

Analisis Risiko Kesehatan Penggunaan Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

Health Risk Analysis of Chemical Use in Pontianak Educational Laboratory Unit

Astaman Sultan¹, Noeroel Widajati^{1*}, Lailatul Badriyah¹

¹Departemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya, 60115, Indonesia

Article Info

*Correspondence:

Noeroel Widajati
noeroel.widajati@fkm.unair.ac.id

Submitted: 11-05-2023

Accepted: 15-08-2023

Published: 30-11-2023

Citation:

Sultan, A., Badriyah, L., & Widajati, N. (2023). Health Risk Analysis of Chemical Use in Pontianak Educational Laboratory Unit. *Media Gizi Kesmas*, 12(2), 927–936.
<https://doi.org/10.20473/mgk.v12i2.2023.927-936>

Copyright:

©2023 Sultan, Widajati, and Badriyah, published by Universitas Airlangga. This is an open-access article under CC-BY-SA license.



ABSTRAK

Latar belakang: Kualitas Keselamatan dan Kesehatan Kerja laboratorium harus terus ditingkatkan. Upaya yang bisa dilakukan adalah menilai risiko dari bahan kimia yang digunakan untuk mengetahui tingkat risiko dari penggunaan bahan kimia, mengetahui risiko ada pada kategori diterima atau tidak diterima, dan mengetahui usaha yang dilakukan untuk mengendalikan risiko. Usaha yang tepat untuk mengendalikan risiko dapat mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja serta peningkatan pada produktivitas kerja.

Tujuan: Mempelajari tingkat risiko kesehatan penggunaan bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

Metode: Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif untuk menilai risiko kesehatan dari bahan kimia yang digunakan. Penelitian menggunakan standar Australia/New Zealand 4360:2004 yang dimodifikasi dengan penilaian risiko terhadap bahan kimia Universitas Arizona 2007. Penelitian dilakukan dalam waktu 1 bulan. Sampel berjumlah 24 bahan. Data dianalisis secara deskriptif dengan pendataan dan pengidentifikasian menurut dampak kesehatan dari setiap bahan kimia, kemudian risiko bahan kimia dianalisis menurut standard dan menentukan tingkat risiko bahan kimia.

Hasil: 21 Penilaian tingkat risiko menunjukkan sebanyak 21 (87,5%) bahan kimia masuk dalam kategori *extreme risk* dan risiko terkecil dari bahan kimia yaitu ada pada tingkat *high risk* sebanyak 3 (12,5%) bahan kimia.

Kesimpulan: Tingkat risiko kesehatan penggunaan bahan kimia berada pada kategori *extreme risk*. Menyediakan sarana Keselamatan dan Kesehatan Kerja sesuai standar diperlukan sebagai upaya pengendalian risiko, penataan bahan kimia, menyediakan *exhaust fan* lemari asam dengan kemampuan daya hisap yang sesuai standar baku, pemasangan ventilasi, melengkapi MSDS bahan kimia, pembentukan tim Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) dan *emergency* respon, pengadaan pelatihan kepada laboran, penyediaan menu makanan untuk detoksifikasi, penyusunan *safety induction*, dan penyerahan laporan hasil analisis risiko kepada pengambil kebijakan untuk ditindak lanjuti.

Kata kunci: Bahan kimia, Laboratorium, Risiko kesehatan

ABSTRACT

Background: Laboratory Occupational Health and Safety quality must be continuously improved. Efforts that can be made are assess the risks of the chemicals used to determine the level of risk from the use of chemicals, knowing the risks that are in the acceptable or unacceptable categor, and knowing the efforts made to handle the risks. Appropriate efforts to deal with risks can prevent work accidents and occupational diseases as well as increase work productivity.

Objective: To study the level of health risks of using chemicals in Pontianak Education Laboratory Unit **Method:** This research is a type of qualitative research to assess the health risks of the chemicals used. The study used the Australia/New Zealand 4360:2004 which was modified by a 2007 University of Arizona chemical risk assessment. The study was conducted within 1 month. Samples amounted to 24 materials. Data were analyzed descriptively by collecting data and identifying according to the health impact of each chemical, then chemical risks were analyzed according to standards and determining the risk level of chemicals.

Results: Assessment of the level of risk has shown as many as 21 (87.5%) chemicals fall into the extreme risk category and the smallest risk from chemicals is in high risk level of 3 (12.5%) chemicals.

Conclusion: The level of health risk of using chemicals is in the extreme risk category. Providing standard Occupational Safety and Health facilities is necessary as a risk control effort, arranging chemicals, standardizing the ability / suction power of exhaust fans in fume hoods, installing ventilation, completing MSDS of chemicals, forming first aid and emergency response teams, providing training for laboratory assistants, providing food menus for detoxification, preparation of safety induction, and submission of reports on risk analysis results to policy makers for follow-up.

Keywords: Chemicals, Health Risks, Laboratory

PENDAHULUAN

Laboratorium pendidikan merupakan unit penunjang akademik di dalam lembaga pendidikan, meliputi ruangan yang tertutup atau ruang terbuka, permanen atau bergerak, dikelola dengan sistematis guna kebutuhan kegiatan pengujian, kalibrasi, serta untuk menghasilkan produk pada skala terbatas, menggunakan alat serta bahan dengan prosedur keilmuan tertentu, sebagai upaya melaksanakan pendidikan, penelitian, dan pengabdian untuk masyarakat (PerMenpan RB No 3, 2010). Laboratorium memerlukan pengelolaan yang profesional dalam menjalankan peran dan fungsinya secara optimal, berupa merencanakan operasional laboratorium, penggunaan alat dan bahan yang terdapat dalam laboratorium, memelihara dan memperbaiki alat maupun bahan, penggunaan ruang laboratorium, pengendalian terhadap limbah yang dihasilkan, evaluasi sistem laboratorium, serta proses pengembangan laboratorium. Kemudian sebagai tempat bekerja, laboratorium dituntut menciptakan kondisi yang nyaman, sehat dan aman bagi semua pengguna laboratorium, termasuk pengelola laboratorium itu sendiri serta lingkungan (Subamia *et al.*, 2016). Salah satu tujuannya untuk menghindari terjadinya Kecelakaan laboratorium yang dapat disebabkan karena pengawasan dan pemahaman yang kurang terhadap bahaya yang ada dalam laboratorium serta tidak mengetahui cara penanganan yang harus dilakukan Ketika terjadi suatu kecelakaan kerja di laboartorium. Keadaan ini memengaruhi praktikan, lingkungan, dan laboran. (Rahmantiyoko, Sunarmi and Rahmah, 2019).

