

POTENSI KECELAKAAN KERJA DI LABORATORIUM KIMIA

Agus Setiyanto

Program Studi Teknik Industri, Universitas Bestari, Serang, Indonesia

agussetiyanto@gmail.com**ABSTRACT**

Abstract: This research aims to identify hazards and borrow risks in the basic chemistry laboratory environment at the Kalimantan Institute of Technology and provide recommendations for risk control. This laboratory has an important role in students' education in understanding basic chemistry concepts and developing practical skills. However, activities in the laboratory also carry potential dangers that can endanger the safety of students and staff. This research method uses an observational and analytical approach. An observational approach is used to identify potential hazards, assess risks, and exclude risks associated with those hazards. The research results show that there are various hazards in the laboratory, including physical, chemical, biological, and ergonomic hazards. Risk analysis shows that most hazards have a high risk. Therefore, risk control recommendations are proposed, including changes in work area arrangement, use of personal protective equipment, and more stringent inspection procedures. This research provides an in-depth understanding of the hazards and risks in basic chemistry laboratories as well as concrete steps to improve safety in these environments. It is hoped that the implementation of these recommendations will reduce the risk of work accidents and create a safer and better work environment for all those involved in the learning and research process in basic chemistry laboratories.

Key words: *Hazard Identification, Laboratory Safety, Risk Assessment, Risk Control*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya dan mengevaluasi risiko di lingkungan laboratorium kimia dasar di Institut Teknologi Kalimantan serta memberikan rekomendasi pengendalian risiko. Laboratorium ini memiliki peran penting dalam pendidikan mahasiswa dalam memahami konsep dasar kimia dan mengembangkan keterampilan praktis. Namun, aktivitas di laboratorium juga membawa potensi bahaya yang dapat membahayakan keselamatan mahasiswa dan staf. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan observasional dan analitis. Pendekatan observasional digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai risiko, dan mengevaluasi risiko yang terkait dengan bahaya-bahaya tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beragam bahaya di laboratorium, termasuk bahaya fisik, kimia, biologis, ergonomi. Analisis risiko menunjukkan bahwa sebagian besar bahaya memiliki risiko tinggi. Oleh karena itu, rekomendasi pengendalian risiko diusulkan, termasuk perubahan dalam pengaturan area kerja, penggunaan peralatan pelindung diri, dan prosedur inspeksi yang lebih ketat. Penelitian ini memberikan pemahaman mendalam tentang bahaya dan risiko di laboratorium kimia dasar serta langkah-langkah konkret untuk meningkatkan keselamatan di lingkungan tersebut. Implementasi rekomendasi ini diharapkan akan mengurangi risiko kecelakaan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan lebih baik bagi semua yang terlibat dalam proses pembelajaran dan penelitian di laboratorium kimia dasar.

Kata Kunci : Identifikasi Bahaya, Keselamatan Laboratorium, Penilaian Risiko, Pengendalian Risiko

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan salah satu prasarana pendidikan, yang dapat digunakan sebagai tempat berlatih para peserta didik dalam memahami konsep-konsep dengan melakukan percobaan dan pengamatan. Dalam aktivitasnya, pengguna laboratorium tersebut akan berhadapan dengan berbagai risiko bahaya yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan mereka, serta lingkungan sekitar. Menurut National Research Council(1) Penggunaan alat-alat dan bahan kimia yang kompleks dan berbahaya, kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang prinsip-prinsip keselamatan dan kesehatan kerja, serta minimnya pengalaman praktikum, menjadi faktor penyebab utama terjadinya kecelakaan kerja(2). Berdasarkan data U.S. *Chemical Safety and Hazard Investigation Board* (3) tentang kecelakaan kerja di laboratorium pada tahun 2018 terdapat 33 kasus insiden diantaranya adalah luka bakar, iritasi mata dan kulit, keracunan, ledakan, dan hingga kematian. Hal tersebut dapat menimbulkan kerugian secara materi dan juga inmateri bagi manajemen laboratorium.

