

TESIS

**ANALISIS RISIKO PAPARAN ISOPROPANOL DI UDARA
PADA PEKERJA INDUSTRI PERCETAKAN DI KOTA
KENDARI**

**RISK ANALYSIS OF ISOPROPANOL EXPOSURE IN THE
AIR ON PRINTING INDUSTRY WORKERS IN KENDARI**

Disusun dan diajukan oleh :

MUHAMMAD ARDYAN HANAFI

K012191014



**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**ANALISIS RISIKO PAPARAN ISOPROPANOL DI UDARA PADA
PEKERJA INDUSTRI PERCETAKAN DI KOTA KENDARI**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelas Magister

Program Studi

Ilmu Kesehatan Masyarakat

Disusun dan di ajukan oleh :

Muhammad Ardyan Hanafi

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS RISIKO PAPARAN ISOPROPANOL DI UDARA PADA
PEKERJA INDUSTRI PERCETAKAN DI KOTA KENDARI**

Disusun dan diajukan oleh :

MUHAMMAD ARDYAN HANAFI

K012191014

Telah dipertahankan dihadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Magister S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 29 November 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes
NIP. 19661012 199303 1 002

Pembimbing Pendamping,



Prof. Anwar, SKM., M.Sc., Ph.D
NIP. 19740816 199903 1 002



Dekan Fakultas Ilmu
Kesehatan Masyarakat

Dr. Aminuddin Syam, SKM, M.Kes., M.Med.Ed
NIP. 19670617 199903 1 001



Ketua Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat

Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH
NIP. 19590605 198601 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini:

Nama : Muhammad Ardyan Hanafi

NIM : K012191014

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Konsentrasi : Kesehatan Lingkungan

Saya menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa Tesis yang saya tulis adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan perampasan karya atau gagasan orang lain. Jika saya terbukti melakukan plagiat di kemudian hari maka saya siap menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 24 Agustus 2021

Yang menyatakan,



Muhammad Ardyan Hanafi

PRAKATA

Puji Syukur penulis atas keberadaan Allah SWT atas segala hikmat dan karunia-Nya, maka karya ini dapat diselesaikan.

Penulis juga menyadari bahwa pembatasan dan kerugian terkait erat selama penelitian ini. Namun, dengan bimbingan, dukungan dan dorongan dari berbagai arah, produksi karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada **Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes** sebagai Ketua Komisi Penasehat, Prof. Anwar, SKM., M.Sc., Ph.D sebagai Anggota Komisi Penasehat, **Prof Dr. Akbar Tahir, M.Sc. , Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes, Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH.** Selaku penguji atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis sejak compositions awal hingga akhir penyusunan dari tesis ini. Terima kasih yang sebesar besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Aries Tina Pulubuhu, MA., selaku Rektor Unhas yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan program *Pasca Sarjana* Universitas Hasanuddin.
2. Dr. Aminuddin Syam, SKM, M.Kes, M.Med.Ed., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat beserta seluruh dosen dan pegawai yang telah memberikan bantuan fasilitas selama penulis mengikuti pendidikan.
3. Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH selaku Ketua Program Studi Pasca Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat beserta seluruh staf

pengelola yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.

4. Kedua orangtua penulis, Ayahanda Arifin Boby Hanafi, SE., M.Si dan Ibunda Minati, yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun materil selama proses menyelesaikan pendidikan.
5. Ketiga adik adik saya Winda Ardani Hanafi, Sheyla Anggraini Hanaf dan Muh. Alvian Hanafi atas dukungannya yang senantiasa menemani selama proses penelitian.
6. Pihak Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Kendari yang telah melayani untuk membuat surat izin Penelitian
7. Pihak Pemilik Percetakan di Kota Kendari beserta para responden yang bersedia untuk di jadikan sampel penelitian.
8. Semua komponen yang telah berpartisipasi sejak dimulai sampai berakhir penelitian yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
9. Teman-teman Kendari Squad untuk setiap *sharing-time* nya.
10. Teman-teman seperjuangan Magister Kesehatan Masyarakat Program Studi Kesehatan Lingkungan tahun 2019 dengan segala kekompakan dan kebersamannya selama mengikuti pendidikan.
11. Semua pihak yang namanya tidak tercantum tetapi telah banyak membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan tesis ini.

ABSTRAK

MUHAMMAD ARDYAN HANAFI. *Risk Analysis of Isopropanol Exposure in the Air on Printing Industry Workers in Kendari* (Supervised by **Anwar Daud** and **Anwar Mallongi**).

The secondary alcohol, isopropanol, is commonly used as a substitute for ethanol in industrial processes as well as in household cleaning products and cosmetics. This study aims to analyze the health impact of exposure to inhaled isopropanol on the health of printing workers in Kendari through urine tests in the laboratory.

This research is an analytical observational with a cross sectional design, by taking 8 printers with 22 respondents, this study takes a sampling of the concentration of isopropanol in the air with an absorber in the form of activated carbon (coconut shell charcoal) and urine samples from workers based on inclusion and exclusion criteria. And then do the statistical test of contingency coefficient C and Pearson correlation.

Based on the results of the study, it was found that 1 printing that did not meet the requirements and Measurement of Physical Parameters based on Temperature and Humidity in the entire room did not meet the requirements, Based on laboratory results there was 1 printing press with a high concentration of isopropanol, namely 956.3 PPM, Results of Analysis of Target Hazard Quotient (THQ) on the "P" printing, including Unsafe, there are 2 out of 22 workers, the results of the Chronic Daily Intake (CDI) analysis, which is 48.6 mg/kg/day with CDI, the risk of workers' health will also be high ($HQ > 1$) which will causes exposure (inhalation) of Isopropyl Alcohol in the long term by workers so that they are susceptible to diseases such as headaches, nausea, hypotension, etc. and especially severe depression, while the results of the Pearson Correlation Coefficient test that the number of oxalate crystals in the urine of workers has a unidirectional relationship category and correlation which is sufficient, namely 0.42 with education variable, suggestions It is better for workers to be given an understanding n good use of masks to avoid this.

Keywords: Printing, Solvent, Isopropanol, Occupational Health Risks, Urine



ABSTRACT

MUHAMMAD ARDYAN HANAFI. *Analisis Risiko Paparan Isopropanol Di Udara Pada Pekerja Industri Percetakan di Kota Kendari (Dibimbing Oleh Anwar Daud dan Anwar Mallongi)*

Isopropanol merupakan alkohol sekunder biasanya digunakan sebagai pengganti etanol di proses industri dan juga pada produk pembersih rumah, dan kosmetik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak kesehatan dari paparan isopropanol terinhalasi terhadap kesehatan pekerja percetakan di kota Kendari, Melalui Pemeriksaan Urine dilaboratorium.

Penelitian ini merupakan observasional analitik dengan rancangan *Cross Sectional*, dengan mengambil 8 Percetakan dengan 22 responden, penelitian ini mengambil sampling konsentrasi isopropanol di udara dengan absorber berupa karbon aktif (*coconut shell charcoal*) dan pengambilan sampel urine pada pekerja berdasarkan kriteria Inklusi dan Eksklusi. Dan selanjutnya di lakukan uji statistik *contingency coefficient C* dan korelasi *Pearson*.

Berdasarkan hasil penelitian di dapatkan bahwa 1 Percetakan yang tidak memenuhi syarat dan Pengukuran Parameter Fisik berdasarkan Suhu dan Kelembaban seluruh ruangan tidak memenuhi syarat, Berdasarkan Hasil laboratorium terdapat 1 percetakan yang konsentrasi isopropanolnya tinggi yaitu 956,3 PPM, Hasil Analisis Target Hazard Quotient (THQ) pada Percetakan "P" antaranya Tidak aman terdapat 2 orang dari 22 orang pekerja, Hasil Analisis Cronic Daily Intake (CDI), yaitu perhari 48,6 mg/kg/hr dengan CDI berisiko kesehatan pekerja juga akan tinggi ($HQ > 1$) yang akan menyebabkan paparan (penghirupan) Isopropil Alcohol dalam jangka waktu lama oleh pekerja sehingga mudah terkena penyakit seperti sakit kepala, mual, hipotensi, dll dan terutama depresi berat, sedangkan hasil uji Koefisien Korelasi *Pearson* bahwa jumlah kristal oksalat pada urine pekerja memiliki kategori hubungan searah dan korelasi yang cukup yaitu 0,42 dengan variabel pendidikan, saran Sebaiknya para pekerja di berikan pemahaman penggunaan Masker yang baik agar terhindar dari hal tersebut.