Penelitian ini berfokus pada keberadaan bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan

Pontianak dimana bahan-bahan kimia tersebut menjadi salah satu sumber potensi bahaya yang berisiko menyebabkan masalah kesehatan juga keselamatan bagi pengelola laboratorium. Zat kimia dipahami sebagai semua zat seperti unsur, senyawa tunggal dan/atau padatan, cairan atau gas, sedangkan bahaya didefinisikan sebagai karakteristik sifat alami bahan kimia yang dapat menimbulkan efek merugikan (Kemenperin RI, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Subamia *et al.* (2016) menyebutkan bahwa laboratorium kimia organik menggunakan bahan kimia dengan sifat bahaya seperti *irritant, harmful, toxic, very toxic, corrosive, flammable, explosive, oxidizing, poison, inhalation hazard* dan *dangerous for the environment*.

Hasil penelitian yang ia lakukan juga menyebutkan adanya risiko kesehatan dan keselamatan kerja yang dihadapi oleh pengguna/pengelola laboratorium dari penggunaan bahan kimia dengan sifat-sifat bahan diantaranya bahan kimia *irritant* dapat menyebabkan iritasi kulit, gatal dan luka bakar. Saat bersentuhan langsung dengan tubuh, zat berbahaya dapat berdampak negatif bagi kesehatan tubuh. Bahan kimia *toxic* memiliki sifat racun yang dapat mengakibatkan penyakit serius bahkan hingga kematian jika terhirup atau tertelan. Bahan kimia *very toxic* memiliki sifat sangat beracun. Bahan ini mampu memberikan dampak yang sangat buruk untuk kesehatan hingga kematian. Bahan korosif mampu menyebabkan kerusakan pada jaringan hidup, kontak dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan gatal-gatal, serta menyebabkan kulit mengelupas. Bahan yang mudah terbakar memiliki titik nyala rendah dan mudah tersulut oleh api bunsen, permukaan logam panas, atau percikan api. Bahan

explosive dapat dengan mudah diledakkan oleh panas atau percikan api, gesekan atau saat terjadi benturan. Bahan kimia dengan sifat pengoksidasi mampu mengakibatkan kebakaran melalui panas yang dihasilkan ketika bersentuhan dengan zat organik dan zat pereduksi. Bahan berbahaya bagi lingkungan, memberikan dampak pada satu atau lebih komponen lingkungan, dan mampu merusak ekosistem. Bahan kimia dengan sifat bahaya penghirupan mampu merusak sistem pernapasan. Risiko ini didukung oleh penelitian terdahulu yang mengungkap laporan kecelakaan terkait penggunaan bahan kimia dimana praktikan pingsan setelah menghirup uap dari eter, mengalami cedera pada tangan setelah terkena asam sulfat, praktikan merasakan pusing setelah mengikuti praktikum di laboratorium kimia (Subamia, Sriwahyuni and Widiasih, 2019).

Prioritas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) laboratorium ialah menciptakan proses dan kondisi kerja yang aman dan menyenangkan. Tindakan pertama yang dibutuhkan ialah penilaian risiko untuk mengetahui bagaimana gambaran tingkat risiko kesehatan penggunaan bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak. Tujuannya adalah untuk mengukur tingkat risiko kesehatan penggunaan bahan kimia, mengidentifikasi bahan kimia dan bahaya dari bahan tersebut. Usaha yang tepat untuk mengendalikan risiko dapat mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja serta peningkatan pada produktivitas kerja. (Oditya, 2018). Berdasarkan permasalahan ini, maka dalam kegiatan penelitian ini akan dilakukan penilaian risiko dengan berfokus pada risiko kesehatan dari penggunaan bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif untuk menilai risiko kesehatan dari bahan kimia yang digunakan. Penelitian menggunakan standar Australia/New Zealand 4360:2004 yang dimodifikasi dengan penilaian risiko terhadap bahan kimia Universitas Arizona 2007. Standar AS/NZS 4360:2004 yaitu sebuah manajemen risiko generik yang dikeluarkan oleh Australia, dimana model ini menghitung seberapa besar nilai risiko penggunaan bahan kimia sebelum adanya upaya pengendalian risiko (*basic risk*) hingga setelah adanya upaya pengendalian pada risiko bahan kimia (*existing risk*). Penelitian ini hanya melakukan perhitungan nilai risiko sebelum adanya upaya pengendalian risiko (*basic risk*). Model kedua yang digunakan yaitu penilaian risiko bahan kimia Universitas Arizona 2007, dimana model ini mengacu pada indikator *likelihood* serta konsekuensi/dampak yang ditimbulkan dari penggunaan bahan kimia (Anthony, 2019; Rostanti, 2019).

Penelitian dilakukan di Unit Laboratorium Pendidikan yang berlokasi di Pontianak. Penelitian dilakukan dari tanggal 4 Juli sampai dengan 12 Agustus 2022. Sampel penelitian adalah 24 bahan kimia di laboratorium yang memiliki konsekuensi kesehatan. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mengacu pada standar manajemen risiko Universitas Arizona tahun 2007 dimana tiap indikator tingkat *likelihood* dan *consequences* ditetapkan berdasarkan kejadian terburuk (*worst case*).

