

ASESMEN RISIKO KESEHATAN BAHAN KIMIA PADA PROSES MANUAL FILM RADIOGRAFI DI PTN X TAHUN 2022

Setio Adi Saputro¹, Hendra Djamalus²

Departemen K3, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia ^{1,2}

setioadisaputro@gmail.com¹, dahren75@gmail.com²

ABSTRACT

X-ray radiographic films are processed using liquid developers and fixers that contain chemicals and are known to have health effects. Aspiring radiographers spend more time in the processor area processing more films thus increasing the risk of chemical exposure. This study aims to assess the health risks of using developer and fixer chemicals necessary for safety mitigation in the process. The assessment used a case study approach with a combination of qualitative and semi-quantitative methods through inhalation and dermal exposure routes. The results of the risk assessment of inhalation route chemical exposure to hydroquinone, acetic acid, glutaraldehyde, ammonium thiosulfate and aluminium thiosulfate have a value of 9, 15, 15, 9 and 6, respectively. In assessing health risks in chemical exposure using several steps starting with collecting information, recognizing and dividing it into several activities, determining the level of health hazards, evaluating exposure both through inhalation and dermal to determine the level of health risk. In dermal exposure, hydroquinone, acetic acid, and glutaraldehyde chemicals have moderate risk. In aluminum sulfate chemicals have a high risk value while Ammonium Thiosulfate has a moderate risk value. In the inhalation exposure route, the highest risk assessment was during the development process using glutaraldehyde and acetic acid chemicals with a value of 15. From a health perspective, this study emphasizes the need to take into account the impact of the use of liquid chemicals in the radiographic manual film processing.

Keywords : chemical assessment, chemical health risk ,dermal exposure, inhalation exposure, radiographic chemicals

ABSTRAK

Film radiografi sinar –X diproses menggunakan cairan *developer* dan *fixer* yang mengandung bahan kimia dan diketahui memiliki efek terhadap kesehatan. Calon radiografer menghabiskan lebih banyak waktu di area prosesor dalam memproses lebih banyak film sehingga meningkatkan risiko paparan bahan kimia. Penelitian ini bertujuan untuk menilai risiko kesehatan penggunaan bahan kimia *developer* dan *fixer* penting diperlukan untuk mitigasi keselamatan pada proses tersebut. Asesmen ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode kombinasi kualitatif dan semi-kuantitatif melalui rute pajanan inhalasi dan pajanan dermal. Hasil penilaian risiko pajanan bahan kimia rute inhalasi pada *hydroquinone*, *acetic acid*, *glutaraldehyde*, *ammonium thiosulfate* dan *aluminium thiosulfat* secara berturut-turut memiliki nilai 9,15,15,9 dan 6. Dalam menilai risiko kesehatan pada pajanan bahan kimia menggunakan beberapa langkah yang diawali dengan mengumpulkan informasi, melakukan rekognisi dan membaginya menjadi beberapa aktifitas, menentukan tingkat bahaya kesehatan, melakukan evaluasi pajanan baik melalui inhalasi maupun dermal sampai menetapkan level risiko kesehatan. Pada pajanan melaui *dermal* bahan kimia *hydroquinone*, *acetic acid*, dan *glutaraldehyde* memiliki risiko *moderate*. Pada bahan kimia *aluminium sulfate* memiliki nilai risiko tinggi sedangkan *Ammonium Thiosulfate* nilai risikonya *moderate*. Pada rute pajanan inhalasi penilaian risiko paling tinggi ada pada saat proses *development* menggunakan bahan kimia *glutaraldehyde* dan *acetic acid* dengan nilai 15. Dari perspektif kesehatan, studi ini menekankan perlunya memperhitungkan dampak dari penggunaan cairan bahan kimia pada proses pencucian film radiografi.

Kata Kunci : Asesmen Bahan Kimia, Pajanan Dermal, Pajanan Inhalasi, Bahan Kimia Radiografi, Risiko Kesehatan

PENDAHULUAN

Produksi film radiografi memerlukan bahan kimia sebagai proses pembentukan

gambaran, Bahan kimia radiografi adalah bahan kimia terkonsentrasi cair untuk pemrosesan manual semua film sinar-X medis

(Fujifilm Singapore, n.d.). Bayangan laten pada film diperkuat dan distabilkan selama proses *development* menggunakan agen pereduksi seperti *hydroquinone*. Gambar diperbaiki oleh agen pelarut untuk menghilangkan perak halida yang tidak terpakai. *Glutaraldehyde* diperlukan sebagai zat pengeras dalam larutan *developer*. Proses tersebut memerlukan pajanan potensial terhadap *hydroquinone*; *glutaraldehyde*; *formaldehida*; *glikol*; *asam asetat*; *natrium sulfid*; *sulfur dioksida*; *amonium klorida*; senyawa perak; dan bahan kimia lainnya. Beberapa di antaranya, khususnya aldehida, telah terbukti menyebabkan atau memperburuk asma (González Jara et al., 2013). Asma akibat kerja telah diamati pada radiografer, profesional teknis yang membuat radiografi dan memproses film (Ahmed, 2010; Liss et al., 2003). Selain itu, beberapa korban terpajan (radiographer) telah melaporkan berbagai macam gejala termasuk sakit kepala; sakit tenggorokan; suara serak; sakit mata; kelelahan; masalah sinus; sendi yang menyakitkan; ulkus mulut; penyakit selesema; tinitus; dada kencang; ruam kulit; *dispnea*; aritmia jantung; nyeri dada; dan mati rasa (Al Zabadi & Nazzal, 2014).