Kata Kunci : Percetakan, Solvent, Isopropanol, Risiko Kesehatan Kerja, Urine



Daftar Isi

BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian.....	9
1. Tujuan Umum	9
2. Tujuan Khusus	9
3. Ruang Lingkup.....	9
BAB II.....	11
TINJUAN PUSTAKA.....	11
A. Percetakan Offset.....	11
B. Isopropanol	14
1. Kegunaan Isopropanol	15
2. Sumber Paparan.....	16
3. Kontrol di tempat kerja.	16
4. Faktor-faktor lain yang Mempengaruhi Paparan Isopropanol.....	18
5. Mengetahui Paparan Isopropanol dan Efek Paparan Isopropanol.	18
6. Mekanisme Toksisitas	18
7. Dampak Isopropanol Terhadap Kesehatan	20
8. Pengukuran Kristal Oksalat Pada Urine.....	23
C. Analisis Risiko Kesehatan.....	24
1. Target Hazard Quotient (THQ).	24
2. Chronic Daily Intake (CDI)	27
D. Kerangka Teori	26
E. Kerangka Konseptual Penelitian.....	28
F. Deifinisi Operasioanal.....	29
BAB III.....	32
METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian.....	32
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	32
C. Populasi dan Sampel	32

1. Populasi.....	32
2. Sampel	33
D. Pengambilan Data	35
1. Pengukuran Lingkungan Fisik Ruang Cetak.....	36
2. Pengukuran Paparan Isopropanol Terinhalasi.....	36
3. Pengukuran Sampel Urin	37
4. Pengisian Kuesioner dan Wawancara	40
5. Analisis Laboratorium	41
E. Pengolahan dan Analisis Data.....	45
BAB IV	49
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
A. Hasil Penelitian	49
3. Paparan isopropanol pada pekerja percetakan di Kota Kendari	57
a. Penilaian Target Hazard Quotient (THQ)	58
b. Penilaian Chronic Daily Intake (CDI)	60
4. Paparan Isopropanol Pada Kesehatan Melalui Urine Pekerja Percetakan di Kota Kendari.....	61
B. Pembahasan.....	66
1. Paparan Isopropanol pada udara di lingkungan Kerja.	66
2. Paparan isopropanol pada pekerja di percetakan di Kota Kendari.	70
3. Paparan Isopropanol Pada Kesehatan Melalui Urine Pekerja Percetakan Di Kota Kendari.	75
BAB V	85
KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
A. Kesimpulan	85
B. Saran.....	86
Daftar Pustaka	87

Daftar Tabel

Tabel 4.1	Distribusi Responden Berdasarkan Umur, Status Gizi, Tingkat Pendidikan, Masa Kerja pada Percetakan di Kota Kendari tahun 2021	50
Tabel 4.2	Ventilasi dan Ukuran ruangan Kerja pada Percetakan di kota Kendari Tahun 2021.....	53
Tabel 4.3	Pengukuran Parameter Fisik Lingkungan Kerja pada Percetakan di kota Kendari Tahun 2021.....	54
Tabel 4.4	Pengukuran Isopropanol (ppm) Di udara pada ruang kerja pada Percetakan di kota Kendari Tahun 2021.....	55
Tabel 4.5	Pengukuran THQ pada Responden di percetakan Kota Kendari tahun 2021.....	57
Tabel 4.6	Distribusi Risiko THQ pada Responden di percetakan kota Kendari tahun 2021.....	58
Tabel 4.7	Pengukuran CDI pada Responden di Kota Kendari tahun 2021.....	59
Tabel 4.8	Jumlah Kristal Oksalat Pada Urin di percetakan Kota Kendari tahun 2021.....	61
Tabel 4.9	Hubungan antara karakteristik Pendidikan dengan jumlah Kristal Oksalat pada urine di percetakan di Kota Kendari Tahun 2021.....	63
Tabel 4.10	Hubungan antara karakteristik masa kerja dengan jumlah Kristal Oksalat pada urine Di Kota Kendari Tahun 2021....	64

DAFTAR GAMBAR

Lampiran 1. 1 Proses cetak Mesin Offset Printing.....	12
Lampiran 1. 2 Mesin Outdoor.....	13
Lampiran 1. 3 Struktur molekul Isopropanol	15
Lampiran 1. 4 Sumber : Modifikasi dari ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).....	26
Lampiran 1. 5 Kerangka Konsep Penelitian Analisis Risiko Paparan Isopropanol Di Udara Pada Pekerja Industri Percetakan Di Kota Kendari	28
Lampiran 3. 1 Anemometer.....	36
Lampiran 3. 2 Cool Box.....	38
Lampiran 3. 3 Tempat Penyimpanan Urin.	39
Lampiran 3. 4 Gas Chromatography	43

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan industri senantiasa hadapi kenaikan yang pesat dalam seluruh bidang, baik di bidang manufaktur, makanan serta minuman, percetakan serta lain sebagainya. Khusus pada bidang percetakan teknologinya terus tumbuh, banyak tipe mesin baru yang lebih modern serta bermutu lebih baik. Percetakan ialah industri yang memproduksi tulisan serta foto secara massal, contohnya seperti koran, majalah, novel, brosur dan flyer. Metode cetak bermacam- macam jenisnya di antaranya cetak sablon, relief digital serta cetak offset (Momongan *et al.*, 2019).

Berdasarkan laporan menurut IDC (Global Information Partnership) 2016, diindustri percetakan pada semua dunia terus berkembang pesat sampai tahun 2017 yang mencapai US\$ 9 Miliar. Jumlah ini meningkat signifikan dari tahun 2012 menjadi US\$ 5,3 miliar. Di era komputerisasi sekarang ini, industri percetakan sangat berguna. IDC juga mengumumkan bahwa industri penerbitan, percetakan, pengemasan dan periklanan akan terus tumbuh 12% di kawasan Asia Pasifik pada tahun 2017, Terdapat 150.000 bahan kimia telah tersebar dan terus bertambah sekitar 200 - 1000 jenis baru bahan kimia setiap tahunnya, diperkirakan terdapat 100.000 bahan kimia yang digunakan dalam berbagai industri yang mana sekitar 12.000 diantaranya

diketahui berdampak negatif terhadap kesehatan manusia atau pekerja. Untuk di Indonesia sendiri, industri penerbitan/percetakan tumbuh menjadi 14,9 persen, Terdapat cukup banyak bahan kimia dimaksud yang keamanan penggunaannya belum terjamin, bahkan belum diketahui dampaknya, tetapi telah sangat banyak digunakan dalam proses industri (Siregar, 2019).

Perkembangan tersebut memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif, adanya peluang lapangan pekerjaan baru untuk masyarakat, yang nantinya dapat mengurangi jumlah pengangguran serta dapat meningkatkan ekonomi masyarakat disekitar lokasi percetakan. Dampak negatifnya dari industri percetakan ini seperti limbah yang tidak dikelola dengan baik penggunaan bahan kimia yang dapat berdampak terhadap kesehatan pekerja. Sektor percetakan merupakan industri yang belum banyak mendapat perhatian dari tenaga kesehatan di tempat kerja dan pemerintah sendiri, terutama dalam hal kesehatan dan keselamatan pekerja. (Ekawandani, 2016).

Industri percetakan yang terdapat di Indonesia tumbuh dengan cukup cepat, baik dalam skala, menengah ataupun skala kecil. Pertumbuhan jumlah industri percetakan tersebut menyebabkan terus menjadi tingginya persaingan usaha di bidang tersebut. Industri percetakan di Kota Kendari termasuk dalam industri informal, dimana area kerja serta prosedur kerja belum penuh standar. Metode cetak yang sering digunakan di sentra industri percetakan, hal tersebut

merupakan metode cetak menggunakan mesin cetak *offset*. Mesin cetak *offset* banyak sekali macamnya, salah satunya merupakan mesin cetak *offset* 4 warna banyak digunakan untuk proses pembersihan plat cetak secara otomatis. Proses pembersihan secara otomatis ini memakai pelarut yang disebut isopropanol. Penggunaan bahan mudah larut yang bersifat organik di industri percetakan sudah berhubungan dengan keracunan kronis serta pengurangan daya kerja dan serta perubahan warna pada urine (Soares Santos *et al.*, 2020).