Risiko meliputi dampak kesehatan baik akut dan kronik, *likelihood* pajanan atau timbulnya dampak berkaitan oleh jumlah atau kuantitas dari bahan kimia, bentuk fisik, teknik deteksi bahaya, titik didih, rute pajanan dan tekanan uap dari bahan kimia. Tingkat *consequences* dari setiap bahan kimia ditentukan dengan melihat kejadian terburuk (*worst case*) dari indikator titik nyala, nilai LD50, nilai LC50, nilai pH, dan nilai *biological half life* bahan kimia yang digunakan. Penilaian risiko terdiri empat peringkat (*level*) meliputi *extreme risk* (risiko sangat tinggi), *high risk* (risiko tinggi), *moderate risk* (risiko sedang) dan *low risk* (risiko rendah). Peringkat (*level*) risiko dari bahan kimia ialah hasil gabungan antara tingkat kemungkinan (*likelihood*) dengan tingkat konsekuensi (*consequency*) yang mengacu pada sifat intrinsik dari bahan kimia tanpa mempertimbangkan mengenai upaya pengendalian yang telah dilakukan (Anthony, 2019; Rostanti, 2019).

Observasi serta wawancara semistruktur dilakukan kepada kepala unit laboratorium dan petugas laboratorium untuk mendapatkan informasi mengenai upaya tindakan pengendalian risiko dari bahan kimia yang mempunyai dampak atau konsekuensi terhadap kesehatan di unit laboratorium tersebut. Hasil analisis ditampilkan menggunakan tabel dan narasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan kimia diidentifikasi untuk mendapatkan data bahan dengan konsekuensi terhadap kesehatan. Identifikasi dilakukan dengan observasi, laporan data bahan habis pakai (BHP) bahan kimia, dan didukung dengan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari masing-masing bahan kimia. Hasil diketahui terdapat total 24 bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak dengan sifat bahaya terhadap kesehatan yang ditampilkan pada tabel 1.

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa terdapat 8 kategori bahaya kesehatan bahan kimia dengan bahaya terbanyak ada pada bahaya toksisitas akut baik oral, pernafasan maupun melalui kulit yaitu sebanyak 18 bahan kimia. Bahaya kesehatan paling sedikit yaitu pada bahaya mutagenisitas sel nutfah yaitu sebanyak 1 bahan kimia. Hasil

identifikasi juga menunjukkan terdapat beberapa bahan kimia dengan lebih dari satu sifat bahaya.

Distribusi Indikator Penentuan Tingkat Likelihood Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

Indikator penentuan tingkat *likelihood* bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak ditampilkan pada tabel 2. Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa rute pajanan bahan kimia memiliki 2 kategori dimana rute pajanan paling banyak melalui kontak kulit/mata dan ingesti yaitu sebesar 58,33% bahan kimia dengan tingkat *likelihood almost certain* dan paling sedikit melalui rute pajanan kontak inhalasi, kulit/mata yaitu sebesar 41,67% bahan kimia dengan tingkat *likelihood likely*. Pengendalian untuk menurunkan/menekan tingkat *likelihood* pada indikator rute pajanan menjadi prioritas karena berada pada tingkat *almost certain* dimana lebih dari setengah (58,33%) bahan

Tabel 1. Distribusi Identifikasi Bahan Kimia

Kategori Bahan Kimia	Jumlah
Toksistas Akut (oral, Pernafasan dan kulit)	18
Toksistas sitemik, organ target khusus paparan berulang	4
Toksistas organ target khusus, paparan tunggal	3
Korosi/Iritasi Kulit	11
Kerusakan Mata/Iritasi Mata	9
Karsinogenik	3
Mutagenisitas sel nutfah	1
Iritasi saluran pernafasan dan kulit	4
Bahaya aspirasi	-
Toksik terhadap sistem reproduksi	-

Tabel 2. Tingkat *Likelihood* Berdasarkan Indikator Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

	Indikator	Tingkat Likelihood	Jumlah	(%)
Rute Pajanan	Ingesti	Rare	-	-
	Kulit dan atau mata	Unlikely	-	-
	Kulit dan atau mata dan Ingesti	Possible	-	-
	Inhalasi & Ingesti; Inhalasi & Kulit/Mata	Likely	10	41,67
	Kulit/mata, inhalasi, dan ingesti	Almost Certain	14	58,33
	Total		24	100
Bentuk Fisik	Padat; Butiran	Rare	16	66,67
	Cair; Granula	Unlikely	8	33,33
	Uap	Possible	-	-
	Asap; Serbuk Halus	Likely	-	-
	Gas	Almost Certain	-	-
	Total		24	100
Kuantitas Bahan Kimia	Sedikit (<50 ml)	Rare	-	-
	Sedang (50-500 ml)	Possible	11	45,83
	Tinggi (>500 ml)	Almost Certain	13	54,17
	Total		24	100
Tekanan Uap Bahan Kimia	<1 mmHg	Rare	7 + 4*	45,83
	1-<10 mmHg	Unlikely	4	16,67
	10-<100 mmHg	Possible	6	25
	100-<760 mmHg	Likely	3	12,5
	≥760 mmHg	Almost Certain	-	-
	Total		24	100
Titik Didih Bahan Kimia	>302°F / >150°C	Rare	10 + 3*	54,17
	122-302°F / 50-150°C	Possible	9	37,5
	<122°F / <50°C	Almost Certain	2	8,33
	Total		24	100
Teknik Deteksi Bahan Kimia	Teknik deteksi jelas	Rare	-	-
	Terdapat tingkat bau/tingkat iritasi	Unlikely	5	20,83
	Menghasilkan Bau	Possible	5	20,83
	Tidak terdapat tingkat bau/tingkat iritasi	Likely	14	58,33
	Metode analiti	Almost Certain	-	-
	Total		24	100