Survei pada departemen pemrosesan film sinar-X mengungkapkan kontaminan utama udara pada kamar gelap adalah sulfur dioksida dan asam asetat pada konsentrasi sekitar 0,1 ppm sedangkan *Glutaraldehyde* tidak terdeteksi baik di udara sekitar maupun di saluran pembuangan dari prosesor film otomatis (Scobbie et al., 1996).

Dalam sebuah penelitian di British Columbia, Kanada, pajanan pribadi radiografer terhadap *glutaraldehyde* (penyusun kimia *developer*), asam asetat (penyusun kimia *fixer*), dan *sulfur dioksida* (produk sampingan sulfid yang terdapat dalam larutan *developer* dan *fixer*) diukur. Rata-rata pajanan *full shift* terhadap *glutaraldehyde*, asam asetat, dan sulfur dioksida masing-masing adalah 0.0009 mg/m³, 0.09 mg/m³, dan 0.08 mg/m³. Radiografer yang memproses film sinar-X menggunakan larutan pengembang dan *fixer* yang mengandung bahan kimia yang diketahui menyebabkan atau

memperburuk asma (Teschke et al., 2002). Potensi bahaya kimia karena proses produksi gambaran radiograf dapat masuk melalui: *Inhalation* (lewat pernafasan), *skin contact* (lewat kulit) dan *ingestion* (lewat mulut kesaluran pencernaan). Potensi terjadinya reaksi tubuh terhadap pajanan bahan kimia tergantung dari dosis dan jenis kontaminannya (NIH, 2022).

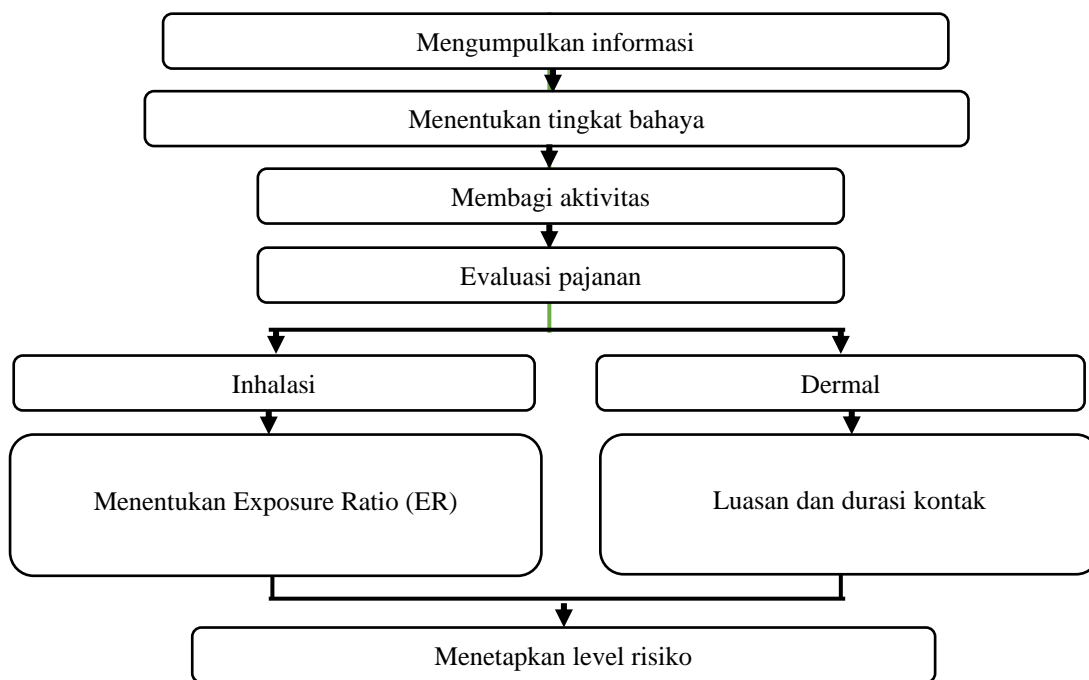
Perguruan tinggi negeri (PTN) X merupakan perguruan tinggi vokasi kesehatan yang memiliki program studi teknik radiologi untuk mencetak radiografer handal dan profesional dimasa depan. Salah satu kompetensi keahliannya adalah melakukan *filming* gambar radiografi menggunakan *manual processing*. Pada proses tersebut terdapat beberapa aktifitas pencucian manual yang menyebabkan calon radiografer terpajan secara langsung dari bahan-bahan kimia pemrosesan film di tempat yang minim sekali cahaya. Bahaya kesehatan akibat pajanan cairan *developer* dan *fixer* terhadap calon radiografer perlu dinilai untuk mengontrol potensi bahaya khususnya bahaya terhadap kesehatan dalam proses *filming*. Oleh karena itu perlu dilakukan penilaian risiko kesehatan secara komprehensif terhadap pajanan kimia di laboratorium radiologi pendidikan di perguruan tinggi X. Diharapkan penilaian risiko kesehatan terhadap pajanan bahan kimia di laboraorium radiologi pendidikan ini dapat menjadi landasan program keselamatan dan kesehatan kerja di zona kontrol. Penelitian ini bertujuan untuk menilai risiko kesehatan penggunaan bahan kimia *developer* dan *fixer* penting diperlukan untuk mitigasi keselamatan pada proses tersebut

