

IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RISIKO LABORATORIUM KIMIA UKRI DENGAN METODE HIRADC

Erika Herliana^{1,2}

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

²Program Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret

E-mail: erikaherliana@ukri.ac.id

ABSTRAK

Laboratorium kimia merupakan tempat yang rentan terhadap berbagai bahaya jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan bagi pengguna Laboratorium Kimia di Universitas Kebangsaan Republik Indonesia (UKRI). Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif yaitu dengan menerapkan HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) dengan data yang diperoleh berasal dari hasil observasi dan wawancara. Identifikasi bahaya ini ditinjau berdasarkan pengguna laboratorium, penyimpanan alat dan bahan serta tata letak ruangan laboratorium. Berdasarkan hasil identifikasi bahaya di Laboratorium Kimia UKRI, didapatkan temuan 7 risiko sedang, dan 1 risiko rendah. Temuan tersebut juga digolongkan menjadi bahaya fisik sebanyak 75% dan bahaya kimia sebanyak 25%. Pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan alat pelindung diri (APD) termasuk langkah-langkah yang disajikan dalam penelitian ini. Langkah-langkah pengendalian dan tindakan pencegahan dapat diterapkan untuk meningkatkan aspek keselamatan dan kesehatan di laboratorium.

Kata Kunci: laboratorium, bahaya, HIRADC

ABSTRACT

Chemical laboratories are vulnerable to various hazards if not managed properly. This study aims to identify potential hazards that may threaten the health and safety of users in the Chemical Laboratory at the National University of the Republic of Indonesia (UKRI). The research uses a descriptive quantitative method by applying HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) with data obtained from observations and interviews. Hazard identification is reviewed based on laboratory users, storage of tools and materials, and laboratory room layout. Based on the hazard identification results in the UKRI Chemical Laboratory, 7 moderate risks and 1 low risk were found. These findings are categorized into 75% physical hazards and 25% chemical hazards. Engineering controls, administrative controls, and personal protective equipment (PPE) are among the measures presented in this study. Control measures and preventive actions can be applied to enhance safety and health aspects in the laboratory.

Keyword: laboratory, hazard, HIRADC

PENDAHULUAN

Salah satu sarana pendidikan yang dapat dijadikan tempat pelatihan adalah laboratorium. Mahasiswa memperoleh pemahaman konsep melalui observasi dan eksperimen. Pengguna laboratorium akan menghadapi berbagai risiko selama pengoperasiannya yang dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan serta lingkungan sekitar. Penggunaan alat-alat dan bahan kimia berbahaya, kurangnya keahlian dan pengalaman praktis ditambah dengan ketidaktahuan akan prinsip-prinsip keselamatan dan kesehatan kerja merupakan penyebab utama terjadinya kecelakaan kerja.

Laboratorium Kimia UKRI digunakan mahasiswa untuk mengenalkan bahan, alat, dan melakukan percobaan bahan kimia. Berdasarkan studi

pendahuluan yang peneliti lakukan kepada analis laboratorium dan mahasiswa insiden yang terjadi pada saat penggunaan laboratorium yaitu tumpahan bahan kimia, penggunaan bahan kimia pekat yang tidak di ruang asam dan pecahnya peralatan kimia yang digunakan. Penilaian risiko yang cermat dan identifikasi bahaya diperlukan untuk menghentikan kecelakaan kerja semacam ini. Prosedur-prosedur ini penting untuk manajemen keselamatan laboratorium kimia. Menjaga keselamatan dan melaksanakan eksperimen secara efektif memerlukan kesadaran menyeluruh terhadap risiko dan bahaya mendasar di laboratorium kimia. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko merupakan prasyarat penting untuk menciptakan praktik kerja yang aman dan menerapkan mekanisme pengendalian yang sesuai.

Dengan memiliki kesadaran menyeluruh terhadap risiko dan bahaya yang terkait dengan tindakan pencegahan dan keselamatan yang efektif di laboratorium, dapat diterapkan untuk memperbaiki kondisi kerja dan menjadikannya aman dan produktif (Solichin & Painem, 2022). Di laboratorium kimia, keselamatan adalah hal yang paling penting. Identifikasi dan evaluasi bahaya merupakan langkah pertama yang penting dalam mencapai tujuan ini. Penelitian ini berupaya menjaga kesehatan dan keselamatan semua orang yang terlibat dalam operasi laboratorium dengan memberikan informasi menyeluruh tentang identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan menggunakan metode HIRADC dan memberikan rekomendasi berupa upaya-upaya dapat dilakukan guna mengurangi tingkat risiko yang bisa terjadi dalam rangka meningkatkan keselamatan dan kesehatan para pengguna Laboratorium Kimia UKRI di masa yang akan datang.