kimia yang digunakan memiliki rute utama pajanan yaitu melalui kontak inhalasi, kulit, mata dan ingesti. Rute pajanan merupakan hal yang sangat penting dalam terjadinya risiko bahan kimia karena efek toksisitas tidak akan terjadi jika tidak terdapat kontak dengan tubuh manusia. Rute inhalasi dan kulit adalah rute paparan yang paling umum di tempat kerja. Namun diketahui luas permukaan alveoli lebih besar ($\pm 140 \text{ m}^2$) dibandingkan luas permukaan kulit ($\pm 1,5-2 \text{ m}^2$) dan dinding alveoli lebih tipis ($\pm 0,5$ mikron) daripada kulit (1-2 mm), sehingga paparan inhalasi secara signifikan lebih tinggi daripada paparan kulit (Kurniawidjaja *et al.*, 2021).

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa indikator bentuk fisik bahan kimia terdiri dari 2 yaitu berbentuk padat dan cair. Bentuk fisik bahan kimia paling banyak yaitu berupa padatan sebesar 66.67%. Bahan kimia dengan tingkat *likelihood rare* dan paling kecil yaitu berbentuk cair sebesar 33.33% dengan tingkat *likelihood unlikely*.

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa bahan kimia memiliki 2 kategori kuantitas. Paling banyak bahan kimia berkuantitas tinggi ($>500 \text{ ml}$) yaitu sebesar 54,17% dengan tingkat *likelihood almost certain* dan paling sedikit berkuantitas sedang (50-500 ml) yaitu sebesar 45,83% dengan tingkat *likelihood possible*. Penilaian risiko yang dilakukan memberikan gambaran risiko dasar atau awal dari penggunaan bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak. Indikator kuantitas atau konsentrasi bahan kimia yang digunakan berada pada tingkat *almost certain*. Tingkat kemungkinan bahan kimia memberikan dampak yang tidak diharapkan berkaitan dengan konsentrasi atau kuantitas dari bahan kimia tersebut. Semakin tinggi kuantitas dan konsentrasi bahan kimia, maka semakin tinggi juga risikonya. Kuantitas bahan kimia ditentukan dari tahap pengadaan atau pemesanan bahan. *The American Chemical Society* (1993) memperkenalkan konsep "*less is better*", yaitu pemanfaatan bahan kimia dalam jumlah seminimal mungkin memberikan dampak yang sangat besar yaitu kemungkinan timbulnya polusi dapat dikurangi secara signifikan. Manajemen laboratorium harus mempertimbangkan aspek kuantitatif dari jumlah material yang akan dibeli saat melakukan penyesuaian kebutuhan dan kenyataan bahwa memiliki material dalam jumlah besar berimplikasi pada biaya pengelolaan peluang timbulnya limbah jika bahan kimia terkontaminasi atau saat terjadi penurunan kualitas yang membuat bahan tidak dapat digunakan.

Kuantitas bahan kimia dalam jumlah kecil lebih mudah dikontrol (Lasut, 2006). Pihak pengelola laboratorium sudah melakukan upaya dengan penyesuaian kebutuhan bahan kimia dengan mendasarkan pengajuan bahan dari laporan penggunaan bahan tiap semester dan tidak melakukan penyetoran bahan kimia. Adapun jumlah

bahan kimia yang banyak ini salah satunya disebabkan oleh adanya pandemi *Covid-19* yang berdampak pada proses kegiatan di Laboratorium dimana tidak adanya aktivitas praktikum dan penelitian untuk beberapa semester mengakibatkan bahan kimia tidak dimanfaatkan secara maksimal.

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahan kimia memiliki 4 kategori tekanan uap. Paling banyak (45,83%) bahan kimia memiliki tekanan uap $<1 \text{ mmHg}$ dengan tingkat *likelihood rare* dan paling sedikit (12,5%) memiliki tekanan uap $100-760 \text{ mmHg}$ dengan tingkat *likelihood likely*. Berdasarkan tabel 2 diketahui ada 4 bahan kimia tanpa informasi mengenai tekanan uap (simbol *), maka bahan kimia tersebut dianggap memiliki tekanan uap $<1 \text{ mmHg}$.

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa paling banyak (54,17%) bahan kimia memiliki titik didih $>302^\circ\text{F}/>150^\circ\text{C}$ dengan tingkat *likelihood rare* dan paling sedikit bahan kimia (8,33%) memiliki tekanan uap $<122^\circ\text{F}/<50^\circ\text{C}$ dengan tingkat *almost certain*. Berdasarkan tabel 6 diketahui ada 3 bahan kimia tanpa informasi mengenai titik didih, maka bahan kimia tersebut dianggap memiliki titik didih $>302^\circ\text{F}/>150^\circ\text{C}$.

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa bahan kimia memiliki 3 kategori teknik deteksi dengan distribusi terbanyak (58,33%) yaitu tidak terdapat tingkat bau/tingkat iritasi dengan tingkat *likelihood likely* dan paling sedikit (20,83%) bahan kimia memiliki atau terdapat tingkat bau/tingkat iritasi dan menghasilkan bau dengan tingkat *likelihood unlikely* dan *possible*. Teknik deteksi ialah cara untuk mengetahui keberadaan suatu bahan. Kriteria *likely* ini memungkinkan terjadinya pajanan bahaya bahan kimia pada pengguna bahan karena pendeteksi yang sedikit sulit. Bahan kimia berbahaya dengan pendeteksian yang sulit berisiko menyebabkan kecelakaan yang berdampak besar apabila didukung oleh ketidaktahuan pengguna terhadap kandungan dari bahan kimia yang digunakan tersebut (Ramadhani, 2020).