METODE

Asesmen ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode kombinasi kualitatif dan semi-kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memperkirakan derajat pelepasan bahan kimia (*degree of chemical release*) dengan memperhatikan frekuensi, durasi dan intensitas besaran pajanan dan juga digunakan dalam menentukan nilai *exposure rating* dalam

penelitian ini, dimana data pajanan terbatas tidak tersedia (DOSH, 2018). Pendekatan semi-kuantitatif digunakan untuk menentukan level durasi pajanan, dan level risiko. Asesmen risiko kemudian didapatkan dari nilai-nilai yang sudah ditentukan dari kedua metode tersebut. Evaluasi pajanan harus dilakukan tanpa memperhatikan penggunaan alat pelindung diri baik melalui rute pajanan inhalasi dan rute pajanan *dermal* (DOSH, 2018). Penelitian ini mengamati proses produksi gambaran radiografi bersama instruktur dan calon radiografer di ruangan khusus kamar gelap (*dark room*). Penelitian ini

dilakukan di salah satu laboratorium pendidikan tinggi vokasi pada desember 2022, dengan objek yang diteliti adalah proses kerja dan cairan kimia sesuai dengan kriteria *Globally Harmonized System (GHS)*, dengan banyaknya bahan kimia sejumlah lima bahan kimia. Data didapat dengan pengamatan dan pengukuran langsung pada saat processing film radiograf dan juga menganalisis data yang tersedia dalam literatur. Prosedur analisis dalam menjalankan *Chemical Health Risk Assesment (CHRA)* terdiri dari beberapa langkah dan terangkum dalam gambar 1:



Gambar 1. Skema dalam melakukan CHRA
Sumber: DOSH, 2018

Risiko pajanan inhalasi di kelompokkan berdasarkan tabel 1.

Tabel 1. Kategori bahaya kesehatan (inhalasi)

HR	Klasifikasi Hazard	H-Code
5	Toksisitas akut kategori 1 (inhalasi)	H330
	Karsinogenisitas kategori 1A	H350, H350i
	Mutagenitas kategori 1A	H340
	Toksisitas organ target spesifik – eksposi tunggal kategori 1	H360, H360F, H360D, H360FD,

		H360Fd, H360Df
4	Toksisitas reproduksi kategori 1A	H370
	Toksisitas akut kategori 2 (inhalasi)	H330
	Karsinogenisitas kategori 1B	H350, H350i
	Mutagenitas kategori 1B	H340
	Toksisitas reproduksi kategori 1B	H360, H360F, H360D, H360FD, H360Df
	Efek pada atau melalui laktasi	H362

	Toksisitas organ target spesifik – eksposi tunggal kategori 2	H371
	Toksisitas organ target spesifik – eksposi berulang kategori 1	H372
	Sensitifitas pernafasan kategori 1	H334
3	Toksisitas akut kategori 3 (inhalasi)	H331
	Karsinogenisitas kategori 2	H351
	Mutagenitas kategori 2	H341
	Toksisitas reproduksi kategori 2	H361, H361f, H361d, H361fd
	Toksisitas organ target spesifik – eksposi berulang kategori 2	H373
	Toksisitas organ target spesifik – eksposi tunggal kategori 3 (iritasi saluran pernafasan)	H335
2	Toksisitas akut kategori 3 (inhalasi)	H332
	Toksisitas organ target spesifik – eksposi tunggal kategori 3 (efek narkotik)	H336
1	Bahan kimia lain tidak diklasifikasikan	H333

Adapun untuk penilaian risiko kesehatan terhadap pajanan dermal menggunakan matriks *H-Code* pada properti bahan kimia dan cakupan luas area kontak pada calon radiografer yang terpajan. Penilaian risiko berdasarkan panduan asasmen risiko bahan kimia yang dikeluarkan Department of Occupational Safety and Health (DOSH) Malaysia.

Evaluasi pajanan melalui inhalasi diperkirakan dengan derajat pelepasan bahan kimia atau keberadaannya pada batas pajanan. Sebagai aturan praktis, dua kali volume bahan yang dilepaskan akan mengandakan konsentrasi. Estimasi tingkat pajanan terutama didasarkan pada parameter berikut: a) Frekuensi pajanan (F); b) Durasi pemaparan (D) ; dan c) Intensitas atau besarnya pajanan (M).

Semakin sering atau semakin lama durasi bahan kimia digunakan, semakin tinggi tingkat pajanannya. Semakin besar jumlah bahan kimia yang terhirup, semakin tinggi tingkat pajanannya. Besarnya pajanan/ *magnitude of exposure* , ditentukan oleh derajat pelepasan zat kimia/ *degree of chemical release* (DCR) dan derajat zat kimia yang terhirup/ *degree of chemical inhaled* (DCI).