TINJUAN PUSTAKA

Laboratorium Pendidikan Tinggi

Laboratorium adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan/atau pengabdian kepada masyarakat. (PERMENPAN No. 3 Tahun 2010).

Berdasarkan peraturan tersebut, Laboratorium Kimia UKRI merupakan laboratorium pendidikan tinggi yang termasuk dalam kategori III, yaitu laboratorium bidang keilmuan yang terdapat di jurusan atau program studi, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan pendidikan, dan penelitian mahasiswa dan dosen.

Jenis-Jenis Bahaya di Laboratorium

Bahaya memiliki beberapa jenis atau kategori. Seperti yang dijelaskan (Hakim dkk, 2023) bahwa jenis-jenis bahaya diklasifikasikan dalam beberapa jenis, yaitu bahaya, kimia, fisik, dan biologi.

Bahaya Kimia

Bahaya kimia ini meliputi semua bentuk materi kimiawi. Bahan kimia ini jika tidak digunakan dengan semestinya akan dapat menimbulkan insiden, kecelakaan, hingga kerusakan lingkungan. Bahan kimia ini dari segi bahayanya dapat dikelompokkan sebagai berikut: bahan kimia mudah terbakar dan meledak (bahan bakar minyak dan LPG), bahan kimia reaktif terhadap air (*Methyl IsoCyanate* atau asam), bahan kimia korosif atau yang menimbulkan iritasi (Asam Sulfat, *Caustic Soda*), bahan kimia beracun (logam berat, H₂S), bahan kimia karsinogen yang dapat menyebabkan kanker (benzena), dan bahan kimia oksidator yang memperhebat pembakaran.

Bahaya Fisik

Meliputi bentuk energi fisik meliputi kebisingan, getaran laser, radiasi, suhu atau kelembaban ekstrim, getaran laser, momentum, tekanan, getaran laser, listrik dan gravitasi (Fauzi dkk, 2021).

Bahaya Biologi

Merupakan bahaya dalam bentuk makhluk hidup selain manusia yang dapat menimbulkan kerugian bagi manusia. Misalnya nyamuk, serangga, jamur, bakteri, virus, parasit, harimau dan lain-lain (Indarwati dkk, 2020).

HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*)

Metode HIRADC menggunakan urutan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko dengan rincian sebagai berikut:

Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya yang dihadapi dihadapi para pekerja saat melakukan pekerjaan, pada semua kondisi, tempat kerja, peralatan dan semua ruang lingkup organisasi. Bahaya-bahaya ini harus ditemukan sebelum menyebabkan kecelakaan dan merugikan bagi pekerja maupun perusahaan. Identifikasi bahaya dilakukan dengan melakukan wawancara, pengamatan, dan melihat riwayat data (Widyastuti dkk, 2019).

Penilaian Risiko

Tahapan ini dilakukan setelah menemukan potensi bahaya dari tahap identifikasi bahaya untuk ditentukan *risk level* dari bahaya tersebut. Penentuan tingkat risiko ini dibedakan menjadi kecil, sedang, besar, dan dapat diabaikan. Hasil

identifikasi dan penilaian risiko kemudian dimasukkan ke dalam matriks penilaian. Matriks penilaiannya bisa berdasarkan standar acuan yang ada. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung risiko:

$$\text{Risiko (R)} = \text{Kemungkinan (L)} \times \text{Keparahan (S)}$$

Tabel 1 Tingkat Kemungkinan Risiko

Kemungkinan (L)	Keterangan	Skor
Kemungkinan Besar	Hasil yang paling mungkin jika bahaya terjadi.	5
Mungkin	Memiliki peluang besar untuk terjadi dan tidak luar biasa.	4
Dipertimbangkan	Mungkin terjadi di waktu yang akan datang.	3
Jauh Sekali	Belum diketahui terjadi setelah bertahun-tahun.	2
Hampir Tidak Mungkin	Tidak mungkin terjadi atau belum pernah terjadi.	1

Kemungkinan (L) mengacu pada pada kemungkinan terjadinya bahaya tertentu, dan keparahan (S) mengacu pada konsekuensi dari kejadian berbahaya tertentu. **Tabel 1** menunjukkan tingkat kemungkinan risiko.