Distribusi Indikator Penentuan Tingkat Consequences Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

Indikator penentuan tingkat *consequences* bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak ditampilkan pada tabel 3. Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa bahan kimia memiliki 3 kategori titik nyala dimana distribusi terbanyak yaitu pada titik nyala $>200^\circ\text{F} / >93^\circ\text{C}$ sebesar 83,33% dengan tingkat *consequences insignificant* dan sebesar 8,33% bahan kimia sama-sama memiliki titik nyala $100-150^\circ\text{F} / 38-66^\circ\text{C}$ dan $0-100^\circ\text{F} / -18-38^\circ\text{C}$ dengan tingkat *consequences moderat* dan *major*. Berdasarkan tabel 3 diketahui ada 18 bahan kimia tanpa informasi mengenai titik nyala (simbol *), maka bahan kimia tersebut dianggap memiliki titik nyala $>200^\circ\text{F}/>93^\circ\text{C}$.

Tabel 3. Indikator Penentuan Tingkat *consequences* Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

	Indikator	Tingkat <i>Consequences</i>	Jumlah	(%)
Titik Nyala Bahan Kimia	>200°F/>93°C	<i>Insignificant</i>	2+18*	83,33
	150-200°F /66-93°C	<i>Minor</i>	-	-
	100-<150°F/38-<66°C	<i>Moderate</i>	2	8,33
	0-<100°F/-18-<38°C	<i>Major</i>	2	8,33
	<0°F/<-18°C	<i>Catastrophic</i>	-	-
Total			24	100
LD50 oral, rat (mg/kg) Bahan Kimia	>5000 mg/kg 2	<i>Insignificant</i>	5	20,83
	500-5000 mg/kg	<i>Minor</i>	12	50
	50-<500 mg/kg	<i>Moderate</i>	4	16,67
	1-<50 mg/kg	<i>Major</i>	3	12,5
	<1 mg/kg	<i>Catastrophic</i>	-	-
Total			24	100
LC50 inh, rat (ppm)	>10,000 ppm	<i>Insignificant</i>	1 + 23*	100
	1,000-10,000 ppm	<i>Minor</i>	-	-
	100-<1,000 ppm	<i>Moderate</i>	-	-
	10-<100 ppm	<i>Major</i>	-	-
	<10 ppm	<i>Catastrophic</i>	-	-
Total			4	100
Nilai pH Bahan Kimia	6-<9	<i>Insignificant</i>	7	29,17
	5-<6 atau 9-<10	<i>Minor</i>	2	8,33
	3-<5 atau 10-<12	<i>Moderate</i>	5	20,83
	1-<3 atau 12-14	<i>Major</i>	8	33,33
	<1 atau >14	<i>Catastrophic</i>	2	8,33
Total			24	100
<i>Biological Half Life</i> Bahan Kimia	Menit	<i>Insignificant</i>	2	8,33
	Jam	<i>Minor</i>	10	41,67
	Hari	<i>Moderate</i>	10	41,67
	Minggu	<i>Major</i>	-	-
	Tahun	<i>Catastrophic</i>	2	8,33
Total			24	100

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa bahan kimia memiliki 4 kategori Nilai LD50. Distribusi terbanyak yaitu pada nilai LD50 500-5000 mg/kg sebesar 50% dengan tingkat *consequences minor*. Distribusi paling sedikit (12,5%) bahan kimia memiliki nilai LD50 1-<50 mg/kg dengan tingkat *consequences major*.

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa bahan kimia memiliki 1 kategori nilai LC50 yaitu >10,000 ppm sebesar 100% dengan tingkat *consequences insignificant*. Berdasarkan tabel 11 diketahui ada 23 bahan kimia tanpa informasi terkait nilai LC50 (symbol*), maka bahan kimia tersebut dianggap memiliki titik nyala >10,000 ppm.

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa bahan kimia memiliki nilai pH dengan distribusi terbesar yaitu pada 1-<3 atau 12-14 sebesar 33,33% dengan tingkat *consequences major*. Dua kategori terkecil (8,33%) bahan kimia sama-sama memiliki nilai pH 5-<6 atau 9-<10 dan <1 atau >14 dengan tingkat *consequences minor* dan *catastrophic*. Nilai pH berhubungan dengan sifat korosif bahan. Nilai pH bahan kimia dengan sifat korosif diantaranya asam kuat, basa kuat, larutan asam lemah, atau basa lemah yang pekat. Zat asam contohnya asam klorida dan asam nitrat

sangat mudah menguap dan menghasilkan asap yang korosif di udara. Kerusakan saluran pernafasan dapat terjadi jika terhirup zat ini. Sifat korosif sangat berbahaya terhadap indra penglihatan, yang mana satu tetesnya dapat mengakibatkan kebutaan dalam 2–10 detik melalui keruhnya lensa atau kerusakan langsung pada kornea. Masalah pada tubuh seperti muntah, sakit perut yang parah hingga kematian dapat terjadi jika tertelan zat kimia ini.

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa bahan kimia memiliki 4 kategori *biological half life* dengan distribusi terbesar yaitu pada *biological half life* jam dan hari yang sama-sama memiliki nilai sebesar 41,67% dengan tingkat *likelihood minor* dan *moderate*. Nilai distribusi terkecil *biological half life* yaitu pada kategori menit dan tahun yang sama-sama memiliki nilai distribusi 8,33% dengan tingkat *likelihood insignificant* dan *catastrophic*. *Biological half life* atau waktu paruh biologis dari suatu substansi adalah waktu untuk suatu substansi bahan kimia setengah dari aktivitas farmakologis, fisiologis, atau radiologisnya. Aktivitas ini berpatokan pada proses pembersihan tubuh oleh ginjal dan hati yaitu proses ekskresi untuk menghilangkan substansi suatu bahan dari dalam tubuh.