Institut Teknologi Kalimantan memiliki matakuliah wajib yang dimana mahasiswa baru akan menggunakan laboratorium kimia dasar untuk mengenalkan bahan, alat, dan berekspeten menggunakan bahan kimia. Sekitar 1128 mahasiswa pada tahun ajaran 2021/2022(4) menggunakan laboratorium kimia dasar. Berdasarkan studi pendahuluan yang peneliti lakukan kepada petugas laboratorium setidaknya insiden yang terjadi pada pengguna laboratorium tersebut adalah tumpahan bahan kimia, pecahnya gelas beaker, hingga terluka saat mengambil bekas pecahan dari gelas beaker. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, penting untuk melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan cermat. Langkah-langkah ini merupakan bagian integral dari manajemen keselamatan di laboratorium kimia. Pengetahuan dan pemahaman yang mendalam tentang bahaya dan risiko di laboratorium kimia dasar sangat penting dalam menjaga keselamatan dan menjalankan eksperimen dengan efisien. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko adalah prasyarat penting dalam mengembangkan prosedur kerja yang aman, serta mengimplementasikan langkah-langkah pengendalian yang sesuai. Berdasarkan penelitian dari Indarwanti (5) Hasil penilaian risiko dari 14 bahaya potensial menunjukkan bahwa 43% memiliki risiko rendah, 14% memiliki risiko sedang, 43% memiliki risiko tinggi, dan 0% memiliki risiko ekstrem. Risiko tersebut berkaitan dengan bahan kimia berbahaya, alat dan peralatan, kecelakaan tumpahan, ketidakcukupan ventilasi, dan tata letak penyimpanan bahan. Hasil identifikasi ini menjadi acuan untuk manajemen laboratorium dapat melakukan pengendalian yang sesuai untuk menurunkan potensi kecelakaan kerja(6). Dengan pemahaman yang mendalam tentang bahaya dan risiko di laboratorium kimia dasar, langkah-langkah pencegahan dan kebijakan keselamatan yang tepat dapat diimplementasikan, menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif(7). Keselamatan adalah prioritas utama dalam laboratorium kimia, dan identifikasi bahaya serta penilaian risiko merupakan langkah kunci untuk mencapai tujuan tersebut.

Melalui penelitian dan pengembangan yang cermat, jurnal ini bertujuan untuk menyediakan panduan yang komprehensif tentang identifikasi bahaya dan penilaian risiko di laboratorium kimia dasar, membantu menjaga keselamatan dan kesehatan semua individu yang terlibat dalam aktivitas laboratorium ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional dan analitis. Pendekatan observasional digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya di laboratorium kimia dasar dengan menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment & Risk Control*), sedangkan pendekatan analitis digunakan untuk mengevaluasi risiko yang terkait dengan bahaya-bahaya tersebut. Penelitian ini akan dilakukan dalam April-Juli 2023. Jadwal tersebut akan mencakup pengumpulan data, analisis, dan pelaksanaan langkah-langkah pengendalian. Populasi penelitian terdiri dari laboratorium kimia dasar di Institut Teknologi Kalimantan dengan sampel penelitian dipilih secara purposif dengan mempertimbangkan identifikasi aktivitas pada laboratorium tersebut.

Data identifikasi bahaya akan dianalisis untuk mengidentifikasi bahaya utama yang ada di laboratorium kimia dasar. Selanjutnya, risiko yang terkait dengan bahaya-bahaya ini akan dinilai menggunakan matriks risiko dari tingkat keparahan dan kemungkinan. Penilaian risiko akan mengkategorikan risiko menjadi rendah, sedang, tinggi, atau sangat tinggi.

Kategori risiko ini akan membantu dalam menentukan langkah-langkah pengendalian yang diperlukan. $gas (n/V)$, dikuadratkan karena itu mengambil dua partikel untuk terlibat dalam interaksi antarmolekul berpasangan. Suku volume ($V - nb$) mengoreksi volume yang ditempati oleh molekul gas.

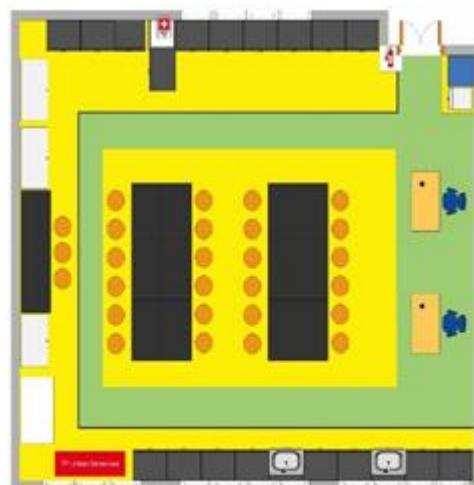
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Identifikasi Fasilitas