Tabel 2 Kategori Keparahan Bahaya

Keparahan (S)	Keterangan	Skor
Bencana	Banyak korban jiwa, kerusakan yang tidak dapat pulih.	5
Fatal	Sekitar satu kematian dan kerusakan besar jika bahaya terjadi.	4
Serius	Cedera, kecacatan permanen.	3
Kecil	Cedera yang mengganggu tetapi tidak permanen.	2
Dapat Diabaikan	Luka kecil, memar, sayatan	1

Tabel 2 menunjukkan berbagai kategori keparahan bahaya (S), umumnya digunakan sebagai panduan untuk mengembangkan matriks analisis bahaya atau penilaian risiko.

Tabel 3 Matriks Risiko

		S				
L	1	2	3	4	5	
5	5	10	15	20	25	
4	4	8	12	16	20	
3	3	6	9	12	15	
2	2	4	6	8	10	
1	1	2	3	4	5	

Keterangan:

Tinggi Sedang Rendah

Tabel 3 menunjukkan nilai risiko yang ditentukan menggunakan persamaan perhitungan risiko yang direpresentasikan dalam grafik matriks dua dimensi. Grafik matriks risiko mengategorikan risiko sebagai tinggi, sedang, atau rendah (Wahab et al., 2022). Risiko tinggi memerlukan tindakan segera untuk mengendalikan bahayanya, sedangkan risiko sedang memerlukan pendekatan terencana untuk pengendalian, kadang diperlukan langkah sementara. Di sisi lain, risiko rendah mungkin dapat diterima dan tidak memerlukan tindakan segera.

Penetapan Pengendalian (*Determining Control*)

Pengendalian ini dilakukan dari risiko yang levelnya paling tinggi. Pengendalian risiko ini dilakukan dengan mengurangi kemungkinan (*reduce likelihood*) dan mengurangi tingkat keparahan (*reduce sequence*). Pengendalian juga dapat dilakukan dengan mengalihkan risiko seluruhnya atau sebagian (*risk transfer*) atau menghindari dari risiko (*risk avoid*). Pengendalian risiko dilakukan berdasarkan hirarki kontrol, yaitu eliminasi, substitusi, *engineering control*, *administrative control*, dan APD. Untuk bahaya yang tingkat keparahannya *moderate*, *high*, dan *extremely high* harus dilakukan tindakan lebih lanjut (Ilmi, et al., 2023).

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif menggunakan metode HIRADC, langkah pertama yang dilakukan yaitu observasi terlebih dahulu kemudian dilakukan analisis data dimulai dari mengidentifikasi kegiatan-kegiatan dan juga kondisi lapangan secara detail yang berpeluang atau berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja yang kemudian dilakukan penilaian risiko dan menentukan tingkat risiko pada Laboratorium Kimia UKRI.

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini dengan mengidentifikasi dan mengumpulkan data observasi dan menganalisis resiko dan menilai risiko. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini melalui observasi dan wawancara. Observasi yang dilakukan yaitu dengan pengamatan langsung terhadap Laboratorium Kimia UKRI. Wawancara yang dilakukan yaitu untuk mendapatkan informasi secara langsung dengan cara melakukan tanya jawab pada pihak terkait yaitu pada Analis

Laboratorium dan kepada tiga orang mahasiswa Teknik Lingkungan sebagai praktikan yang belajar di laboratorium tersebut.

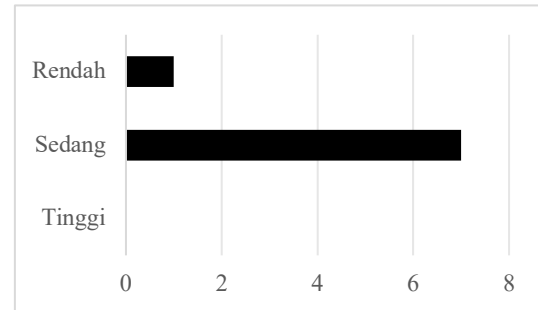
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Laboratorium merupakan tempat kerja yang memiliki potensi sumber bahaya yang dapat menimbulkan resiko terjadinya gangguan keselamatan dan kesehatan kerja, seperti kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja (PAK). Faktor-faktor terjadinya resiko bahaya sering diakibatkan dari tidak pahamnya prosedur, ketidaksesuaian APD, kelalaian, dan ketidaktahuan sifat suatu bahan kimia.