Tingkat *likelihood* dan *consequences* Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

Tingkat *likelihood* dan *consequences* dari setiap bahan kimia ditentukan dengan melihat kejadian terburuk (*worst case*) dari tiap indikator yang ada, ditampilkan pada tabel 4. Berdasarkan tabel 4, diketahui bahwa tingkat *likelihood* menurut kejadian terburuk (*worst case*) tiap indikator penilaian bahan kimia terdiri dari 2 kategori dengan tingkat *likelihood* tertinggi yaitu pada tingkat *almost certain* (79,17%) dan tingkat *likelihood* terendah yaitu *likely* (20,83%). Berdasarkan tabel 4, diketahui bahwa tingkat *consequences* menurut kejadian terburuk (*worst case*) tiap indikator penilaian bahan kimia meliputi 4 kategori dengan tingkat *consequences* terbesar yaitu *major* sebesar 45,83% dan tingkat *consequences minor* menjadi yang terkecil (8,33%).

Tingkat Risiko Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

Hasil distribusi tingkat risiko bahan kimia ditampilkan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Penilaian Tingkat Risiko Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak

No	Penilaian Tingkat Risiko	Jumlah	(%)
1	<i>Extreme Risk</i>	21	87,5
2	<i>High Risk</i>	3	12,5
3	<i>Moderate Risk</i>	-	-
4	<i>Low Risk</i>	-	-
Jumlah		24	100

Berdasarkan tabel 5, dapat diketahui sebanyak 21 (87,5%) bahan kimia masuk dalam kategori *extreme risk* dan risiko terkecil dari bahan kimia ada pada tingkat *high risk* sebanyak 3 (12,5%) bahan kimia. Mengacu pada pengendalian risiko menurut AS/NZS 4360 bahwa pengendalian risiko hanya dilakukan jika suatu risiko tidak dapat diterima yaitu ketika hasil penilaian berada diatas medium. Risiko yang tergambar setelah dilakukannya penilaian risiko ialah bahwa sebagian besar bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan

Pontianak memiliki tingkat risiko *extreme risk* yang dimaknai tingkat risiko sangat tinggi dan fatal; mengakibatkan kerusakan fasilitas dan area sekitarnya. Oleh karena itu diperlukan tindakan atau upaya pengendalian. Tidak boleh ada kegiatan tanpa upaya pengendalian yang tepat untuk menurunkan risiko dari penggunaan bahan kimia. Penilaian risiko yang penulis lakukan memberikan gambaran risiko dasar atau awal dari penggunaan bahan kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak dan upaya pengendalian yang diberikan berfokus pada indikator penilaian dari tiap indikator. Analisis ini merupakan analisis tingkat risiko awal dan jika ingin diketahui tingkat risiko akhir dengan mempertimbangkan upaya pengendalian yang telah dilakukan maka perlu dilakukan analisis risiko kembali.

Menurut Ramli (2010) upaya pengendalian untuk menurunkan / menekan *likelihood* dapat dilakukan dengan teknik isolasi atau memberi pembatas antara sumber bahaya dan penerima. Berdasarkan hal ini maka pengendalian pertama yang direkomendasikan ialah dengan memaksimalkan penggunaan lemari asam/*fume cabinets/fume hoods* dalam setiap interaksi dengan bahan kimia terutama yang memiliki konsentrasi tinggi (pekat). Lemari asam/ *fume cabinets/ fume hoods* adalah suatu alat yang digunakan untuk membatasi pengguna dari paparan bahan kimia dan partikel halus yang juga dilengkapi dengan *exhaust fan*. *Exhaust fan* berfungsi sebagai alat untuk mensirkulasikan udara dalam lemari asam sehingga udara dalam lemari asam akan bersirkulasi dengan baik (Hutajulu, 2021). Unit laboratorium sudah memiliki satu buah lemari asam di ruang penyimpanan bahan. Namun, tidak diketahui berapa kekuatan atau daya hisapnya. Perlu dilakukan pengukuran kemampuan daya hisap dari lemari asam yang dimiliki laboratorium dan perlu untuk melengkapi lemari asam/*fume cabinets/ fume hoods* yang sudah ada dengan filter karbon khusus untuk menyerap uap/materi kimia sehingga tidak menkontaminasi lingkungan. Filter karbon harus diganti secara rutin yaitu minimal setiap 4 bulan sekali atau ketika kemampuan filter karbon untuk menyerap aroma dari draft berkurang (Hutajulu, 2021).

Tabel 4. Tingkat *Likelihood* dan *Consequences* Bahan Kimia

		Tingkat <i>Likelihood</i>					Total
		<i>Almost Certain</i>	<i>Likely</i>	<i>Possible</i>	<i>Unlikely</i>	<i>Rare</i>	
Jumlah	N	19	5	-	-	-	24
	%	79,17	20,83	-	-	-	100
		Tingkat <i>Consequences</i>					Total
		<i>Catastrophic</i>	<i>Major</i>	<i>Moderate</i>	<i>Minor</i>	<i>Insignifican</i>	
Jumlah	N	4	11	7	2	-	24
	%	16,67	45,83	29,17	8,33	-	100

Rekomendasi pengendalian teknik yang juga menjadi kebutuhan *urgent* di laboratorium ialah penyediaan *emergency shower* dan pencuci mata (*eye wash*) serta pemasangan ventilasi pada ruang laboratorium kimia dan ruang penyimpanan bahan kimia. Pemilihan ventilasi harus disesuaikan dengan tingkat toksikan yang ada. Ventilasi berperan penting dalam menjaga kualitas udara laboratorium. Pemasangan bertujuan jika terjadi kebocoran, bahan kimia tidak akan menyebar ke daerah sekitarnya sehingga dampak yang ditimbulkan dapat dikurangi.