Laboratorium kimia dasar merupakan sarana yang sangat penting dalam Tahap Persiapan Bersama (TPB) bagi mahasiswa baru yang diwajibkan menempuh matakuliah kimia dasar. Laboratorium ini dirancang khusus untuk memberikan pemahaman konsep-konsep dasar dalam kimia kepada mahasiswa yang baru mengenal dunia ilmu pengetahuan ini. Tujuan utama dari laboratorium ini adalah memungkinkan mahasiswa memahami prinsip-prinsip fundamental dalam kimia dan mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam eksperimen kimia. Laboratorium kimia dasar terletak di Gedung E Institut Teknologi Kalimantan yang saat ini dikelola oleh Laboratorium Terpadu ITK. Fasilitas laboratorium ini dilengkapi dengan berbagai peralatan dasar, seperti buret, pipet, erlenmeyer, labu, tabung uji, dan peralatan pengukuran seperti neraca dan alat pengukur pH. Selain itu, laboratorium ini juga memiliki instruktur atau pengawas yang berpengalaman dalam kimia. Pengawas ini bertanggung jawab memberikan bimbingan kepada mahasiswa, menjelaskan prosedur eksperimen, serta memastikan bahwa semua pedoman keselamatan diikuti dengan ketat.

Selain itu, fasilitas laboratorium kimia dasar juga dapat mencakup lemari penyimpanan bahan kimia, area untuk pencucian peralatan, sistem ventilasi yang memadai untuk menghindari paparan gas berbahaya, sistem pengelolaan limbah kimia yang sesuai dengan peraturan yang berlaku, dan dilengkapi dengan perlengkapan keselamatan dasar seperti APAR dan Kotak P3K. Meja kerja adalah salah satu elemen sentral dalam fasilitas laboratorium kimia dasar. Meja ini dilengkapi dengan berbagai sarana seperti keran air, sumber listrik, dan kompartemen penyimpanan alat-alat kecil yang diperlukan selama eksperimen. Ini memungkinkan mahasiswa atau peneliti untuk melakukan prosedur eksperimen dengan nyaman dan efisien.

Seperti gambar 1. Laboratorium kimia dasar dibagi atas 2 zona dengan penanda lantai, yaitu zona untuk bekerja dan zona untuk berpindah. Menurut Mohammed, et al (2020)(8)



Gambar 1 Layout Laboratorium Kimia Dasar ITK

Penandaan lantai menggunakan sinyal visual, seperti garis, yang diterapkan langsung pada lantai untuk memberikan informasi tentang area tertentu. Penandaan lantai yang efektif dapat meningkatkan keselamatan, menyederhanakan logistik, dan meningkatkan efisiensi organisasi(9). Hal ini dapat menciptakan rasa aman untuk memulai eksperimen didalam lab tersebut.

Hal lainnya yang menjadi fungsi utama dari laboratorium kimia dasar digunakan sebagai pusat eksperimen mencakup Studi tentang Larutan dan Pengenceran, penerapan prinsip stoikiometri, Penelusuran Konsep Kinetika Kimia, Eksplorasi dalam Bidang Termokimia, pemahaman Laju Reaksi, serta Pembelajaran tentang Asidi Alkalimetri(10). Selain itu, mahasiswa juga diajarkan bagaimana menyusun laporan eksperimen yang merinci langkah-langkah yang diambil, hasil yang diperoleh, dan kesimpulan yang dapat ditarik dari eksperimen tersebut. Laboratorium kimia dasar ini merupakan langkah awal yang sangat penting dalam membangun dasar pemahaman dalam ilmu kimia, yang akan menjadi dasar bagi pemahaman yang lebih mendalam dan penelitian yang lebih lanjut dalam kimia atau bidang ilmu lainnya.

b. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko

Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko merupakan salah satu tahap perencanaan dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) yang diwajibkan dalam standard ISO 31000:2009 yang merupakan bagian dari PP No. 50 tahun 2012 terkait SMK3(11,12). Menurut Peraturan ketenagakerjaan No 5 Tahun 2018(13) dalam proses identifikasi bahaya, berbagai jenis bahaya dapat diidentifikasi seperti bahaya fisik, biologi, kimia, ergonomik, psikososial. Pada hasil observasi terhadap identifikasi bahaya yang ada di Laboratorium Kimia Dasar terdapat bahaya fisik seperti panas intensitas penerangan yang kurang memadai, dan bahaya radiasi. Bahaya kimia juga terdeteksi, seperti risiko terkena tumpahan bahan kimia dan terhirup bahan kimia. Bahaya biologis, seperti kerusakan yang diakibatkan oleh tikus terhadap kabel, serta bahaya ergonomi, yang berhubungan dengan posisi kerja selama proses, juga teridentifikasi. Selain itu, bahaya psikologis muncul, seperti tekanan dari atasan untuk menyelesaikan pekerjaan dan dinamika hubungan antar rekan kerja.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih ada pekerja yang belum sepenuhnya mematuhi perilaku yang aman, karena mereka menganggap bahwa area laboratorium kimia dasar adalah lingkungan kerja yang aman. Meskipun manajemen laboratorium telah memiliki peraturan keselamatan, masih ditemukan beberapa pekerja yang tidak patuh, contohnya adalah dalam penggunaan alat pelindung diri. Jas lab lengan Panjang adalah salah satu alat pelindung diri yang wajib digunakan di area Laboratorium, tetapi sekitar 20% praktikan menggunakan jas lab yang lengan pendek dengan alasan tidak punya jas lab lengan panjang.

Penilaian risiko merupakan langkah penting dalam upaya pengelolaan keselamatan. Ini melibatkan tindakan penyelidikan berbasis ilmiah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat risiko. Proses penilaian risiko ini mencakup identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko. Hasil dari identifikasi bahaya telah digunakan untuk menilai risiko dengan kriteria penilaian yang mencakup kemungkinan (*Likelihood/Probability*), konsekuensi (*Consequences*), dan tingkat risiko (*Risk Rate*). Penilaian risiko ini menjadi landasan untuk mengambil langkah-langkah pengendalian yang tepat untuk mengurangi risiko di lingkungan kerja.

Tabel 1. Matrix Penilaian Risiko berdasarkan ISO 31000:2018

KONSEKUENSI		KEMUNGKINAN/LIKELIHOOD				
KEPARAHAN/CONSEQUENCE		1	2	3	4	5



Dampak	Property	Hampir mustahil terjadi	1 kali dalam 15 tahun	1 kali dalam tahun	1-2 kali dalam setahun	Sering dalam 1 tahun
Manusia	Damage (Rupiah)					
1	Cidera Pertolongan Pertama	Kerusakan dan gangguan produksi < 1 Juta	1 Rendah	2 Rendah	3 Rendah	4 Sedang
2	Cidera memerlukan perawatan dokter	Kerusakan dan/atau gangguan produksi ringan 1 Juta > 10 Juta	2 Rendah	4 Rendah	6 Sedang	8 Sedang
3	Cidera; kehilangan fungsi bagian tubuh	Kerusakan gangguan produksi 10 Juta > 100 Juta	3 Rendah	6 Sedang	9 Sedang	12 Tinggi
4	Cidera serius, Perawatan RS, kehilangan fungsi bagian tubuh	Kerusakan atau kerugian 100 Juta > 1 Miliar	4 Rendah	8 Sedang	12 Tinggi	16 Tinggi
5	Cacat total; meninggal	Kerusakan atau kerugian > 1 Miliar	5 Sedang	10 Tinggi	15 Tinggi	20 Signifikan
						25 Signifikan



Proses penentuan aktifitas ini, peneliti menelaah dari hasil observasi langsung terhadap alat dan modul penelitian pada penggunaan lab tersebut. Berdasarkan hasil observasi langsung yang peneliti lakukan, prosedur alat kerja ini dibuat untuk alat-alat yang masuk dalam kategori 2 dan 3. Hal ini sejalan dengan aturan (14) yang menyatakan bahwa kedua kategori tersebut memiliki risiko dalam penggunaannya dari sedang ketinggi sehingga perlu ada pendamping atau manual penggunaan alat tersebut. Untuk instruksi kerja alat yang dimiliki oleh laboratorium kimia dasar terdapat 5 alat yaitu Dry Oven, Hot Plate Stirrer, Neraca Presisi, Ultrasonic Cleaner, Desikator Vakum.