Efek akut dari pelarut terhadap kesehatan, seperti dermatitis yang disebabkan *de-fatting* kulit, efek narkotika (pusing, disorientasi), mual, sakit kepala, letih dan lesu, nyeri epigastrium dan gangguan fungsi sensorik. Ini biasanya disebabkan oleh kontak kulit dengan pelarut atau pernapasan dalam konsentrasi uap pelarut yang tinggi diudara (Hahn, Botzenhart and Schweinsberg, 2019). Efek kronis yang ditimbulkan dari penggunaan pelarut ini adalah seperti penyakit hati, kerusakan sistem saraf, gangguan penglihatan dan penyakit kulit dapat disebabkan oleh paparan reguler untuk pelarut selama penggunaan pemeliharaan dan pembersihan. Beberapa kasus pekerja percetakan mengalami gangguan kesehatan kronis yang menyebabkan kanker akibat dari penggunaan bahan kimia pelarut organik dapat menimbulkan bahaya potensial terhadap kesehatan, Kinerja dalam bekerja, dan kerusakan dalam banyak lingkungan kerja dan industri (Ashurst and Nappe, 2019).

Isopropanol banyak digunakan pada pembersihan secara otomatis karena lebih efektif membersihkan plat cetak dari residu tinta yang menempel pada plat cetak dan mengurangi tegangan permukaan dari air. Secara spesifik isopropanol digunakan agar expositions pengeringan dengan cukup cepat pada minyak dan tinta tanpa meninggalkan sisa tinta pada bagian putaran/rol mesin cetak offset (Deshpande, 2011).

Isopropanol berpotensi narkotika. Dalam jumlah besar, isopropanol lebih beracun dan lebih narkotika dari etil alkohol, Tubuh manusia dapat mentolerir isopropil alkohol, tetapi dalam jumlah kecil. Ginjal bekerja terus menerus untuk membuang 20-50% isopropil alkohol dalam tubuh. Sisanya dipecah oleh enzim menjadi aseton, yang disebut alkohol dehidrogenase. Namun, jika jumlah isopropil alkohol yang masuk ke dalam tubuh melebihi jumlah yang dapat ditoleransi tubuh (200 ml pada orang dewasa), dapat menyebabkan keracunan (Hjalmarsson *et al.*, 2020).

Secara khusus, penelitian dengan isopropanol inhalasi telah menunjukkan efek neurologis dan nefrotoksisitas kronis tikus dengan inhalasi (penghirupan) dengan dosis 221 ppm. (U.S. Environmental Protection Agency, 2014), Studi tentang isopropanol yang diberikan secara oral telah menunjukkan efek terhadap perkembangan dan reproduksi, tetapi isopropanol umumnya dimetabolisme menjadi aseton dalam tubuh manusia. Aseton terutama diekskresikan di paru-paru,

tetapi juga diekskresikan dalam urin. Keesokan harinya (pagi), konsentrasi aseton dalam urin lebih tinggi daripada setelah bekerja. Dan akhir keracunan didominasi oleh oliguria, proteinuria, dan gagal ginjal dengan sejumlah besar kristal oksalat dalam endapan urin. (Ekawandani, 2016).

Kasus Ibu hamil 37 Minggu melakukakn operasi cecar karena tidak mampu melahirkan normal, dan bayi tersebut menderita takipnea ringan dan membutuhkan oksigen tambahan, setelah dilakukan rontgen terbukti adanya membran hialin, setelah beberapa saat bayi tersebut di berikan ventilator oksigen di ruang ICU, dan larutan IPA (*Isopropanol Alcohol*) 70 % tidak sengaja di tempatkan di dekat ventilator dan terpapar IPA selama dua jam lamanya, setelah di cek kembali bayi tersebut tidak bergerak dan menunjukkan tanda vital denyut nadi menurun dan pernapasan melambat (Vicas and Beck, 1993).

Berdasarkan Penelitian yang di lakukan oleh Jelena Kiurski bahwa konsentrasi alkohol isopropil dipantau selama waktu kerja 8 jam di tiga pabrik percetakan yang berbeda yaitu dua percetakan offset dan satu digital di Novi Sad, Serbia, menggunakan kromatografi gas portabel. Tingkat konsentrasi berada di bawah batas yang direkomendasikan oleh Institut Nasional AS untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Hasil regresi linier berganda menegaskan bahwa kondisi iklim mikro di pabrik percetakan digital menghasilkan nilai konsentrasi isopropil alkohol terendah karena kipas ventilasi terpasang

dibandingkan dengan dua pabrik pencetakan offset yang diberi makan lembar lainnya (Kiurski *et al.*, 2016).

Dampak lingkungan negatif atau bahaya kesehatan Alkohol isopropil yang digunakan dalam larutan air pada pencetakan offset memiliki pengaruh negatif antara lain sebagian menguap membentuk senyawa organik yang mudah menguap yang mencemari lingkungan kerja, juga beracun dan mudah terbakar. Diukur berdasarkan volume IPA (*Isoprophyl Alcohol*) adalah polutan udara paling signifikan di perusahaan percetakan *offset*. Dalam kondisi penghematan ekologi yang umum, terdapat cara alternatif untuk mengurangi atau bahkan mencetak bebas IPA sepenuhnya, menurunkan biaya dan risiko bagi kesehatan dan keselamatan lingkungan (Rossitza, 2015).

Hasil penelitian Rossitza tahun 2015, dari hasil pengukuran konsentrasi pelarut organik di tujuh percetakan *offset* di Nonvegia menunjukkan bahwa isopropanol sebagai kontributor paling tinggi dan menempati peringkat paling atas sebagai kontributor utama faktor adiktif. Dijelaskan juga bahwa produksi menggunakan mesin cetak modern resiko terpapar isopropanol sampai dengan 100 ppm (Rossitza, 2015). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sumber pemaparan pelarut terpenting di kantor percetakan saat ini adalah pelembab yang digunakan di mesin cetak modern. Pekerja yang menangani mesin dengan pembersih manual memiliki paparan yang paling berat, serta

Konsentrasi isopropanol pada udara lingkungan kerja berkisar antara 8-647 µg/l (Brugnone *et al.*, 1983).

Menurut Hasil penelitian dari Rahmatullah tahun 2013, mengatakan bahwa industri percetakan Kota Makassar menunjukkan pekerja di bagian ruang penyimpanan bahan kimia sekaligus mesin offset didapatkan 107 orang (73,3%) positif dan pada hasil penelitian negatif sebanyak 39 orang (26,7%). (Rahmatullah *et al.*, 2013).

Peraturan Menteri Tenaga kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.13/MEN/X/2011 Jika beberapa bahan kimia berbahaya di udara lingkungan kerja bereaksi terhadap sistem dalam kaitannya dengan ambang batas faktor fisik dan kimia (NAB) di tempat kerja, kombinasi efeknya harus dipertimbangkan (Kemenakertrans RI, 2011). dengan ambang batas untuk oral LDLO untuk manusia yaitu 3.570 mg/kg sedangkan untuk inhalasi OEL (Occupational Exposure Limits) pada pekerja dengan Nilai Ambang Batas (NAB) 400 ppm atau 983 mg/m³. (Smart Lab, 2017).

Kebutuhan impor aseton pada tahun 2016 hingga tahun berikutnya diasumsikan konstan. Dengan demikian, kebutuhan impor aseton pada tahun 2022 ini sebesar 18.807 ton per tahun.

Otoritas kesehatan kerja di seluruh dunia telah menetapkan peraturan keselamatan dan pedoman untuk membatasi pekerja terpapar pelarut di tempat kerja baik dengan mengontrol konsentrasi udara pelarut dalam lingkungan kerja dan dengan membantu pekerja

untuk menghindari paparan yang tidak perlu melalui praktek-praktek yang aman dan alat pelindung diri.

