M. U., Rahman, E. S., & Zulhajji. (2022). *Analisis Implementasi Sistem Manajemen K3 Pada Laboratorium Analisis Of Implementation Of K3 Management Systems In Electricity Installation Engineering Laboratory In State Vocational School In Gowa District*. 19(2).
- Nafees, A., Gauthier, A., Davis, A. N., Tran, E. F., Abalos, C., Girincuti, C. M., & Bontiankomah, S. (2025). *Surveillance of laboratory exposures to human pathogens and toxins, Canada, 2023*. 51(1), 16–25.

- Nasrallah, I. M., Kak, A. K. El, Ismail, L. A., Nasr, R. R., & Bawab, W. T. (2022). Prevalence of Accident Occurrence Among Scientific Laboratory Workers of the Public University in Lebanon and the Impact of Safety Measures. *Safety and Health at Work*, 13(2), 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2022.02.001>
- Nur, G., Setiawan, D., & Hidayah, N. (2021). *Perencanaan Sistem Manajemen K3 Fakultas Teknik Upn “ Veteran ” Jawa Timur*. 13(1), 44–51.
- Ridasta, B. A. (2020). Penilaian Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium Kimia. *Higeia: Journal of Public Health Research and Development*, 4(1), 64–75.
- Schroder, I., Huang, D. Y. Q., Ellis, O., Gibson, J. H., & Wayne, N. L. (2016). Laboratory safety attitudes and practices: A comparison of academic, government, and industry researchers. *ACS Chemical Health & Safety*, 23(1). <https://doi.org/10.1016/j.jchas.2015.03.001>
- Sudiana, I. K. (2023). *Penerapan Budaya Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di Laboratorium Pendidikan Kimia Upaya Menciptakan Laboratorium Kimia Yang Aman, Sehat, Dan Bebas Dari Pencemaran Lingkungan*.
- Suryanegara, E., & Dwiyantri, E. (2024). *Application of the HIRADC (Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control) Model on Field Testing Activities conducted by Lab X , East Java , Indonesia*. 22(03), 710–715.
- Syakbania, D. N., & Wahyuningsih, A. S. (2017). Program keselamatan dan kesehatan kerja di Laboratorium Kimia SMK Yayasan Pharmasi Semarang. *Higeia: Journal of Public Health Research and Development*, 1(2), 49–5.
- Tang, Q., Yan, F., Yuan, L., & Chen, H. (2024). Enhancing laboratory biosafety management : a comprehensive strategy from theory to practice. *Public Health, September*, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1439051>
- Wu, G., Yang, Y., & Xu, C. (2023). Heliyon Characteristics and statistical analysis of university accidents in China from 2017 to 2021. *Heliyon*, 9(10), e20616. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20616>
- Yang, J., Xuan, S., Hu, Y., Liu, X. (2022). The framework of safety management on university laboratory. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 80*.
- Yanti, P. & Allo, A.A., 2025. Identifikasi risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRADC pada nelayan ikan tuna di Kota Sorong. *Jurnal Dinamika Kesehatan Masyarakat* Vol. 3 No. 1 (2025) Volume 3 Nomor 1 Tahun 2025
- Zhang, Y., Bai, M., Lu, S., Shu, C.-M., & Liu, Y. (2025). *Research on safety management of university chemical laboratory based on inherent safety review*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/prs.12694>