Tabel 2. Identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada laboratorium kimia dasar Institut Teknologi Kalimantan

Aktifitas	Harzard Identification				Risk Assessment				Risk Control
	Harzard Identification		Non Rutin/	Dampak Lingkungan/	Penilaian Risiko		Tingkat Risiko		
	Sumber	Potensi	Rutin	Risiko K3	LH	SEV	RR		
Penggunaan Oven	Menancapkan steker pada stop kontak hingga lampu hijau "standby" pada display menyala.	S: Hubungan pendek arus listrik akibat hingga lampu kabel rusak	Rutin	Cidera Berat, Kebakaran	3	4	12	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • RK: Mengubah colokan kabel dengan tipe switch. • Adm: Petunjuk Penggunaan Alat, Inspeksi kelayakan alat.
	Memasukkan bahan atau material yang akan dikeringkan atau disterilisasi.	S: Panas dari permukaan oven	Rutin	Cidera Ringan	5	2	10	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Adm: Poster Bahaya Panas, • APD: Sarung tangan anti panas
Penggunaan Hotplate	Menancapkan kabel power ke sumber listrik	S: Hubungan pendek arus listrik akibat kabel rusak		Tersengat listrik	3	4	12	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • RK: Mengubah colokan kabel dengan tipe switch • Adm: Petunjuk Penggunaan Alat, Inspeksi kelayakan alat.



	Mengatur suhu yang diinginkan	S: yang dihasilkan hot plate	Panas	Rutin	Cidera Ringan	3	2	6	Sedang	Adm: Petunjuk Penggunaan Alat, Inspeksi kelayakan alat. APD: Sarung tangan, jas lab lengan panjang
	Mengatur putaran yang diinginkan dengan memutar tombol pengatur stirring	S: yang dihasilkan hot plate	Panas	Rutin	Cidera Ringan	3	2	6	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> Adm: Petunjuk Penggunaan Alat, Inspeksi kelayakan alat. APD: Sarung tangan, jas lab lengan panjang
Penggunaan Desikator	Pastikan silica gel yang terdapat dalam dalam desikator masih berfungsi (berwarna biru)	E: Pencahayaan dalam ruangan	Rutin	Kelelahan mata; perih	1	2	2	Rendah	<ul style="list-style-type: none"> RK: meletakan Desikator ke area kerja yang pencahayaan baik, ergonomis dan aman 	
	Buka tutup desikator dengan cara menggeser ke samping	E: terlepas dari pegangan; Posisi desikator yang kurang ergonomis	Tutup	Rutin	Bahaya pada saluran pernapasan dan paru-paru; paru; Kerusakan pada alat; Pergelangan tangan terkilir	1	2	2	Rendah	<ul style="list-style-type: none"> RK: meletakan Desikator ke area kerja yang ergonomis dan aman
Penggunaan Neraca Analitik	Menekan tombol power untuk menghidupkan	S: Arus listrik bocor.	Arus listrik	Rutin	Tersengat listrik; Muncul percikan api;	2	4	8	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> Adm: Petunjuk Penggunaan Alat, Inspeksi kelayakan alat.



	neraca analitik.										• APD: Sarung tangan, jas lab lengan panjang
	Membuka pelindung dan memasukkan bahan yang akan ditimbang.	S: Tumpahan bahan kimia padatan.	Rutin	Potensi bahaya ledakan; Terbentuknya gas beracun, korosif, dan lain sebagainya	2	3	6	Sedang			• Adm: Petunjuk Penggunaan Alat, Inspeksi kelayakan alat. • APD: Sarung tangan, jas lab lengan panjang
Penyimpanan bahan	Botol bahan kimia antara 1 sama lainnya	S: bahan tumpah didalam lemari akibat guncangan	Botol	Non Rutin	Cidera berat	4	4	20	Signifikan		• RK: Memberikan peredam guncangan pada lantai lemari penyimpanan, dan menyediakan pallet khusus agar bahan tidak langsung tumpah ke area lemari Adm: Pengkatalogan Bahan sesuai reaksinya (misalnya khusus untuk korosif, dl), menyiapkan Instruksi Kerja Bahan, Menyiapkan MSDS • APD: Diwajibkan menggunakan sarung tangan berbahan nitrile
	E: Berekasi saat ada yang bocor	Non Rutin	Cidera Berat	4	4	16	Tinggi				• Sub: Mengubah lemari penyimpanan bahan biasa dengan lemari khusus