Bahan kimia yang dilepaskan sebagai kontaminan di udara dalam bentuk uap, gas, kabut, atau partikulat, memperbesar peluang sebagai jalur kontaminan yang dapat terhirup ke dalam saluran pernafasan atau dikenal dengan *degree of chemical inhaled* (DCI). Dalam menentukan Estimasi tingkat pajanan, derajat pelepasan bahan kimia, dan derajat zat kimia yang terhirup ditetapkan berdasarkan panduan asasmen risiko bahan kimia yang dikeluarkan Department of Occupational Safety and Health (DOSH) Malaysia

Tabel 2. Matriks risiko untuk pajanan dermal

Sifat	H-code	Pajanan <15 min/ shift		Pajanan ≥15 min/shift	
Iritan	H 315	L	M1	M1	M2
	H 319	M1		M2	
Korosif	H 314	M1	H1	H1	H2
	H 318	H1		H2	
Kepekaan/ sensitifitas	H 317	L	M1	M2	H1
Toksisitas akut	H 312	M1	M1	M1	H1
	H 311	M1	M1	M2	H1
	H 310	H1	H1	H1	H2
Efek kombinasi	H 310 dengan H 314	H1	H1	H1	H2
Penyerapan Kulit dan sifat lainnya	H 315	M1	M1	M2	H1
	H 350	H1	H1	H1	H2
	H 341	H1	M1	M2	H1
	H 340	H1	H1	H1	H2
	H 361, H 361f, H361d, H361fd	M1	M1	M2	H1
	H 360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df	H1	H1	H1	H2
	H 370	H1	H1	H1	H2
	H 371	M1	M2	M2	H1
	H 372	M1	M1	M2	H1
	H 373	L	M1	M2	M2

Secara teknis hasil asesmen risiko kesehatan akibat pajanan bahan kimia diperoleh dari penentuan *hazard rating* dan *exposure rating* yang di sesuaikan dengan standar penilaian risiko kesehatan terhadap bahan kimia yang dikeluarkan *Departemen Occupational Health And Safety* Malaysia.

HASIL

Berdasarkan informasi yang dikumpulkan, pada proses processing film radiograf, aktivitas yang paling berbahaya adalah pada saat proses *development* dan proses *fixing* film dengan cara manual (lihat Tabel 3). Calon radiografer sebagian besar tidak menggunakan sarung tangan karet dalam melakukan proses tersebut. Ketersediaan sarung tangan lateks sejatinya sudah di siapkan di area praktikum. Berdasarkan kedua proses *developmen* dan *fixing*, di evaluasi pajanan melalui rute inhalasi dan *dermal* sehingga dapat ditetapkan level risikonya (lihat Tabel 4)

Tabel 3. Hasil pengamatan dari aktivitas manual processing film radiografi

Proses	Bahan Kimia	Waktu pajanan (inhalasi dan dermal)
<i>Development</i>	<i>Hydoquinone</i>	3 menit/ film rontgent (rata2 praktikum 8 film)
	<i>Glutaraldehyde</i>	
	<i>Acetic acid</i>	
<i>Fixing</i>	<i>Amonium thiosulfate</i>	6 menit/ film rontgent (rata2 praktikum 8 film)
	<i>Aluminum sulfat</i>	

Proses Development

Asesmen Pajanan Melalui Inhalasi

Dari hasil asesmen risiko kesehatan terkait pajanan *hydroquinone* dari proses *filming* citra radiografi pada proses *development*, dengan gambaran aktivitas *filming* manual citra radiografi dilakukan oleh calon radiografer sebanyak delapan kali dalam setiap kelas praktikum dalam seminggu, dengan durasi *development* selama 2-3 menit per film *rontgent*. Didapatkan nilai *Hazard Rating* 3, nilai *Frequency-Duration Rating* (FDR) adalah 2 (nilai FDR selanjutnya dapat di lihat pada lampiran 1), nilai derajat pelepasan bahan kimia *potassium hydroxides* adalah *moderate*, nilai derajat bahan kimia terhirup adalah *moderate*, nilai *Exposure*

Rating (ER) adalah 3 dan *Risk Rating* ada pada tingkatan 3 dalam matriks risiko yang merupakan risiko level rendah.

Pada bahan kimia *acetic acid* didapatkan nilai *Hazard Rating* sebesar 5, dengan nilai FDR adalah 2, dan *Risk Rating* adalah 15.