Akibat dari kelalaian yang pernah terjadi saat praktikum berdasarkan hasil wawancara yaitu kesalahan dalam memasukan larutan. Hal tersebut dapat terjadi karena kurangnya ketelitian sehingga menyebabkan kesalahan pada saat praktikum. Hal tersebut dapat di minimalisir yaitu dengan membaca terlebih dahulu cara kerja yang akan digunakan serta kembali memastikan setiap pekerjaan apakah sudah seuai dengan cara kerja yang tertera pada laporan.

Berdasarkan hasil penelitian yang tertera pada **Tabel 4**, terdapat beberapa potensi bahaya di Laboratorium Kimia UKRI, di antara bahaya fisik dan bahaya kimia. Identifikasi bahaya dengan

metode HIRADC berisikan 8 temuan risiko yang ada pada Laboratorium Kimia UKRI dengan risiko sedang dan 1 risiko rendah seperti tampak pada **Gambar 1**. Dari temuan tersebut juga dapat digolongkan menjadi 75% bahaya fisik dan 25% bahaya kimia seperti tampak pada **Gambar 2**.



Gambar 1 Tingkat Risiko Bahaya di Laboratorium Kimia UKRI

Sumber bahaya yang berasal dari bahan kimia berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, yaitu pernah terjadi kecelakaan kerja di Laboratorium Kimia UKRI, yaitu terjadinya tumpahan bahan kimia sehingga terkena sepatu yang menyebabkan sepatu berlubang. Hal tersebut karena tumpahan bahan kimia dengan konsentrasi yang pekat saat pemindahan larutan dari ruang asam menuju meja kerja.

Tabel 4. Identifikasi Bahaya Menggunakan Metode HIRADC

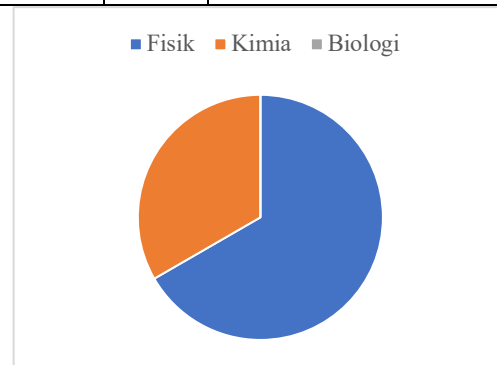
No.	Jenis Kegiatan, Area, Aktivitas	Sumber Bahaya	Potensi Bahaya	L	S	Tingkat Risiko	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1	Ruang laboratorium bersatu dengan tempat penyimpanan alat	Fisik	Tersandung	2	3	6	Sedang	Merapihkan dan menata barang-barang yang ada di laboratorium, memperluas ruangan alat, membuat ruangan khusus unuk penimbangan
2	Ruang alat dan ruang bahan kurang rapi	Fisik	Alat laboratorium pecah	2	3	6	Sedang	Bahan-bahan praktikum disimpan di lemari khusus
3	Wastafel pencucian sempit	Fisik dan kimia	Terkena percikan limbah dan alat pecah	2	3	6	Sedang	Melakukan pemindahan terhadap alat-alat di sekitar wastafel. Memperbaiki wastafel sebelahnya agar bisa digunakan kembali.
4	Meja kerja yang melebihi kapasitas	Fisik dan kimia	Larutan dapat tumpah dan alat laboratorium pecah	3	4	12	Sedang	Memindahkan semua peralatan ke ruang alat, memindahkan semua buku ke gudang atau mengembalikan ke pemiliknya.
5	Kondisi lemari meja kerja kurang baik		Terganggu, mengganggu aktivitas kerja, dan menyebabkan luka sayatan	3	4	12	Sedang	Memperbaiki pintu lemarnya dengan menambahkan kunci/slot dan mengganti triplek yang sudah mulai terlepas pada pintu lemari.