	<p>penyimpanan bahan kimia (Korosif dan flammable)</p> <ul style="list-style-type: none"> • RK: menyediakan pallet khusus agar bahan tidak langsung tumpah ke area lemari dan terdapat absorben di dalam palet tersebut • Adm: Pengkatalogan Bahan sesuai reaksinya (misalnya khusus untuk korosif, dl), menyiapkan Instruksi Kerja Bahan, Menyiapkan MSDS • APD: Tersedianya Spill kit
--	--

c. Analisis Potensi Risiko

Berdasarkan hasil identifikasi risiko bahaya seperti tersaji pada Tabel 2, selanjutnya dilakukan analisis dan interpretasi potensi risiko bahaya

(hazard). Jumlah hazard yang teridentifikasi sebanyak 11 (sebelas) hazard yang mana terdiri dari potensi risiko yang berhubungan dengan aktifitas di laboratorium tersebut.

Gambar 2. Persentase Kepadaran dan kemunculan hazard pada laboratorium kimia dasar berdasarkan Analisa dari peneliti



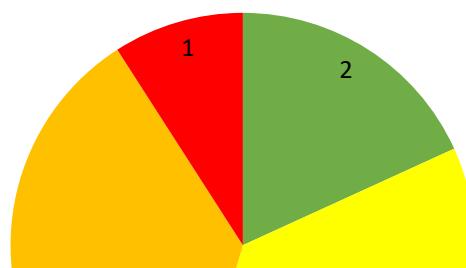


Sebagaimana terlihat pada Gambar 2, disajikan persentase tingkat keparahan (severity) dan tingkat kemungkinan (probability) dari berbagai bahaya yang telah dihitung. Perhitungan ini berdasarkan perbandingan antara nilai rata-rata dengan nilai maksimum yang mungkin terjadi. Dalam hal tingkat keparahan (severity) dari potensi bahaya, terdapat rata-rata sebesar 57,7% dibandingkan dengan tingkat keparahan maksimal. Angka ini mengindikasikan tingkat keparahan terhadap potensi bahaya yang terjadi jika terjadi kecelakaan adalah cukup tinggi. Sementara itu, jika kita melihat dari segi tingkat Kemungkinan (Likelihood) terjadinya bahaya, ditemukan bahwa terdapat rata-rata sebesar 60%. Dari tingkat keparahan dan kemungkinan terjadi bahwa perlu diberikan perhatian serius oleh semua pihak yang terlibat, terutama oleh pengelola laboratorium kimia dasar di Institut Teknologi Kalimantan. Hal-hal yang harus dilakukan dalam untuk menekan keparahan dan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dapat di optimalkan Mahasiswa, dosen, dan staf laboratorium yang bekerja di laboratorium menerima pelatihan kesehatan dan keselamatan kerja. Rencana darurat, tim, dan latihan-latihan harus disusun untuk menghadapi situasi-situasi yang mungkin terjadi selama penelitian laboratorium(15). Menurut Hakim, et al (16) dalam penelitian berhubungan dengan mitigasi terjadinya kecelakaan kerja, melakukan analisis terhadap hierarki bahaya adalah hal yang harus dilakukan untuk rekomendasi apa yang baik pada laboratorium tersebut.

Selanjutnya, Tabel 1 menampilkan pemetaan jumlah *hazard* pada matriks risiko sesuai standar ISO 31000:2018(11). *Hazard* dikelompokkan berdasarkan nilai risiko dari mulai risiko rendah (*low risk/ L*), risiko sedang (*moderate risk/ M*), risiko tinggi (*high risk/H*) dan risiko sangat tinggi (*Signifikan/E*). Berdasarkan hasil pemetaan, ternyata jumlah *hazard* yang memiliki risiko rendah (*L*) sebesar 2 *hazard*, risiko sedang (*M*) sebanyak 4, risiko tinggi (*H*) sebanyak 4, dan risiko sangat tinggi (*E*) sebesar 1 *hazard*. Distribusi jumlah *hazard* untuk setiap potensi risiko digambarkan pada Gambar 3. Dari distribusi tersebut tampak bahwa sebagian besar *hazard* memiliki risiko tinggi. Hal tersebut tentunya perlu menjadi perhatian bersama dan ditindaklanjuti oleh pihak terkait. Menurut Hakim, et al (16) dalam penelitian berhubungan dengan mitigasi terjadinya kecelakaan kerja, melakukan analisis terhadap hierarki bahaya adalah hal yang harus dilakukan untuk rekomendasi apa yang baik pada laboratorium tersebut