Percetakan di Kota Kendari dikala ini telah mulai berkembang dengan cepat seiring meningkatnya bisnis startup yang memerlukan materi atau media promosi untuk mempublikasikan keberadaan mereka, Kota Kendari berkembang cukup pesat pada percetakan terutama di bagian *Offset Printing*, dan penggunaan untuk tinta pada percetakan juga cukup banyak, untuk 1 percetakan rata-rata menggunakan kurang lebih 20 jerigen per bulan, dengan pembagian 16 k tinta warna CMYK, dan 4 jergen tinta pembersih, dan menurut survey awal bahwa pekerja di bagian operator percetakan sering mengalami pusing setelah pulang bekerja, serta ventilasi di ruangan cetaknya sedikit dan bahkan tidak ada sama sekali sirkulasi udara di dalam ruangan tersebut, sehingga sering mengalami pusing setelah pulang bekerja, maka dari itu peneliti tertarik meneliti paparan Bahan kimia Isopropanol yang terdapat pada pembersih tinta cetak.

B. Rumusan Masalah

Industri percetakan merupakan industri yang banyak menggunakan bahan kimia. Salah satunya adalah *offset printing* yang menggunakan isopropanol sebagai bahan pencucian plat dan selang cetak, dimana isopropanol mempunyai risiko terhadap kesehatan pekerjanya.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah menganalisis dampak kesehatan dari paparan isopropanol terinhalasi terhadap kesehatan pekerja percetakan di kota Kendari.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui paparan isopropanol pada udara di lingkungan kerja pada percetakan di Kota Kendari.
- b. Mengetahui paparan isopropanol pada pekerja di percetakan di Kota Kendari.
- c. Mengetahui efek paparan isopropanol pada kesehatan melalui urine pekerja di percetakan di Kota Kendari.

3. Ruang Lingkup

- a. Sumber paparan yang akan diperiksa dalam penelitian ini adalah isopropanol yang merupakan bahan pelarut untuk pembersih plat cetakan.
- b. Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja percetakan yang ada di kota Kendari.
- c. Pengukuran paparan isopropanol dilakukan di area *breathing zone* pekerja pada saat melakukan pekerjaan dengan menggunakan *Personal Sampler Pump (Charcoal Sorbent*

Tubes), untuk mengetahui konsentrasi paparan isopropanol yang terinhalasi oleh pekerja.

- d. Pengukuran efek paparan isopropanol terinhalasi dilakukan terhadap hasil pengecekan urine.
- e. Melakukan Perhitungan *Chronic Daily Intake* (CDI), Target Hazard Quotient (THQ).
- f. Data dalam penelitian ini dikumpulkan dengan cara studi literatur, observasi/ survey lapangan, wawancara terstruktur dengan menggunakan kuesioner terhadap pekerja dan kontrol, pengukuran parameter fisik dilapangan, pengambilan sampel udara terinhalasi, mengukur konsentrasi isopropanol terinhalasi dan hasil pemeriksaan urine.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

A. Percetakan Offset

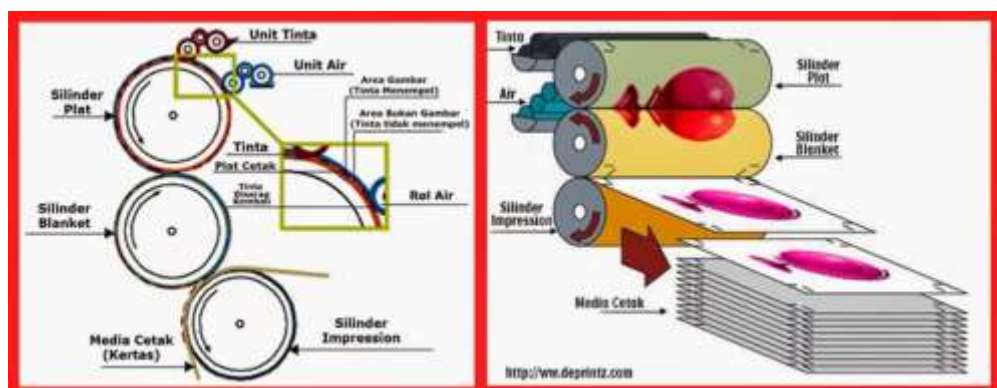
Percetakan merupakan sebuah proses industri untuk memproduksi secara massal berbentuk tulisan dan gambar, dengan tinta di atas kertas menggunakan sebuah mesin cetak. Sejarah percetakan berasal dari sejarah penulisan Informasi tanggal dari lukisan mural lebih dari 30.000 tahun yang lalu. Orang Mesir mengukir *hieroglif* di atas batu. Tetapi ketika orang Cina menemukan kertas tanah liat pertama sekitar abad ke-11, mesin cetak modern saat ini berusia kurang dari 500 tahun. Sementara itu, perunggu bergerak pertama dibuat oleh orang Korea Eropa pada pertengahan abad ke-13, sebelum percetakan ditemukan. Semua informasi ditulis tangan. Buku ini ditulis oleh seorang juru tulis yang menghabiskan waktu bertahun-tahun untuk menyelesaikan sebuah jilid. Metode ini memakan waktu, mahal, dan hanya sedikit orang yang dapat membaca karya yang telah selesai. Mesin cetak pertama mungkin telah diciptakan untuk memfasilitasi reproduksi Injil (Ekawandani, 2016).

Teknologi percetakan pertama kali dikenal pada tahun 1440 di kota Mainz, Jerman, yang merupakan pusat perdagangan uang saat itu. Proses pencetakan pertama kali diperkenalkan oleh Johannes Gutenberg berdasarkan koin yang digosok di atas kertas dengan arang.

Ide untuk membuat permukaan dengan ketinggian berbeda berasal dari relief koin. Dikenal sebagai cetakan tinggi (Wiranata, 2013).

Offset berasal dari kata *set-off* (beralih). dimana lapisan tinta yang terdapat pada pelat cetak tidak langsung dialihkan ke permukaan bahan cetak tetapi diberikan terlebih dahulu ke sebuah blanket sebagai perantaranya. Cetak *offset* adalah teknik cetak yang banyak digunakan, di mana citra (image) bertinta ditransfer (atau di- "*offset*") Pertama dari plat ke lembaran karet, lalu ke permukaan yang akan dicetak. Dikombinasikan dengan proses pencetakan litograf berdasarkan ketidaktercampuran air dan minyak, teknologi *offset* menggunakan pengisi daya gambar datar di mana gambar yang akan dicetak menerima tinta dari rol tinta. Area yang tidak tercetak menarik air. Tinta habis di area yang belum dicetak (Wiranata, 2013).

Karena proses peralihan tadi, maka dalam mesin cetak *offset* terdapat tiga buah silinder utama, yaitu silinder pelat, silinder blanket dan



Gambar II. 1 Proses cetak Mesin Offset Printing

silinder impression seperti pada Gambar 1 Karena dalam cetak ini tinta

harus melalui blanket terlebih dahulu sebelum mencapai permukaan bahan cetak, maka cetak ofiset termasuk teknik cetak tidak langsung.

Cetak Mesin *Computerized Printing* yang juga disebut sebagai enormous organization printer adalah sebuah teknologi mesin cetak yang mampu mereproduksi gambar/teks dari komputer langsung ke media cetak tanpa melalui compositions film maupun plat seperti mesin offset (contoh: cetak brosur) atau sablon (contoh: cetak umbul-umbul atau baliho). Mesin advanced printing bukan pendatang 1 samoi 2 tahun terakhir, melainkan sudah cukup lama (Rhinotec, 2019).