6	Kondisi ruang asam yang terbatas	Fisik	Luka kerusakan jaringan kulit	3	4	12	Sedang	Menata barang-barang baik yang ada didalam ruang maupun yang berada didepan ruangan asam.
7	Penggunaan bahan kimia	Kimia	Larutan kimia dan terhirup atau tertelan bisa menyebabkan berbagai penyakit	3	2	6	Sedang	Penggunaanya diruang asam dengan kondisi yang baik, menggunakan APD yang lengkap dan memahami setiap bahan yang akan digunakann pada setiap pratikum.
8	Tidak adanya APAR	Fisik	Api membesar dan praktikan bisa terkena luka bakar	1	5	5	Rendah	Penyediaan APAR

Selain itu bahan-bahan kimia yang berada di laboratorium tentunya mempunyai konsentrasi dan karakteristik yang berbeda-beda. Semakin tinggi/semakin pekat konsentrasi suatu bahan kimia maka akan semakin berbahaya sehingga diperlukan perlakuan yang ketat.

Berdasarkan **Tabel 4** penggunaan bahan kimia menunjukkan resiko yang sedang karena dapat menyebabkan PAK seperti HCl. Zat ini dapat menyebabkan batuk, tersedak, radang tenggorokan, hidung, dan saluran pernafasan bagian atas, serta edema paru-paru jika terhirup. Selain itu, zat ini dapat menyebabkan kegagalan peredaran darah, dan kematian. Jika tertelan, zat ini dapat menyebabkan luka bakar pada mulut dan kerongkongan, dan saluran pencernaan, mual, muntah, dan diare. Jika kontak dengan kulit, zat ini dapat menyebabkan kemerahan, nyeri, dan luka bakar pada kulit. Jika kontak dengan mata, zat ini dapat menyebabkan iritasi, kebutaan, dan luka bakar pada mata.

Selain itu ada NaOH, jika kontak dengan mata, zat ini dapat menyebabkan mata terbakar dan kerusakan pada kornea. Jika kontak dengan kulit, zat ini dapat menyebabkan ruam kulit, kulit dingin, dan lembap dengan sianosis atau warna pucat, dan kulit terbakar. Lalu H₂SO₄, jika terhirup, zat ini dapat menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan serta mengganggu paru-paru. Jika terkena mata, zat dapat menimbulkan luka yang parah dan kebutaan. Jika terkena kulit, zat ini dapat menyebabkan luka, iritasi (gatal-gatal), dan kerusakan pada jaringan (melepuh atau luka bakar pada kulit). Jika tertelan, zat ini bersifat beracun.



Gambar 2 Jenis Potensi Bahaya di Laboratorium Kimia UKRI

Selain itu pernah juga terjadi penggunaan bahan kimia larutan buffer pH 10 dan pH 12 tidak di ruang asam, melainkan di meja kerja. Meskipun pada saat pengambilan larutan tersebut dekat dengan pintu masuk dan dalam keadaan *exhaust fan* yang menyala tetapi tetap menyebabkan bau yang menyengat. Sehingga upaya yang bisa dilakukan untuk meminimalisir dampak yang terjadi akibat penggunaan bahan kimia khususnya dengan konsentrasi yang tinggi/pekat yaitu dengan melakukan pengambilan bahan kimia di ruang asam dalam kondisi yang baik, penggunaan alat ukur seperti pipet ukur/pipet gondok yang di tutup dengan tabung reaksi agar larutan sisa yang menempel pada alat tidak tercecer ke lantai, dan langkah yang bisa dilakukan selanjutnya yaitu dengan memahami setiap karakteristik bahan yang akan digunakan selama praktikum serta menggunakan APD yang lengkap dan dalam kondisi yang baik. Contohnya APD yang harus digunakan ketika penggunaan bahan kimia di ruang asm yaitu kacamata *google*, masker, sarung tangan latex, jas lab, dan sepatu tertutup.

Berdasarkan hasil wawancara juga di peroleh bahwa pernah terjadi pecahnya alat dan lampu spiritus. Pecahnya alat tentunya dapat

menyebabkan bahaya fisik seperti luka goresan/sayatan dan tumpahan spirtus juga berbahaya terlebih lagi jika berkontak dengan api, mengingat keadaan lab kimia yang tentunya banyak bahan-bahan berbahaya dan tidak adanya APAR. Upaya yang bisa dilakukan yaitu terus berhati-hati setiap praktikum berlangsung, selalu memperhatikan kondisi laboratorium dan pengadaan APAR.