Gambar 3. Tingkat risiko dari identifikasi dan penilaian risiko pada laboratorium kimia dasar berdasarkan analisa dari peneliti

Tingkat Risiko dari identifikasi dan Penilaian Risiko





d. Rekomendasi Pengendalian

Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan mempertimbangkan berdasarkan hierarki pengendalian bahaya. Hierarki pengendalian bahaya adalah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko-risiko yang terkait dengan keamanan dan kesehatan di tempat kerja. Dalam hierarki ini, pengendalian risiko dibagi menjadi beberapa tingkatan. Pertama, langkah teratas adalah "Eliminasi," di mana upaya dilakukan untuk menghilangkan bahaya sepenuhnya, misalnya dengan mengganti proses atau peralatan yang lebih aman. Jika eliminasi tidak memungkinkan, langkah berikutnya adalah "Substitusi," dimana bahaya digantikan dengan yang kurang berisiko. "Engineering Controls" melibatkan perubahan desain atau peralatan untuk mengurangi risiko. "Administrative Controls" mencakup prosedur dan peraturan untuk mengelola risiko. Terakhir, jika semua upaya sebelumnya tidak memadai, "PPE" (Personal Protective Equipment) digunakan untuk melindungi individu dari bahaya yang tersisa. Hierarki ini memberikan pedoman untuk memprioritaskan tindakan pengendalian dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman(17,18).

Pada penelitian ini, rekomendasi pengendalian yang berdasarkan analisis pengendalian risiko yang telah dilakukan terhadap 11 bahaya yang diidentifikasi, peneliti telah memberikan sejumlah rekomendasi untuk meningkatkan keamanan di lingkungan kerja. Rekomendasi ini mencakup penggunaan tipe switch pada colokan kabel, petunjuk penggunaan alat dan inspeksi alat, serta penggunaan sarung tangan anti panas. Selain itu, rekomendasi melibatkan perubahan dalam pengaturan area kerja seperti meletakkan desikator ke area yang memiliki pencahayaan yang baik, ergonomis, dan aman. Selain itu, peningkatan keselamatan dilakukan dengan memberikan peredam guncangan pada lantai lemari penyimpanan dan menyediakan pallet khusus untuk mencegah tumpahan bahan ke area lemari. Langkah-langkah administratif seperti pengkategorian bahan berdasarkan reaksinya, penyusunan Instruksi Kerja Bahan, dan Menyiapkan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) juga direkomendasikan. Selain itu, penggunaan APD seperti sarung tangan berbahan nitrile dan tersedianya *Spill kit* juga diusulkan untuk mengurangi risiko. Dengan menerapkan rekomendasi ini, lingkungan kerja diharapkan menjadi lebih aman dan risiko bahaya dapat diminimalkan. Dari seluruh rekomendasi ini dapat diharapkan dapat menurunkan potensi bahaya kecelakaan kerja di laboratorium kimia dasar.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, kami telah mengidentifikasi beberapa hal penting terkait dengan laboratorium kimia dasar di Institut Teknologi Kalimantan. Laboratorium ini