Gambar II. 2 Mesin Outdoor

Peralatan Cetak outdoor memiliki resolusi rendah dan ukuran titik yang besar. Lihat perbandingan kepala cetak. Selain perkembangan teknologi seperti Konica Minolta, Epson, Ricoh dan Spectra, kini resolusinya mendekati hasil peralatan indoor dan ukuran spot juga kecil (saat ini Epson

memiliki volume loss 7pl dan Konica Minolta 14pl). Menggunakan pencetakan berkecepatan tinggi 48 m² hingga 300 m² per jam, teknologi *Piezo Electric* (digunakan oleh Konica Minolta, Spectra, Seiko) atau silinder (digunakan oleh Ricoh), dan tinta yang digunakan bersifat soluble (yaitu tahan terhadap sinar matahari dan air). adalah. Daya tahan cetak tergantung pada beberapa faktor, antara lain kualitas rona tinta yang digunakan, media cetak yang digunakan (media yang murah cenderung menjadi kuning dan keras, kemudian sobek), dan posisi bahan cetakan. (laysander, 2020).

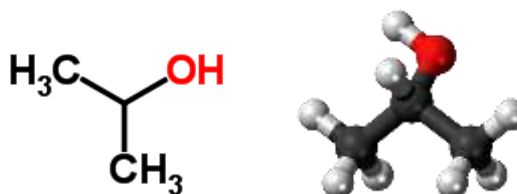
B. Isopropanol

Isopropanol merupakan alkohol sekunder, yang mempunyai rumus kimia C₃H₈O. Nama lain dari isopropanol adalah 2-propanol, isopropyl alkohol (IPA), isopropil, Di metil-karbinol (Goldsborough *et al.*, 2020).

Isopropanol biasanya digunakan sebagai pengganti etanol di proses industri dan juga pada produk pembersih rumah, dan kosmetik. Isopropanol mempunyai sifat fisika dan kimia sebagai berikut :

- 1) Tidak berwarna sangat larut dalam air
- 2) Mudah terbakar tapi tidak mudah meledak
- 3) Mempunyai bau yang sangat kuat
- 4) Titik didih: 82,3°C dan titik beku: -89°C.
- 5) Temperatur kritis: 235,2°C dan tekanan kritis (20°C), kPa : 4.764.

- 6) Suhu nyala - mangkok tertutup, 12°C Cawan tertutup ASTM D56 sedangkan suhu nyala sendiri 399 °C.
- 7) Batas mudah terbakar dalam udara, bawah: 2.0 % (V) dan atas: 12.0%(V).
- 8) Tekanan map 33 mmHg @ 20 °C, densitas uap (udara = 1)
- 9) Berat jenis (H₂O = 1) 0.7855 20°C / 20 °C
- 10) Daya larut dalam air (menurut berat) 100 % @ 20 °C
- 11) Berat jenis cair 0.785 g/cm³ @ 20 °C berat molekul 60 g/mol.
- 12) Bereaksi dengan logam-logam aktif seperti sodium dan potasium membentuk metal isopropoksida dan hidrogen.



Gambar II. 3 Struktur molekul Isopropanol

1. Kegunaan Isopropanol

Isopropanol banyak digunakan sebagai pelarut, juga digunakan sebagai perantara kimia. Penggunaan spesifik sebagai antibeku, komponen yang cepat mengeringkan minyak dan tinta, disinfektan, antiseptic, antibacterial, pembersih dan pelumas pada peralatan elektronik juga pada komponen komputer, juga digunakan sebagai pengencer pada kosmetik, perekat, peralatan mandi dan farmasi (Carvalho *et al.*, 2020).

2. Sumber Paparan

Isopropanol dapat masuk ke lingkungan sebagai emisi dari manufaktur dan digunakan sebagai pelarut. Eksposur terhadap manusia dalam atmosfer kerja dari penggunaan produk yang mengandung isopropanol sebagai pelarut yang mudah menguap. Ambang bau telah diperkirakan 22 ppm (Soares Santos *et al.*, 2020).

3. Kontrol di tempat kerja.

Menurut *Internasional Labour Organization* (ILO), sekitar 4% dari absolute bruto dunia produk domestik (PDB) hilang setiap tahun sebagai akibat dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja, pengeluaran kesehatan, pensiun, absensi, dan rehabilitasi. Kecelakaan kerja terjadi akibat adanya dua golongan. Golongan yang pertama yaitu faktor mekanis dan lingkungan sedangkan golongan yang kedua yaitu faktor manusia. Faktor mekanis dan lingkungan dapat dikelompokkan menurut keperluan dgn tujuan tertentu. Contohnya seperti pengolahan bahan, mesin penggerak dan pengangkat, terjatuh dilantai dan tertimpa benda yang jatuh, pemakaian alat atau benda yang dipegang dengan tangan (manual), menginjak ataupun terbentur barang (Mekkodathil, El-Mensyar and Al-Thani, 2016).

Kejadian kecelakaan kerja bisa terjadi bilamana ventilasi alami tidak memadai, maka ventilasi mekanis harus dibuat. Jika

pelarut disimpan di dalam sebuah gedung dengan ruang bawah tanah atau pit dan memungkinkan terjadi akumulasi uap mudah terbakar, maka diperlukan ventilasi (Darwis *et al.*, 2020).

Bahan kimia sangat beracun, atau bahan yang bahaya membutuhkan saran ahli pada langkah-langkah pengendalian jika bahan kimia kurang beracun tidak dapat diganti. Langkah-langkah pengendalian meliputi :

- a. Melampirkan proses kimia untuk bahan kimia sangat iritan dan korosi.
- b. Menggunakan ventilasi pembuangan lokal untuk bahan kimia yang mungkin berbahaya dengan ventilasi khusus.
- c. Menggunakan ventilasi umum untuk mengontrol eksposur pada kulit dan mata iritasi (Aid, 2011).

OSHA *Personal Protective Equipment Standar* (29 CFR 1.910,132) mengharuskan menggunakan perlengkapan pelindung, termasuk alat pelindung diri untuk mata, wajah, kepala, dan ekstremitas, pakaian pelindung, alat pernafasan, dan pelindung serta pembatas, harus disediakan, digunakan, dan dipelihara dalam kondisi yang bersih dan dapat diandalkan dimanapun diperlukan dengan alasan bahaya proses atau lingkungan, bahaya kimiawi, bahaya radiologi, atau iritan mekanis yang ditemui dengan cara yang dapat menyebabkan cedera atau kerusakan fungsi bagian tubuh mana pun melalui penyerapan,

penghirupan atau kontak fisik dalam penelitian ini mengharuskan pekerjaanya menggunakan Masker dan sarung tangan untuk keselamatan pekerjaanya pada operator mesin percetakan.

4. Faktor-faktor lain yang Mempengaruhi Paparan Isopropanol

Evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh paparan isopropanol terhadap pekerja percetakan, dengan batasan : usia, indeks massa tubuh, status pendidikan, masa kerja, kebiasaan minum minuman keras, kebiasaan penggunaan APD, keluhan selama kerja di percetakan dan riwayat sakit. Maka dengan dilakukannya evaluasi yang mempengaruhi paparan isopropanol ini dapat diketahui jumlah sampel penelitian.

5. Mengetahui Paparan Isopropanol dan Efek Paparan Isopropanol

Evaluasi ini dilakukan sesuai dengan sampel yang telah ditentukan berdasarkan evaluasi yang mempengaruhi paparan isopropanol. Dimana disini dilakukan pengukuran konsentrasi akibat dari bahaya bahan kimia tersebut pada pekerja percetakan dan pengecekan jumlah kristal oksalat pada sedimen Urine.

6. Mekanisme Toksisitas

Pajanan isopropanol berasal dari kosmetik, parfum, cat, pembersih, disinfektan dan termaksud tinta percetakan yang masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi ataupun melalui kulit (derma). Isopropanol dengan cepat diserap dari saluran

pencernaan, dengan lebih dari 80%. diserap dalam 30 menit dan 100% dalam waktu 3 jam.

a. Paparan

Paparan isopropanol berasal dari kosmetik, parfum, cat, pembersih, disinfektan dan tinta percetakan yang masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi atau pun melalui kulit (dermal). Isopropanol yang dikluarkan dari sumber akan dengan cepat menguap di udara.

b. Distribusi Isopropanol di dalam tubuh.

Isopropanol yang masuk pada tubuh manusia nantinya akan terdistribusi ke seluruh tubuh, tetapi akan terakumulasi terutama di dalam ginjal. Secara khusus studi tentang IPA yang terhirup telah menunjukkan efek neurologis dan studi administrasi IPA dengan oral telah mengidentifikasi efek perkembangan dan reproduksi (Ekawandani, 2016).

c. Ekskresi Isopropanol.