Pada bahan kimia *glutaraldehyde* diperoleh nilai *Hazard Rating* 5, dengan nilai ER sebesar 3 dan nilai *Risk Rating* sebesar 15. Hasil asamen selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Asesmen risiko processing film radiografi manual rute pajanan inhalasi

Bahan kimia	H R	Exposure Rating					RR	
		FDR		MR		ER		
		F	D	DC	DC			
<i>Hydroquinone</i>	3	4	1	M	M	+1	3	9
<i>Acetic Acid</i>	5	4	1	M	M	+1	3	15
<i>Glutaraldehyde</i>	4	5	1	M	M	+1	3	15
<i>Ammonium</i>	3	4	1	M	M	+1	3	9
<i>Thiosulphate</i>								
<i>Aluminium Sulfate</i>	3	4	1	M	M	+1	2	6

Ket:
 HR = *Health Rating* (nilai Bahaya)
 FDR = nilai matriks *Frequency-Duration Rating*
 F= *Frequency*
 D= *Duration*
 MR = *Magnitude Rating*
 DCR = *Degree of Chemical Release*
 DCI = *Degree of Chemical Inhaled*
 MR (MF) = *Magnitude Rating Modifying Factors*
 ER = *Exposure Rating*
 RR = *Risk Rating*

Asesmen Pajanan Melalui Dermal

Berdasarkan hasil asesmen risiko kesehatan terkait pajanan *hydroquinone* melalui *dermal* pada kegiatan *filming* citra radiografi proses *development*, dengan gambaran aktivitas *filming* manual citra radiografi dilakukan oleh calon radiografer sebanyak delapan kali dalam setiap kelas praktikum dalam seminggu, dengan durasi *development* selama 2-3 menit per film *rontgent*. Didapatkan nilai *H-code* berdasarkan *safety data sheet* adalah H317 yang dapat menyebabkan sensitifitas kulit kategori 1 dengan durasi pajanan 24 menit dalam satu

hari. Pada bahan kimia *Acetic acid* didapatkan nilai *H-Code* berdasarkan *safety data sheet* adalah H312 yang artinya berpotensi menyebabkan keracunan akut kategori 4 dengan durasi pajanan 24 menit dalam satu hari.

Pada bahan kimia *glutaraldehyde* didapatkan nilai *H-Code* berdasarkan *safety data sheet* adalah H317 yang artinya berpeluang menyebabkan kepekaan kulit kategori 1 dengan durasi pajanan 24 menit dalam satu hari. Hasil asesmen selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Asesmen Risiko *Prosessing Film Radiografi Manual Rute Pajanan Dermal*

Bahan kimia	Kode	Luas kontak	Durasi (menit/hari)	Level Risiko
<i>Hydroquinone</i>	H317	<i>Small</i>	24	<i>Moderate</i>
<i>Acetic acid</i>	H312	<i>Small</i>	24	<i>Moderate</i>
<i>Glutaraldehyde</i>	H317	<i>Small</i>	24	<i>Moderate</i>
<i>Ammonium thiosulphate</i>	H315	<i>Small</i>	40	<i>Moderate</i>
<i>Aluminium sulfate</i>	H314	<i>Small</i>	40	<i>High</i>

Proses *Fixing*

Asesmen Pajanan Melalui Inhalasi

Berdasarkan hasil asesmen risiko kesehatan terkait pajanan ammonium thiosulphate pada aktivitas *filming* citra radiografi saat proses *fixing* yang dilakukan oleh calon radiografer sebanyak delapan kali dalam setiap kelas praktikum dalam seminggu, dengan durasi *fixing* selama 4-6 menit per film *rontgent* (lihat Tabel 4) . Didapatkan nilai hazard rating 3, nilai *Frequency-Duration Rating* (FDR) adalah 2, nilai derajat pelepasan bahan kimia *ammonium thiosulphate* adalah *moderate*, nilai derajat bahan kimia terhirup adalah *moderate*, nilai *Exposure Rating* (ER) adalah 3 dan *Risk Rating* ada pada tingkatan 9 dalam matrik risiko yang merupakan risiko level *moderate*.

Pada bahan kimia *aluminium sulfate* didapatkan nilai *Hazard Rating* sebesar 3, dengan nilai FDR adalah 2, ER dengan nilai 2 dan *Risk Rating* adalah 6.

Asesmen Pajanan Melalui Dermal

Berdasarkan hasil asesmen risiko kesehatan terkait pajanan dengan rute dermal, pada bahan kimia *Ammonium Thiosulphate* dari aktivitas *filming* citra radiografi pada proses *fixing*, yang dilakukan oleh calon radiografer sebanyak delapan kali dalam setiap kelas praktikum dalam seminggu, dengan durasi *fixing* selama 4-6 menit per film *rontgent*. Didapatkan nilai kode bahaya R38 (ChemicalBook, 2017) setelah dikonversi dalam *H-Code* menjadi H315 (DOSH, 2018) yang artinya dapat menimbulkan iritasi kulit kategori 2. Dari hasil observasi durasi terpajannya bahan kimia pada proses *fixing* adalah lebih dari 40 menit dalam satu hari.

Sedangkan pada bahan kimia *Aluminium Sulfate* didapatkan nilai *H-Code* berdasarkan *safety data sheet* adalah H314 yang artinya dapat menyebabkan iritasi ataupun korosi kulit kategori 1A, dengan durasi pajanan 48 menit dalam sehari. Hasil asesmen selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.