Berdasarkan hasil observasi menunjukkan kondisi laboratorium kimia masih kurang sesuai seperti terlalu sempit dan sesak. Penyimpanan barang tidak tertata dengan baik menyulitkan mahasiswa yang sedang melangsungkan praktikum terutama saat pencucian alat di wastafel. Pada meja kerja yang terdapat dengan tumpukan buku sehingga dapat menyebabkan praktikum terbatas. Berdasarkan ukuran laboratorium, kondisi tersebut masih kurang untuk dapat menampung mahasiswa yang melakukan praktikum sehingga harus dilakukan secara *shifting*. Pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan alat pelindung diri (APD) termasuk langkah-langkah yang disajikan dalam penelitian ini. Langkah-langkah pengendalian dan tindakan pencegahan dapat diterapkan untuk meningkatkan aspek keselamatan dan kesehatan di laboratorium.

KESIMPULAN

Laboratorium Kimia UKRI memiliki potensi bahaya yang dapat timbul dari indikator perilaku pengguna laboratorium, penyimpanan alat dan bahan praktikum, serta tata letak ruang laboratorium. Beberapa contoh bahaya yang mungkin timbul akibat kelalaian pengguna laboratorium yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Penyimpanan alat dan bahan praktikum yang tidak tepat dapat menyebabkan kecelakaan atau kerusakan alat. Tata letak ruang laboratorium yang tidak sesuai dapat menyebabkan kecelakaan atau kerusakan alat. Penilaian risiko dari hasil identifikasi bahaya pada Laboratorium Kimia UKRI harus dilakukan dengan mempertimbangkan indikator perilaku pengguna laboratorium, penyimpanan alat dan bahan praktikum, serta tata letak ruang laboratorium.

Berdasarkan identifikasi bahaya dan penilaian risiko didapat 8 temuan risiko yang ada pada Laboratorium Kimia UKRI dengan 7 risiko sedang dan 1 risiko rendah. Dari 8 temuan tersebut juga

dapat digolongkan menjadi 75% bahaya fisik dan 25% bahaya kimia.

Pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan alat pelindung diri (APD) termasuk langkah-langkah yang disajikan dalam penelitian ini. Langkah-langkah pengendalian dan tindakan pencegahan dapat diterapkan untuk meningkatkan aspek keselamatan dan kesehatan di laboratorium. Dengan begitu, Laboratorium Kimia UKRI dapat mengembangkan strategi untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keselamatan pengguna laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, M. R., Romadhoni, L. F., & Fatoni, R. (2021). Analisis Potensi Risiko Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan Metode Hirarc. *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan Dan Industri*, 69-75.
- Hakim, T. L., Suriyani, M. Y., Paramita, A., & Harliyanti, W. (2023). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko untuk Mengendalikan Potensi Kecelakaan Kerja di Laboratorium Kimia Dasar Institut Teknologi Kalimantan (ITK). *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 7(1), 8-19.
- Ilmi, R. A., Purnomo, I., Fitriyani, N. L. L., & Aditama, A. (2023). Hazard Risk Analysis in the Laboratory of Qolbu Insan Mulia (QIM) Hospital Using the Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Approach. *Open Access Indonesian Journal of Medical Reviews*, 3(6), 507-513.
- Indarwati, D. (2020). Identifikasi Bahaya dan Risk Assessment: Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(2), 51-57.
- PERMENPAN No. 3 Tahun 2010
- Solichin, A., & Painem, P. (2022). Identifikasi Potensi Risiko Pada Laboratorium

Komputer Universitas Budi Luhur
Menggunakan Metode Hazard
Identification, Risk Assesment and Risk
Control (Hirarc). *Jukung (Jurnal Teknik
Lingkungan)*, 8(2).

Wahab, N. A., Nabilah, F., & Isa, N. (2022).
Hazard identification, Risk Assessment
and Risk Control (HIRARC) on
laboratory waste disposal in chemistry
laboratory. *Journal of Academia*, 10,
194-203.

Widiastuti, R., Prasetyo, P. E., & Erwinda, M.
(2019). Identifikasi Bahaya dan Penilaian
Risiko Untuk Mengendalikan Risiko Bahaya
di UPT Laboratorium Terpadu Universitas
Sarjanawiyata Tamansiswa. *IEJST (Industrial
Engineering Journal of The University of
Sarjanawiyata Tamansiswa)*, 3(2).