Alkohol sekunder di metabolisme menjadi aseton. didominasi oleh hati alkohol dehidrogenase dan sekitar 80% diekskresikan sebagai aseton dalam urin, 20% diekskresikan tidak berubah, Aseton menyebabkan bau ketonik pada udara. Efek intoksikasi akut dengan isopropanol sakit perut, muntah, gastritis dan hematemesis dapat terjadi. Isopropanol cepat diserap dari rute pernapasan. Konsentrasi puncak darah

isopropanol tercapai dalam waktu 30-60 menit setelah konsumsi. dan isopropanol dengan cepat didistribusikan dalam air tubuh.

Ciri khas keracunan metil alkohol seperti halnya gagal ginjal dan eliminasi kristal oksalat dalam urin. Sedimentasi kristal oksalat tersebut terjadi bila terpapar dalam jangka waktu yang lama.

7. Dampak Isopropanol Terhadap Kesehatan

Isopropil alkohol atau nama lain 2-propanol, isopropanol dan alkohol gosok, merupakan salah satu bahaya kesehatan yang berpengaruh pada pekerja di percetakan menurut Hasil penelitian Rossita tahun 2015, dari hasil pengukuran konsentrasi pelarut organik di tujuh percetakan *offset* di Nonvegia menunjukkan bahwa isopropanol sebagai kontributor paling tinggi dan menempati peringkat paling atas sebagai kontributor utama faktor adiktif. Dijelaskan juga bahwa produksi menggunakan mesin cetak modern resiko terpapar isopropanol sampai dengan 100 ppm (Rossitza, 2015). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sumber pemaparan pelarut terpenting di kantor percetakan saat ini adalah pelembab yang digunakan di mesin cetak modern. Pekerja yang menangani mesin dengan pembersih otomatis memiliki paparan yang paling berat. Konsentrasi isopropanol pada udara lingkungan kerja berkisar antara 8 - 647 $\mu\text{g/l}$, sedangkan pada udara alveolar

berkisar 3-439 µg/l selama kerja shift, Keracunan isopropil alkohol bisa terjadi ketika liver tidak bisa lagi mengendalikan kadarnya di dalam tubuh.

Tubuh manusia masih dapat mentoleransi isopropanol, tetapi dalam jumlah kecil. Ginjal bekerja terus menerus dan membuang 20-50% kandungan alkohol isopropil tubuh. Sisanya dipecah menjadi aseton oleh enzim yang disebut alkohol dehidrogenase. Namun, jika isopropil alkohol melebihi jumlah yang dapat ditangani tubuh (200 ml untuk orang dewasa), dapat menyebabkan keracunan. Ingatlah bahwa orang yang memakai antidepresan mungkin mengalami alkoholisme isopropil lebih awal daripada mereka yang tidak. Beberapa jenis antidepresan dapat bekerja lebih cepat bahkan dengan isopropil alkohol dalam jumlah kecil.

Alkoholisme isopropil (keracunan Isopropil Alkohol) tidak hanya terjadi ketika bahan kimia masuk ke dalam tubuh. Paparan alkohol isopropil dalam waktu lama secara langsung atau terhirup ke dalam kulit dapat menyebabkan keracunan. Misalnya, pekerja di pabrik dan laboratorium dapat menjadi alkohol isopropil jika mereka tidak mengenakan sarung tangan atau jika mereka terus-menerus menghirup aromanya. Jika seseorang secara tidak sengaja menelan atau memakan isopropil alkohol, tubuh biasanya

bereaksi dan terlihat segera atau lambat Kemungkinan reaksi meliputi :

- a. Nyeri perut
- b. Disorientasi
- c. Sakit kepala
- d. Kesulitan bernapas
- e. Tekanan darah turun drastis
- f. Detak jantung sangat cepat (tachycardia)
- g. Tidak bisa berbicara dengan jelas
- h. Mual dan muntah
- i. Sensasi terbakar di tenggorokan
- j. Refleks tidak berfungsi dengan baik
- k. Koma

Sama seperti alkohol beracun lainnya, penyerapan isopropanol cepat, dengan hampir 80% diserap dalam waktu 30 menit setelah tertelan. Sekitar 80% dari isopropanol yang diserap dimetabolisme oleh hati melalui kinetika orde pertama dan dipecah menjadi aseton oleh enzim alkohol dehidrogenase. Biasanya, kadar isopropanol dalam darah memuncak antara 30 menit dan 3 jam konsumsi, dan isopropanol memiliki waktu paruh 3 hingga 7 jam. Ketika etanol dicerna bersama dengan isopropanol, waktu paruh isopropanol meningkat karena etanol memiliki afinitas yang lebih tinggi terhadap alkohol dehidrogenase dibandingkan dengan

isopropanol. Aseton, bagaimanapun, memiliki waktu paruh 22 jam dan terutama diekskresikan oleh ginjal. Dosis yang berpotensi mematikan adalah 2 sampai 4 mL / kg.

8. Pengukuran Kristal Oksalat Pada Urine

Tes Urine (urinalisis) adalah metode pemeriksaan yang menggunakan pee sebagai pendeteksi adanya gangguan dalam tubuh. Uji sampel biasanya dilakukan untuk mendiagnosis penyakit yang berkaitan dengan saluran kemih. Sebagai contoh, infeksi saluran kemih, penyakit ginjal, hingga diabetes diperiksa lewat tes ini (Setiowati, 2017).

Pengambilan sampel urin dilakukan pagi hari, botol yang digunakan plasticware dengan tutup ulir. urin yang di kumpulkan sebanyak 10-20 ml. Sampel urin yang telah dikumpulkan disimpan dalam *coolbox* (Rossitza, 2015).

Metode lain untuk mengecek paparan isopropanol dalam urin adalah dengan metode analisis mikroskopik dengan mengecek kristal oksalat dalam sedimen urin. Dimana hal ini tersebut merupakan stadium akhir dari keracunan bahan kimia ini didominasi oleh gagal ginjal (Ekawandani, 2016).

Kristal oksalat umum dijumpai pada spesimen urin bahkan pada pasien yang sehat. Kristal oksalat dalam urin dapat ditemukan pada setiap pH urin, terutama pada pH yang asam. Kristal oksalat bervariasi dalam ukuran dari cukup besar sampai

sangat kecil. Kristal kalsium oksalat bervariasi dalam ukuran, tak berwarna, dan berbentuk amplop atau halter.

C. Analisis Risiko Kesehatan

Analisis risiko merupakan suatu metode untuk menilai dan melakukan prediksi apa yang akan terjadi akibat adanya paparan atau pencemaran, terhadap zat berbahaya di masa yang akan datang, Metode ini digunakan untuk menilai faktor bahaya agar dapat pekerja akibat faktor tersebut. Sejauh mana paparan isopropanol mempengaruhi kesehatan pekerja percetakan offset.

Tahap karakteristik risiko terdapat dua bagian, yaitu tampilan yang berupa prakiraan risiko secara numerik dan alasan ilmiah terhadap penilaian risiko. Pada karakteristik risiko hasil yang didapatkan akan dibandingkan dengan tingkat paparan yang diukur dan jumlah paparan yang diperkirakan untuk menentukan apakah tingkat paparan yang ada di suatu tempat tersebut bermasalah atau tidak bagi kesehatan manusia/pekerja disekitarnya (Yarahmadi, Moridi and Roumiani, 2016).

Karakteristik risiko kesehatan dinyatakan sebagai Sebagai berikut :

1. Target Hazard Quotient (THQ).

Penilaian THQ, yang dikembangkan oleh USEPA (1989), telah dikenal sebagai parameter yang berguna untuk

penilaian risiko kesehatan terhadap manusia dari logam yang terkait dengan Asupan Bahan kimia yang berasal dari berbagai sumber paparan. THQ juga merupakan penilaian risiko non-karsinogenik yang merupakan rasio antara perkiraan dosis paparan bahan kimia dan dosis referensi yang dianjurkan Badan Keamanan Pangan Dunia, $THQ > 1$ menandakan bahwa tingkat paparan lebih tinggi dari pada dosis referensi, yang mengasumsikan bahwa paparan harian pada tingkat ini cenderung menyebabkan efek kesehatan negatif selama seumur hidup pada populasi manusia (Bogdanović et al., 2014).