PEMBAHASAN

Penilaian risiko bahaya rute pemaparan melalui inhalasi, tingkat bahaya dinilai pada skala 1 sampai 5. Peringkat 1 menyiratkan efek kesehatan yang merugikan paling sedikit dan peringkat 5 menyiratkan efek kesehatan merugikan yang paling parah. Peringkat bahaya / *hazard rating* (HR) digunakan untuk memprioritaskan bahaya berdasarkan potensi efek kesehatannya. Gunakan Tabel 1 untuk penentuan HR, baik dengan menggunakan informasi efek kesehatan, klasifikasi bahaya, pernyataan bahaya atau data toksisitas akut melalui rute inhalasi. Jika informasi pada klasifikasi bahaya tidak menunjukkan rute pajanan, asumsikan klasifikasi bahaya berlaku untuk semua rute pajanan (inhalasi atau kulit)

Hydroquinone (HQ) adalah konstituen makanan yang larut dalam air, bahan campuran kosmetik pencerah kulit, agen developer fotografi, dan antioksidan yang digunakan dalam persiapan polimer industri (Topping et al., 2007). Dari penilaian *safety data sheet* hydroquinone memiliki beberapa

statement kesehatan, dan statemen kesehatan yang relevan pada penelitian ini adalah bahan kimia ini dapat menyebabkan kerusakan pada organ ginjal dan hati baik melalui pajanan yang lama atau berulang dengan kode H373 (Wako Pure Chemical Corporation, 2022b)(JSA, 2019). Pada penelitian kohort nielsen dkk (1996) , Sekitar seperempat dari 837 objek penelitian dilaporkan bekerja secara teratur dengan *hydroquinone* untuk pengembangan fotografi dan dilaporkan dua orang terkena kanker *malanoma maligna* karena pajanan *hydroquinone* meskipun jumlah pajanan tidak diketahui dalam penelitian ini. Dari klasifikasi *hazard rating hydroquinone* memiliki nilai 3 (DOSH, 2018). Sedangkan penilaian *exposure rating* diberi nilai 3 (DOSH, 2018), *exposure rating* ini dihasilkan karena frekuensi kejadian pajanan masih dalam kategori *probable* dan durasi pajanannya masih di bawah 1 jam/*shift*. Frekuensi dan durasi pajanan, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat pajanan. Untuk misalnya, frekuensi dan durasi dua kali lipat akan menghasilkan peningkatan pajanan dua kali lipat. Dari perkalian nilai matrik risiko kesehatan melalui inhalasi didapatkan nilai 9 yang artinya proses development memiliki potensi risiko bahaya *moderate*.

Acetic acid berdasarkan klasifikasi *hazard rating* memiliki nilai 5 (DOSH, 2018) dan kode bahaya H312 (Wako Pure Chemical Corporation, 2020a). Sedangkan penilaian *exposure rating* diberi nilai 3 (DOSH, 2018). Penilaian *exposure rating* ini sama hal nya seperti *hydroquinone*, nilai ini dihasilkan karena frekuensi kejadian pajanan masih dalam kategori *probable* dan durasi pajanannya masih di bawah 1 jam/*shift*. Dari perkalian nilai matrik risiko kesehatan melalui inhalasi, didapatkan nilai 15 yang artinya proses dengan menggunakan bahan kimia *acetic acid* memiliki potensi risiko bahaya tinggi. (lihat tabel)

Glutaraldehyde berdasarkan klasifikasi *hazard rating* memiliki nilai 5 (DOSH, 2018) dan kode bahaya H317 (Wako Pure Chemical Corporation, 2022). Sedangkan penilaian *exposure rating* diberi nilai 3 (DOSH, 2018).

Penilaian *exposure rating* ini sama hal nya seperti *hydroquinone* dan *acetic acid*, frekuensi kejadian pajanan dengan bahan kimia *glutaraldehyde* masih dalam kategori *probable* dan durasi pajanannya masih di bawah 1 jam/*shift*. Dari perkalian nilai matrik risiko kesehatan melalui inhalasi, didapatkan nilai 15 yang artinya proses dengan menggunakan bahan kimia *acetic acid* memiliki potensi risiko bahaya tinggi.

Ammonium thiosulphate berdasarkan klasifikasi *hazard rating* memiliki nilai 3 (DOSH, 2018). Sedangkan penilaian *exposure rating* diberi nilai 3 (DOSH, 2018). Frekuensi kejadian pajanan dengan bahan kimia *ammonium thiosulphate* masih dalam kategori *probable* dan durasi pajanannya masih di bawah 1 jam/*shift*. Dari perkalian nilai matrik risiko kesehatan melalui inhalasi, didapatkan nilai 9 yang artinya proses dengan menggunakan bahan kimia *ammonium thiosulphate* memiliki potensi risiko bahaya *moderate*.

Aluminium sulfate berdasarkan klasifikasi *hazard rating* memiliki nilai 3 (DOSH, 2018) dan kode bahaya H317 (Wako Pure Chemical Corporation, 2020b). Sedangkan penilaian *exposure rating* diberi nilai 2 (DOSH, 2018). Frekuensi kejadian pajanan dengan bahan kimia *aluminium sulfate* masih dalam kategori *probable* dan durasi pajanannya masih di bawah 1 jam/*shift*. Dari perkalian nilai matriks risiko kesehatan melalui inhalasi, didapatkan nilai 6 yang artinya proses dengan menggunakan bahan kimia *aluminium sulfate* memiliki potensi risiko bahaya *moderate*.