Menurut penelitian beberapa faktor penyebab timbulnya masalah kesehatan akibat pekerjaan di laboratorium adalah karena pengguna laboratorium kurang memahami sifat bahaya dari bahan kimia yang digunakan, tidak menjalankan prosedur dengan semestinya, kurangnya kehati-hatian, kelalaian dalam bekerja serta pengawasan yang kurang. Berdasarkan hal tersebut selain melalui upaya pengendalian teknik, direkomendasikan upaya pengendalian administrasi untuk menurunkan/menekan tingkat *likelihood* indikator rute pajanan bahan kimia dengan upaya menciptakan perilaku *safety* petugas laboratorium melalui pemberian pelatihan kepada seluruh petugas laboratorium mengenai pengelolaan bahan kimia yang aman/prosedur kerja aman meliputi pengangkutan (pengangkutan bahan kimia dari tempat penyimpanan ke tempat penggunaan), penyimpanan, dan penggunaan.

Rekomendasi pengendalian administrasi berikutnya ialah melalui *chemical hazard communication* berupa pembuatan *safety induction* yang berisi: Informasi area khusus di laboratorium (ruang penyimpanan bahan kimia); Peraturan standard keselamatan kerja di laboratorium; APD yang semestinya digunakan; Prosedur keadaan darurat seperti prosedur penggunaan alat *emergency* (APAR, *eyewash*, *eyeshower*, dsb); Prosedur pelaporan saat terjadi kecelakaan; bahaya spesifik di laboratorium dan cara mengendalikannya; *Job safety analysis* dalam bekerja di laboratorium. *Safety induction* sebagai bentuk sosialisasi berkala yang dilakukan setiap awal semester guna meningkatkan pemahaman praktisi sains (dosen/peneliti, laboran) tentang pentingnya keselamatan dan keamanan dalam bekerja di Laboratorium Kimia. Rekomendasi ketiga yaitu membuat lembar keselamatan bahan /MSDS yang memuat: Identitas bahan & perusahaan pemasok; komposisi bahan; identifikasi bahaya; tindakan P3K; Tindakan penanggulangan kebakaran; Tindakan terhadap tumpahan dan kebocoran; Penyimpanan dan penanganan bahan; Pengendalian pemajanan dan APD; Sifat fisik dan kimia; Reaktivitas dan stabilitas; Informasi toksikologi; Informasi ekologi; Pembuangan limbah; Pengangkutan; Peraturan perundang-undangan; Informasi lain yang diperlukan (Sulistiyawati, 2011).

Upaya pengendalian administrasi juga direkomendasikan melalui sistem penyimpanan bahan kimia. Bahan kimia idealnya harus disimpan dengan sistem penyimpanan yang memenuhi persyaratan/sesuai standar. Menurut PP No. 74 Tahun 2001 tempat penyimpanan bahan kimia yang sesuai dengan persyaratan adalah tempat yang perancangannya disesuaikan dengan karakteristik B3 yang disimpan. Menerapkan penempatan bahan kimia sesuai standar akan menjadikan bahan kimia terkategori sesuai dengan tingkat bahaya dan karakteristik bahan kimia. Pada wadah bahan juga dilengkapi kode-kode yang jelas mengenai bahaya dan karakteristik bahan. Kondisi ini akan secara langsung menginformasikan kepada pengguna mengenai bahaya dari bahan yang akan digunakan. Lingkungan tempat penyimpanan bahan kimia juga harus dimonitoring terutama terkait suhu, kelembaban dan pencahayaan yang tepat. Pencahayaan yang ideal di laboratorium yaitu antara 540 –1075 lux (Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian, 2018). Melalui upaya pengendalian administrasi yang direkomendasikan ini diharapkan akan memberikan informasi sebagai pengetahuan yang akan membentuk perilaku *safety* seluruh yang beraktivitas dengan bahan kimia di laboratorium utamanya terkait dapat melindungi diri dari pajanan bahan kimia rute mata yang dapat menyebabkan cedera mata, rute ingesti dengan melindungi diri untuk tidak mencerna bahan kimia berbahaya, rute inhalasi dengan melindungi diri untuk tidak menghirup bahan kimia berbahaya serta rute kulit dengan melindungi kulit untuk tidak kontak dengan bahan kimia berbahaya.

Pengendalian risiko lainnyayang direkomendasikan untuk menangani *consequences* dari bahan kimia yaitu memberikan asupan untuk detoksifikasi toksikan. Kemudian merekomendasikan pengendalian administrasi melalui pembentukamn tim *emergency respon*. Pengelola laboratorium harus mengetahui apa yang harus dilakukan dalam keadaan darurat. Laboratorium harus memiliki rencana darurat tertulis untuk kecelakaan, tumpahan, kebakaran, kecelakaan, dan potensi keadaan darurat lainnya, termasuk prosedur komunikasi dan respons. Laboratorium tidak boleh dijalankan tanpa pengetahuan tentang rencana kedaruratan bahan kimia, yang memiliki berbagai kriteria tersendiri, sehingga pelatihan tim yang dibentuk sangat penting (Redjeki, 2016). Rekomendasi berikutnya ialah membentuk tim P3K dan memberikan pelatihan kepada tim yang dibentuk dapat mengacu pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Per.15/Men/VIII/2008 Tentang Pertolongan Pertama pada Kecelakaan di Tempat Kerja.

Penyediaan APD menjadi salah satu rekomendasi yang wajib diberikan sebagai upaya

menangani *consequences* dari bahan kimia. Bekerja dengan bahan kimia yang memiliki kriteria intrinsik yang bermacam-macam tentunya membutuhkan APD yang kompleks contohnya saat penggunaan bahan kimia yang memiliki sifat asam kuat atau basa kuat. Laboartorium sudah melakukan upaya tersebut dengan menyediakan APD berupa baju pelindung / jaslab bagi petugas laboratorium. Namun untuk jenis APD yang lain seperti sarung tangan khusus bahan kimia, respirator dan kaca mata pelindung penyediannya belum optimal. Sehingga perlu dilakukan manajemen APD untuk memaksimalkan upaya pengendalian risiko.