Penilaian terhadap risiko yang disebabkan dari paparan bahan kimia Isopropanol ini merupakan bahan kimia yang bersifat non karsinogen menggunakan Target Hazard Quotient (THQ). Nilai $THQ < 1$ mengindikasikan bahwa populasi masyarakat/pekerja yang terpapar bahan kimia tersebut tidak akan mengalami efek samping dari paparan logam. Penilaian THQ melibatkan beberapa faktor pendukung, yaitu frekuensi dari paparan bahan kimia (hari/tahun), misalnya rata-rata paparan bahan kimia pekerja adalah 8 jam perhari.

Paparan dari beberapa logam berat yang terkandung bahan kimia bida juga menggunakan Hazard Index (HI) yang

didapat dari menjumlahkan keseluruhan dari nilai THQ masing-masing logam. Kemudian, nilai yang disarankan adalah sama dengan nilai yang disarankan untuk THQ yaitu < 1 sehingga dapat diartikan bahwa ada dampak terhadap kesehatan bagi yang terpapar bahan kimia jika nilai HI > 1 (USEPA, 2000).

THQ adalah perbandingan antara dosis paparan polutan dengan dosis referensi. Jika rasio perbandingannya kurang dari 1 maka penilaian atas resiko yang diberikan adalah tidak adanya efek samping logam berat secara jelas terhadap kandungan Isopropanol.

Metode untuk menduga estimasi resiko paparan logam berat ini berdasarkan USEPA (2006) dengan persamaan sebagai berikut :

$$THQ = \frac{Ef \times ED \times IR \times C}{RfC \times Bw \times AT} \times 10^{-3}$$

- Ef : Frekuensi pajanan (312hari/tahun)
- Ed : Durasi pajanan (tahun)
- IR : Laju inhalasi (m^3 /jam), standar laju inhalasi dewasa 20 m^3 /hari (0,83 m^3 /jam)
- RfC : Dosis referensi Inhalasi (mg/m^3)
- C : Konsentrasi Pajanan (mg/m^3)
- Bw : Berat Badan
- AT : Waktu paparan rata-rata (365 hari/tahun x ED)

Nilai *RfC* Reference Dose Isopropanol adalah 0,33 mg/m³ (US EPA). Dan untuk standar Laju inhalasi (R) yang digunakan adalah laju inhalasi standart orang dewasa pada usia 21–61 tahun yaitu 0,83 m³/jam (Siswati and Diyanah, 2017).

Tujuan dari Perhitungan, mengetahui tingkat pajanan bahan kimia isopropanol di dalam lokasi pekerja di bagian operator mesin percetakan, dan bila THQ diperoleh kurang dari 1 maka dapat dikatakan toksin maka belum memberikan dampak pada tubuh. Sedangkan bila berdasarkan hasil perhitungan diperoleh THQ lebih atau sama dengan dari 1 maka dapat dikatakan toksin telah memberikan dampak pada tubuh. Semakin besar angka THQ semakin memberikan dampak pada tubuh.

2. Chronic Daily Intake (CDI)

Digunakan untuk mengetahui risiko yang terkait dengan intake kronis harian. Menurut US EPA's (1986a) perlu adanya pengukuran zat toksik yang terinhalasi selama masa tenentu untuk menentukan efek dari suatu paparan bahan kimia. Persamaan yang digunakan untuk menghitung CDI adalah (US EPA, 1986a) :

$$CDI = \frac{C \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times lifetime \times AT}$$

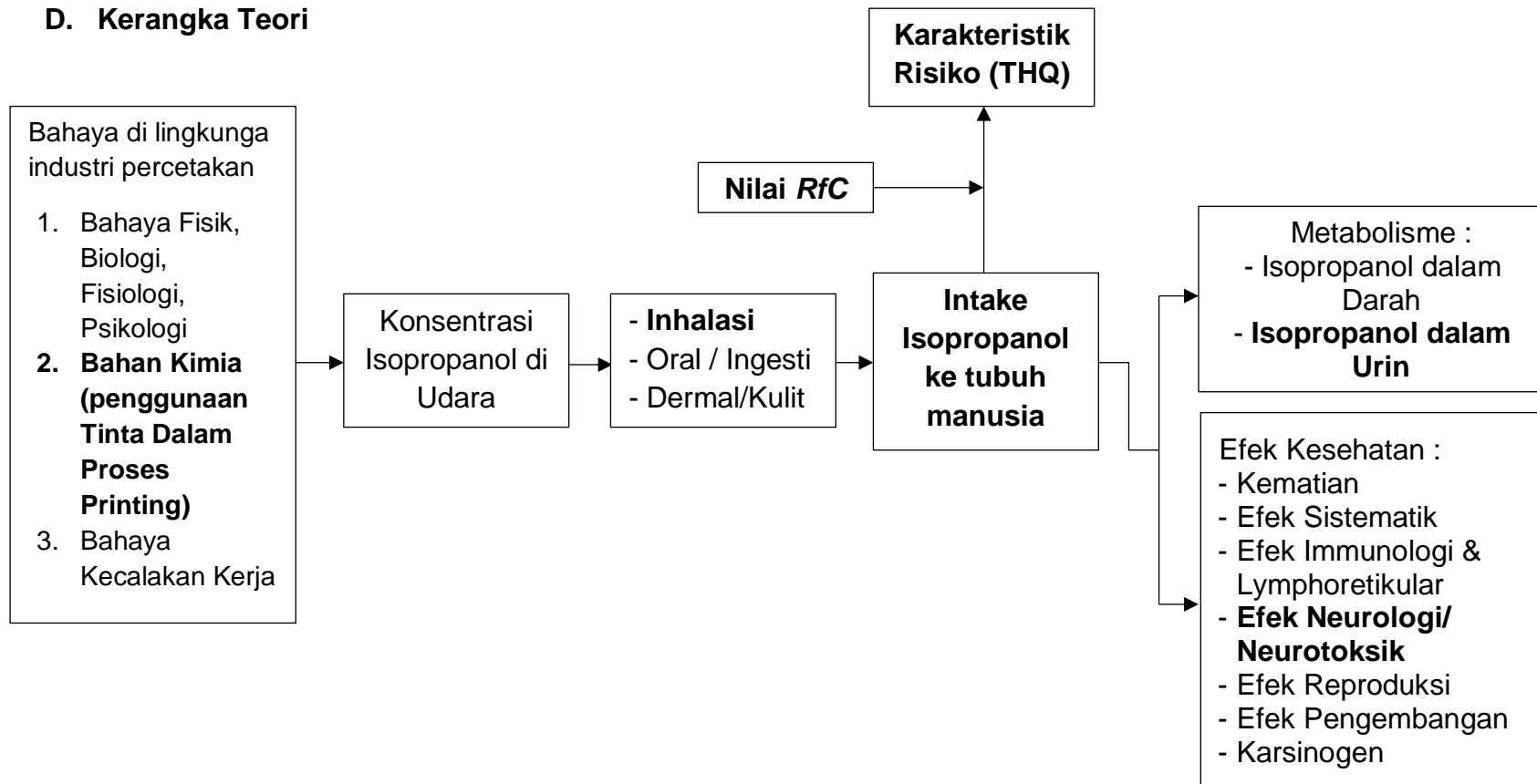
Keterangan :

CDI = *Chronic Daily Intake* (mg/kg-hari)

C	=	Konsentrasi paparan (mg/m^3)
IR	=	Laju inhalasi (m^3/jam), standar laju inhalasi dewasa $20 \text{ m}^3/\text{hari}$ ($0,83 \text{ m}^3/\text{jam}$)
ET	=	Waktu pajanan (jam/hari).
EF	=	Frekuensi pajanan (hari/tahun), 312 hari/tahun
ED	=	Durasi pajanan (tahun), lama kerja.
BW	=	Berat badan (kg)
AT	=	Rerata waktu (hari), 365 hari.
Lifetime	=	70 tahun

Laju inhalasi (R) yang digunakan adalah laju inhalasi standart orang dewasa pada usia 21–61 tahun yaitu $0,83 \text{ m}^3/\text{jam}$ (Siswati and Diyanah, 2017).