Pajanan *dermal* digambarkan sebagai pajanan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan melalui kontak atau penyerapan kulit langsung. Beberapa pajanan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan dapat menyebabkan efek lokal sementara beberapa dapat menyebabkan efek sistemik melalui penyerapan. Efek ini dapat terjadi melalui kulit utuh atau rusak (DOSH, 2018). Kulit yang rusak, misalnya kulit yang terkelupas, mentah atau terlalu kering atau basah, memiliki risiko permeabel lebih tinggi dibandingkan dengan kulit utuh yang sehat. Pajanan kulit mungkin terjadi jika ada aktivitas kerja yang melibatkan

kontak langsung antara kulit dengan pajanan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan dalam bentuk cairan, pasta atau padat, termasuk percikan pada kulit atau kontak dengan pakaian kerja yang terkontaminasi atau permukaan yang terkontaminasi. Kontak kulit juga dapat terjadi jika ada kontak dengan aerosol, gas, dan uap. Mirip dengan faktor inhalasi, potensi terjadinya pajanan kulit juga bergantung pada konsentrasi dan durasi pajanan pajanan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Bahan kimia dengan kemampuan menyerap melalui kulit umumnya merupakan pelarut organik dan pestisida. Derajat bahan kimia yang diserap atau dikontakkan didasarkan pada pengamatan yang menghasilkan derajat terbesar. Dalam penelitian ini faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam mengevaluasi tingkat pajanan kulit adalah: luasnya kontak kulit dan durasi kontak. Faktor-faktor tersebut kemudian digunakan untuk menentukan tingkat risiko. Proses penilaian pajanan kulit dirangkum seperti pada Gambar 1.

Dalam penelitian ini, luasnya kontak ditentukan oleh ukuran area terbuka dari permukaan tubuh yang terkena serta frekuensi dan intensitas kontak. Tingkat kontak dapat ditentukan dengan analisis aktivitas kerja atau metode kerja. Kuantitas dan konsentrasi bahan kimia yang bekerja pada kulit atau mata juga harus dipertimbangkan. Perbedaan dibuat antara: Kontak kulit area luas (kontak kulit langsung atau serapan selama fase uap atau gas atau aerosol); dan Kontak kulit area kecil.

Durasi kontak kulit diperkirakan dengan memperhatikan perbedaan berikut: Jangka pendek (<15 menit/*shift*) dan Jangka panjang (≥ 15 menit/*shift*). Jika kontak kulit berulang diharapkan, durasi pajanan bahan kimia yang relevan selama seluruh giliran kerja harus dipastikan. Untuk bahan kimia yang bersifat korosi kulit, iritasi kulit atau sensitisasi kulit, durasi kontak kulit dimulai dengan kontaminasi kulit dan berakhir ketika kontaminasi telah dihilangkan secara efisien. Dari hasil penelitian diketahui *Hydroquinone* memiliki risiko kepekaan kulit kategori 1 jika dilihat dari safety data sheet dengan durasi pajanan lebih dari 15 menit sehingga

dikategorikan memiliki durasi pajanan panjang. Poses development terbatas pada pergerakan tangan aktif yang memiliki risiko terpajan diarea sekitar telapak dan punggung tangan. Jika berdasarkan hitungan risiko pajanan *dermal*, pada proses ini memiliki nilai risiko *moderate*.

Penggunaan *acetic acid* berdasarkan *safety data sheet* memiliki risiko kesehatan keracunan akut kategori 4. Durasi pajanan pada proses ini berdasarkan hasil hitung juga termasuk durasi panjang dengan waktu pekerjaan 24 menit dalam sehari praktikum. Lokasi resiko terpajannya hanya di area tangan sehingga dapat dinilai luasan potensi bahayanya kecil. Berdasarkan penilaian risiko kesehatan terhadap kulit, pada proses ini memiliki nilai risiko *moderate*.

Dari hasil penelitian diketahui *Glutaraldehyde* memiliki risiko kepekaan kulit kategori 1 jika dilihat dari *safety data sheet* dengan hitungan durasi pajanan 24 menit sehingga dikategorikan memiliki durasi pajanan panjang. Poses ini terbatas pada pergerakan tangan aktif yang memiliki risiko terpajan diarea sekitar telapak dan punggung tangan. Jika berdasarkan hitungan risiko pajanan *dermal*, pada proses ini memiliki nilai risiko Moderate.

Aluminum sulfat berdasarkan safety data sheet memiliki risiko kesehatan kulit berupa korosi dan iritasi kategori 1A. Durasi pajanan pada proses ini berdasarkan hasil hitung juga termasuk durasi panjang dengan waktu pekerjaan 16 menit dalam sehari praktikum. Lokasi resiko terpajannya hanya di area tangan sehingga dapat dinilai luasan potensi bahayanya kecil. Berdasarkan penilaian risiko kesehatan terhadap kulit, pada proses ini memiliki nilai risiko tinggi. Sedangkan untuk bahan kimia *ammonium thiosulfate* berdasarkan safety data sheet memiliki risiko kesehatan kulit berupa korosi dan iritasi kategori 2. Durasi pajanan pada proses ini berdasarkan hasil hitung juga termasuk durasi panjang dengan waktu pekerjaan 16 menit dalam sehari praktikum. Lokasi resiko terpajannya hanya di area tangan sehingga dapat dinilai luasan potensi bahayanya kecil. Berdasarkan penilaian risiko kesehatan

terhadap kulit, pada proses ini memiliki nilai risiko *moderate*

KESIMPULAN

Aktivitas *processing* film radiografi dengan cara manual dapat bersiko terpajan setidaknya 5 bahan kimia pada saat proses *development* dan *fixing*. Pada rute pajanan inhalasi penilaian risiko paling ringgi ada pada saat proses *development* menggunakan bahan kimia *glutaraldehyde* dan *acetic acid* dengan nilai 15.