Penelitian ini menggunakan modifikasi model manajemen risiko AS/NZS 4360:2004 dan teknik penilaian risiko Universitas Arizon. Kelebihan model manajemen risiko AS/NZS 4360:2004 yaitu didalamnya terdapat penilaian risiko sebelum ada pengendalian dan penilaian risiko dengan mempertimbangkan upaya pengendalian risiko yang telah dilakukan. Model ini memungkinkan peneliti untuk mengetahui keefektifan upaya pengendalian yang telah dilakukan. Kelebihan berikutnya yaitu penggunaan teknik penilaian risiko Universitas Arizon dengan melihat indikator *likelihood* dan *consequences* yang hasilnya dapat digunakan untuk memetakan bahaya dari penggunaan bahan kimia di laboraorium. Kekurangan pada penelitian ini ialah tidak dilakukan penilaian risiko dengan mempertimbangkan upaya pengendalian risiko yang telah dilakukan oleh laboratorium.

KESIMPULAN

Terdapat 24 bahan kimia yang digunakan laboratorium. Bahaya kesehatan dari bahan kimia yang digunakan diantaranya bersifat toksisitas akut, toksisitas sistemik organ target khusus paparan berulang, toksisitas organ target khusus, paparan tunggal, korosi/iritasi kulit, kerusakan mata/iritasi mata, karsinogenik, mutagenisitas sel nutfah, dan iritasi saluran pernafasan dan kulit. Tingkat risiko kesehatan penggunaan bahan kimia berada pada kategori *extreme risk*.

Saran yang diberikan yaitu menyediakan sarana K3 seperti *safety shower*, *eyewash*, dan kelengkapan APD berupa masker pelindung pernafasan (*respirator*), sarung tangan karet, kaca mata keselamatan, dan sepatu keselamatan, melakukan penataan bahan kimia sesuai standar, memastikan kemampuan daya hisap dari *exhaust fan* pada lemari asam / *fume hoods* sesuai standar baku, memasang ventilasi pada ruang penyimpanan bahan kimia, melengkapi MSDS tiap bahan kimia dan menempatkan MSDS pada tempat yang terlihat dan mudah dijangkau, membentuk TIM P3K dan memberikan pelatihan membentuk tim *emergency respon* dan memberikan pelatihan, memberikan pelatihan pengelolaan bahan kimia yang

aman/prosedur kerja aman menyusun *safety induction* di laboratorium, menyusun menu makanan untuk detoksifikasi bagi petugas laboratorium, mengkomunikasikan hasil penilaian risiko ini melalui laporan tertulis yang ditujukan kepada pengambil kebijakan.

Acknowledgement

Terima kasih pada pihak-pihak yang sudah mendukung, mendoakan dan ikut berkontribusi dalam pembuatan artikel ini. Para penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan dengan pihak-pihak terkait dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Anthony, M. B. (2019) 'Analisa Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Standar AS/NZS 4360:2004 Di Perusahaan Pulp&Paper Muhamad', *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 2(2), pp. 78–87.
- Hutajulu, R. (2021) *Perancangan dan Pembuatan Pintu Otomatis Pada Lemari Asam Menggunakan Limit Switch dan Arduino Mega 2560*. Universitas Islam Riau.
- Kemenperin RI (2013) 'Perturan menteri perindustrian Republik Indonesia nomor 23/M-IND/PER/4/2013 tentang perubahan atas peraturan menteri perindustrian nomor 87/M-IND/PER/9/2009 tentang sistem harmonisasi global klasifikasi dan label pada bahan kimia', pp. 1–9.
- Kurniawidjaja, L. M. *et al.* (2021) *Konsep Dasar Toksikologi Industri*. Ed 1, *Fkm Ui*. Ed 1. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Lasut, R. (2006) 'Implementasi Manajemen Bahan Kimia Dan Limbah Laboratorium Kimia (Studi Kasus di Laboratorium PT Pupuk Kaltim , Tbk)', *Tesis*.
- Oditya, I. P. (2018) 'Risk Management At Biopharmaceutical and Pharmaceutical Analysis Laboratory of Airlangga University', *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 7(1), pp. 81–90.
- PerMenpan RB No 3 (2010) 'Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 03 Tahun 2010 Tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya', in. Jakarta.
- Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian (2018) *Buku Informasi Menyimpan Bahan Kimia dengan Aman*. versi 2018. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan

- Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian.
- Rahmantiyoko, A., Sunarmi, S. and Rahmah, F. K. (2019) 'Keselamatan dan Keamanan Kerja Laboratorium', *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (4), pp. 36–38.
- Ramadhani, S. P. (2020) *Pengelolaan Laboratorium (Panduan Pengajar dan Inovator Pendidikan)*. ED 1. Edited by Y. M. Karya. Depok: Yiesa Rich Foundation.
- Redjeki, S. (2016) *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Ed. 1. Jakarta: Pusdik SDM Kesehatan.
- Rostanti, D. (2019) *Gambaran Risiko Kesehatan Penggunaan Bahan Kimia Di Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Uin Syarif Hidayatullah Jakarta Tahun 2019*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Subamia, I. D. P., Sriwahyuni, I. G. A. N. and Widiasih, N. N. (2019) 'Analisis Resiko Bahan Kimia Berbahaya di Laboratorium Kimia Organik', *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 13(1), pp. 49–70.
- Subamia, I. P. *et al.* (2016) 'IMPLEMENTASI 3RH (Reduce, Reuse, Recycle, dan Handle)d alam Manajemen Bahan dan Limbah Laboratoriumkimia Dasar FMIPA Undiksha sebagai Upaya Efisiensi dan Depolutansi', *Jurnal Pengelolaan Laboratorium*, 1(1), pp. 156–163.
- Sulistiyawati, D. (2011) *Pengelolaan Bahan Kimia Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Dan Penyakit Akibat Kerja Di PT . Heinz Abc Indonesia Karawang Jawa Barat*. Surakarta.