memegang peran yang signifikan dalam pendidikan mahasiswa, khususnya mereka yang mempelajari kimia dasar. Fasilitas dan peralatan yang tersedia di laboratorium sangat penting untuk membantu mahasiswa memahami konsep dasar dalam kimia dan mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam eksperimen kimia. Namun, penelitian ini juga menyoroti beberapa potensi bahaya dan risiko di laboratorium. Terdapat beragam jenis bahaya, termasuk bahaya fisik, kimia, biologis, ergonomi, dan psikologis, yang dapat memengaruhi keselamatan mahasiswa dan staf laboratorium. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa masih ada beberapa praktikan dan staf laboratorium yang tidak sepenuhnya mematuhi aturan keselamatan yang ada. Hal ini bisa menjadi masalah serius yang perlu diperhatikan. Melalui analisis risiko, kami menemukan bahwa sebagian besar bahaya memiliki risiko tinggi, yang perlu segera ditangani. Oleh karena itu, kami menyusun sejumlah rekomendasi pengendalian risiko untuk meningkatkan keselamatan di lingkungan laboratorium. Rekomendasi ini mencakup perubahan dalam pengaturan area kerja, peralatan pelindung diri, prosedur inspeksi, dan penggunaan peralatan yang lebih aman. Kami berharap bahwa temuan dan rekomendasi dari penelitian ini akan membantu pihak terkait, termasuk pengelola laboratorium, mahasiswa, dan staf, untuk lebih memahami pentingnya keselamatan di lingkungan kerja. Implementasi rekomendasi ini diharapkan akan mengurangi risiko kecelakaan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan lebih baik bagi semua yang terlibat dalam proses pembelajaran dan penelitian di laboratorium kimia dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasional Research Council. Safe science: Promoting a culture of safety in academic chemical research. 1st ed. 2016. Washington D.C.: The National Academies Press; 2016. 129 p.
- 2Hakim TL, Harliyanti W, Prasetyo Y. ANALISIS UPAYA TANGGAP DARURAT SEBAGAI PENCEGAHAN KEBAKARAN PADA LABORATORIUM GEDUNG XYZ DI BALIKPAPAN (STUDI KUALITATIF). 2023;6(3):664–70.
- 3khalid S, Ziara. Chemical Safety Awareness for Undergraduate Analytical Chemistry Students : A Case Study at Republic of Iraq. 2021;8669:30–5.
- Lab. Terpadu ITK. LAPORAN EVALUASI DIRI (LED) UNIT PUSAT LABORATORIUM TERPADU INSTITUT TEKNOLOGI KALIMANTAN. Laporan Evaluasi Diri. 2022.
- Indarwati D. Identifikasi Bahaya dan Risk Assessment: Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium. J Pengelolaan Lab Pendidik. 2020;2(2):51–7.
- Widiastuti R, Prasetyo PE, Erwinda M. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Untuk Mengendalikan Risiko Bahaya di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. Ind Eng J Univ Sarjanawiyata Tamansiswa. 2019;3(2):51.
- khalid S, Ziara. Chemical Safety Awareness for Undergraduate Analytical Chemistry Students : A Case Study at Republic of Iraq. Sch Int J Chem Mater Sci. 2021;8669:30–5.
- Mohamed M, Abdel-Rahim A, Kassem E, Chang K, McDonald AG. Laboratory-Based Evaluation of Pavement Marking Characteristics. J Transp Eng Part B Pavements. 2020;146(2):04020016.
- Pan JW, Sterzing T, Pang JW, Chua YK, Kong PW. EFFECTIVENESS of FLOOR MARKINGS for CONTROLLING CUT WIDTH during SIDE CUTTING TASKS in LABORATORY EXPERIMENTS. J Mech Med Biol. 2020;20(1).
- Admin. Che ITK. 2021 [cited 2023 Sep 12]. Laboratorium Kimia Dasar. Available from: <https://che.itk.ac.id/akademik/laboratorium>
- Vorst C, Priyarsno, Budiman A. Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000. Irawan N, Yektningtyas M, Andriani K, Sari wiranti suwastri, editors. Vol. 6, Badan Standardisasi Nasional. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional; 2018. 222 p.
- Presiden Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 50 Tahun 2012. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta; 2012. p. 32.



- Permenaker. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Peratur Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No 5 Tahun 2018 [Internet]. 2018;5:11. Available from: <https://jdih.kemnaker.go.id/keselamatan-kerja.html>
- PermenPANRB. Petunjuk Pelaksanaan Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya. Peratur Nasional, Menteri Pendidik Negara, Kepala Badan Kepegawai 02/V/PB/2010, NOMOR 13. 2010;1999:2–22.
- KARAHAN V, AYDOĞMUŞ E. Risk Analysis and Risk Assessment in Laboratory Studies. *Eur J Sci Technol.* 2023;(49):55–60.
- Hakim TL, Reza M, Setiawan A,
- Rohiyanto A. Pengujian Dan Analisis Karakteristik Kebisingan Pada Alat Di Workshop Laboratorium Terpadu ITK. 2023;8(2):37–45.
- Pedro M. Arezes, Baptista JS, Melo RB, Branco JC, Carneiro P, Colim A, et al. Occupational and Environmental Safety and Health IV [Internet]. IV. Guedes JC, Gonçalo Perestrelo, editors. Switzerland: Springer Nature; 2021. 245–250 p. Available from: <https://www.clemson.edu/research/oes/manuals/labSafety/exposureRoutes.html>
- Ludwig TD, Laske MM. The Science and Best Practices of Behavioral Safety. The Science and Best Practices of Behavioral Safety. 2023.