D. Kerangka Teori



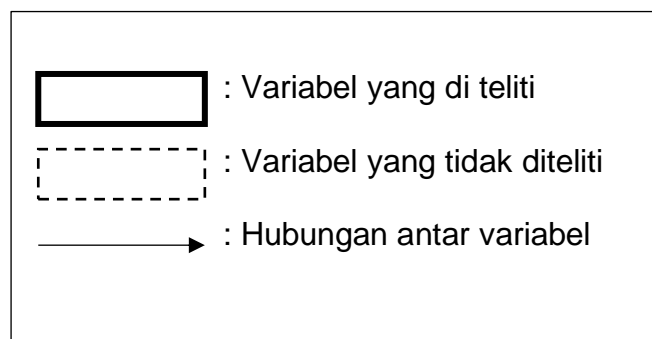
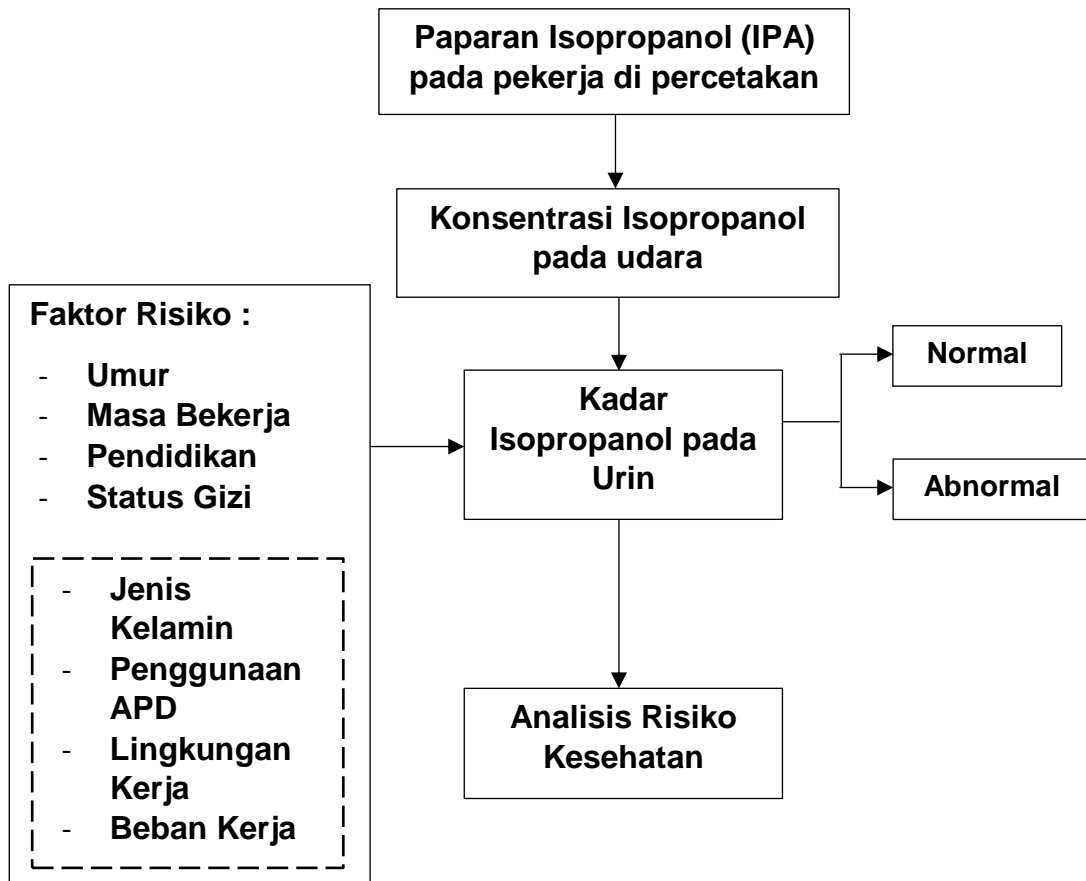
Gambar II. 4 Sumber : Modifikasi dari ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) (2015), Louvar and Louvar (1998) , (Faradisha, 2018).

Berdasarkan teori dan referensi dari ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) (2015) dan Louvar and Louvar (1998) dan dari thesis Jihan Faradisha (2018) peneliti memodifikasi untuk mendukung kajian penelitian yang dilakukan Analisis Paparan Isopropanol pada pekerja di percetakan maka disusun suatu kerangka teori dalam memudahkan penggambaran alur kajian masalah seperti yang digambarkan pada gambar kerangka teori diatas.

Industri percetakan *Offset* memiliki sumber bahaya seperti bahaya fisik, bahaya bahan kimia yaitu berupa penggunaan pembersih plat dan sebagai pembersih selang tinta dalam proses *printing* dan bahaya kecelakaan kerja.

Hasil metabolisme Isopropanol dapat berupa kristal Oksalat dalam Urine. Masuknya Isopropanol ke dalam tubuh dapat memberikan efek Iritasi mata, hidung atau tenggorokan Sakit kepala, Kulit retak kering, Batuk, Pusing, Kantuk, Sakit tenggorokan, Kemerahan pada pekerja (Ekawandani, 2016).

E. Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar II. 5 Kerangka Konsep Penelitian Analisis Risiko Paparan Isopropanol Di Udara Pada Pekerja Industri Percetakan Di Kota Kendari

F. Deifinisi Operasioanal

Variabel	Definisi operasional	Instrument Penelitian	Cara Pengukuran	Skala
Konsentrasi Isopropanol di udara	Jumlah mg Isopropanol (ppm) di konvert ke m ³ udara pada lingkungan kerja	<i>Gas chromatogra Phy</i>	Sampel udara terinhalasi yang telah diambil dikirim dan dianalisis di Laboratorium PT. Global Quality Analytical	Rasio
Frekuensi Pajanan (EF)	Tingkat keseringan pajanan Isopropanol yang dialami responden per hari yang dihitung selama satu tahun (312 hari)	Kuesioner	Wawancara	Rasio
Durasi Pajanan (ED)	Lama waktu kontak responden dengan bahan kimia Isopropanol di lokasi kerja yang dihitung dalam satuan tahun	Kuesioner	Wawancara	Rasio
Berat Badan (Bw)	Berat badan responden saat penelitian berdasarkan hasil pengukuran secara langsung saat wawancara menggunakan Timbangan (kg)	Timbangan	Menimbang	Rasio

Variabel	Definisi operasional	Instrument Penelitian	Cara Pengukuran	Skala
Periode waktu rata-rata (t_{avg})	Waktu yang diperoleh dari hasil perkalian durasi pajanan dengan frekuensi pajanan.	Mengalikan frekuensi pajanan (356 hari/tahun) dengan durasi pajanan (Tahun)	Kalkulator	Rasio
Usia	Usia responden (dalam tahun) saat dilakukan penelitian.	Kuesioner	Wawancara	Ordinal
Status Gizi	Perhitungan IMT pekerja BB/TB(m) Standar Asia Pasific 1. Obesitas 2 $\geq 30,0$ Obesitas 1 25,0-29,9 3. Gemuk $\geq 23,0 - 24,9$ 4. Normal 18,5 – 22,9 5. Kurus $<18,5$	Kuesioner	Wawancara	Rasio
Pendidikan	Tingkat pendidikan responden	Kuesioner	Wawancara	Ordinal
Masa Kerja	Lama kerja untuk mengetahui berapa lama responden terpapar oleh isopropanol	Kuesioner	Wawancara	Ordinal

<p>Analisis Laboratorium Sampel Urine</p>	<p>Jumlah kandungan Kristal Ca-Oxallate pada pekerja di bagian operator mesin cetak dimana jumlah Kristal Oksalat: 0-10 : Normal 10-30 : Abnormal</p>	<p>Analisis mikroskopik di laboratorium Klinik Diagnostik Rapha Kendari</p>	<p>Tes urine (urinalisis) Proses mengambil sampel urin pada pagi hari, dengan mengecek kristal oksalat dalam sedimen urin di laboratorium</p>	<p>Nominal</p>
---	---	---	---	----------------