Berdasarkan rute pajanan dermal bahan kimia tersebut dapat menyebabkan kepekaan kulit kategori 1, keracunan akut kategori 4 dengan penilaian risiko *moderate* pada proses *development*. Sedangkan pada proses *fixing* berisiko menyebabkan korosi dan iritasi kulit kategori 1A dengan penilaian risiko tinggi serta memiliki potensi risiko yang dapat menyebabkan korosi dan iritasi kulit kategori 2 dengan penilaian risiko *moderate*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan dari berbagai macam pihak, terima kasih peneliti ucapkan kepada Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Direktorat Jenderal Tenaga Kesehatan yang telah mendanai penelitian ini. Dan juga tidak lupa peneliti berterima kasih kepada Perguruan Tinggi Negeri Vokasi X di Jakarta Selatan yang telah mengizinkan penelitian ini terlaksana, serta peneliti ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait saat proses pengambilan data berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, F. S. (2010). *Work-related asthma among dental and radiography professionals*. ProQuest Dissertations Publishing.
- Al Zabadi, H., & Nazzal, Y. (2014). Evaluation of Darkroom disease's symptoms among radiographers in the West Bank hospitals: a cross-sectional study in Palestine. In *Journal of occupational medicine and toxicology* (London,

England) (Vol. 9, Issue 1, p. 15). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/1745-6673-9-15>

- DOSH. (2018). *A Manual of Recommended Practice on: Assesment of The Health Risks Arising From the Use of Chemicals Hazardous to Health at The Workplace* (3rd ed.).

- Fujifilm Singapore. (n.d.). *MANUAL PROCESSING | Fujifilm [Singapore]*. Retrieved January 8, 2023, from <https://www.fujifilm.com/sg/en/healthcare/x-ray/medical-xray-chemicals/manual-processing>

- González Jara, M. A., Hidalgo, A. M., Gulín, C. A. J., Albiach, M. L., Ortiz, L. M., Monserrat, P. T., & Ollé, X. E. (2013). Exposure of health workers in primary health care to glutaraldehyde. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1745-6673-8-31>

- JSA. (2019). *JIS Z 7253: 2019 Hazard communication of chemicals based on GHS -- Labelling and Safety Data Sheet (SDS)*. Japanese Standards Association.

- Liss, G. M., Tarlo, S. M., Doherty, J., Purdham, J., Greene, J., McCaskell, L., & Kerr, M. (2003). Physician diagnosed asthma, respiratory symptoms, and associations with workplace tasks among radiographers in Ontario, Canada. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(4), 254. <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/oe.m.60.4.254>

- NIH. (2022). *Toxicology*. <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/science/toxicology/index.cfm>

- Scobbie, E., Dabill, D. W., & Groves, J. A. (1996). Chemical pollutants in X-ray film processing departments. *The Annals of Occupational Hygiene*, 40(4), 423–435. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/003-4878\(95\)00091-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/003-4878(95)00091-7)

- Teschke, K., Chow, Y., Brauer, M., Chessor, E., Hirtle, B., Kennedy, S. M., Yeung, M. C., & Ward, H. D. (2002). Exposures and their determinants in radiographic film

processing. *AIHA Journal : A Journal for the Science of Occupational and Environmental Health and Safety*, 63(1), 11–21.

<https://doi.org/10.1080/15428110208984686>

Topping, D. C., Bernard, L. G., O'Donoghue, J. L., & English, J. C. (2007). Hydroquinone: Acute and subchronic toxicity studies with emphasis on neurobehavioral and nephrotoxic effects. *Food and Chemical Toxicology*, 45(1), 70–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.07.019>

Wako Pure Chemical Corporation. (2020a). *SDS Acetic Acid*. Labchem-Wako.Fujifilm.Com. <https://labchem-wako.fujifilm.com/us/product/detail/W01W0101-0828.html>

wako.fujifilm.com/us/product/detail/W01W0101-0828.html

Wako Pure Chemical Corporation. (2020b). *SDS Aluminium Sulfate*. Labchem-Wako.Fujifilm.Com. <https://labchem-wako.fujifilm.com/us/product/detail/W01W0101-0974.html>

Wako Pure Chemical Corporation. (2022a). *SDS Glutaraldehyde*. Labchem-Wako.Fujifilm.Com. <https://labchem-wako.fujifilm.com/us/product/detail/W01W0107-0226.html>

Wako Pure Chemical Corporation. (2022b). *SDS Hydroquinone*. Labchem-Wako.Fujifilm.Com. <https://labchem-wako.fujifilm.com/us/product/detail/W01W0108-0123.html>