

SKRIPSI

**PENILAIAN RISIKO KESEHATAN AKIBAT PAPARAN GAS
CL₂ (*CHLORINE*) PADA PEKERJA DI BAGIAN UTILITAS
PABRIK II-B PT X PALEMBANG
TAHUN 2023**



OLEH :

NAMA : TAZKIA PILAR AZZIMAT
NIM : 10011381924167

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT (SI)
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SKRIPSI

**PENILAIAN RISIKO KESEHATAN AKIBAT PAPARAN GAS
CL₂ (*CHLORINE*) PADA PEKERJA DI BAGIAN UTILITAS
PABRIK II-B PT X PALEMBANG
TAHUN 2023**

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar (S1)
Sarjana Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



OLEH :

NAMA : TAZKIA PILAR AZZIMAT
NIM : 10011381924167

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT (SI)
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

**KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWJAYA
Skripsi, September 2024**

Tazkia Pilar Azzimat : Dibimbing Oleh Anita Camelia, S.K.M., M.K.K.K

**PENILAIAN RISIKO KESEHATAN AKIBAT PAPARAN GAS KLOORIN
CL₂ (*CHLORINE*) PADA PEKERJA DI BAGIAN UTILITAS PABRIK II-B
PT X PALEMBANG TAHUN 2023**

(xviii+ 138 halaman, 48 tabel, 5 gambar, 33 lampiran)

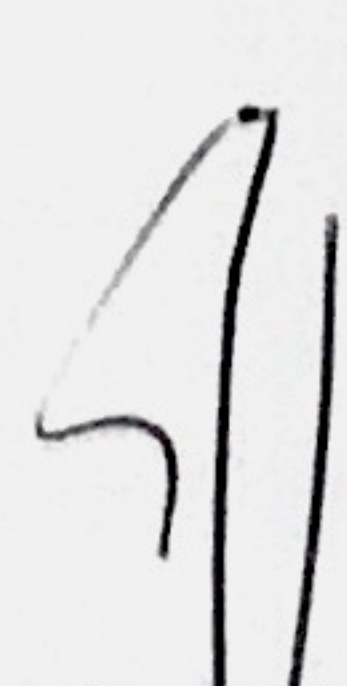
ABSTRAK

Gas klorin (*chlorine*) merupakan suatu bahan kimia yang berpotensi menyebabkan *fatality* atau kematian jika terpajan dalam keadaan tidak menggunakan alat pelindung (*unprotected populations*) yang berlangsung singkat. Diketahui bahwa kandungan gas klorin (*chlorine*) lebih dari 40 ppm dapat menyebabkan efek kesehatan berupa pneumonitis toksik, edema paru dan kematian, dengan durasi pajanan antara 5 – 30 menit. Pada salah satu bagian produksi yang berkapasitas besar di PT X Palembang ditemukan menggunakan *Chlorine* sebagai bahan kimia dalam proses pengoperasiannya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. *Chemical Health Risk Assesment (CHRA)* merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Sehingga akan didapatkan hasil penilaian risiko kesehatan dari paparan penggunaan *chlorine* khususnya pada pekerja. Dari total 5 informan yang ada, hasil penelitian menunjukkan bahwa Evaluasi Penilaian Risiko atau *Risk Rating (RR)* dari pekerja yang berada dibagian Utilitas P-IIB PT X Palembang adalah 16 yaitu masuk dalam kategori *High Risk*, Penilaian *Level Risk For Dermal Exposure* masuk dalam kategori *Moderate Risk*. Nilai Tindakan Pengendalian yang telah dilakukan berdasarkan *Risk Rating = 16* dan pengamatan secara langsung yaitu *Inadequate* masuk dalam kategori *Action Priority 1 (AP-1)*, sehingga diperlukan tindakan pengendalian lebih lanjut.

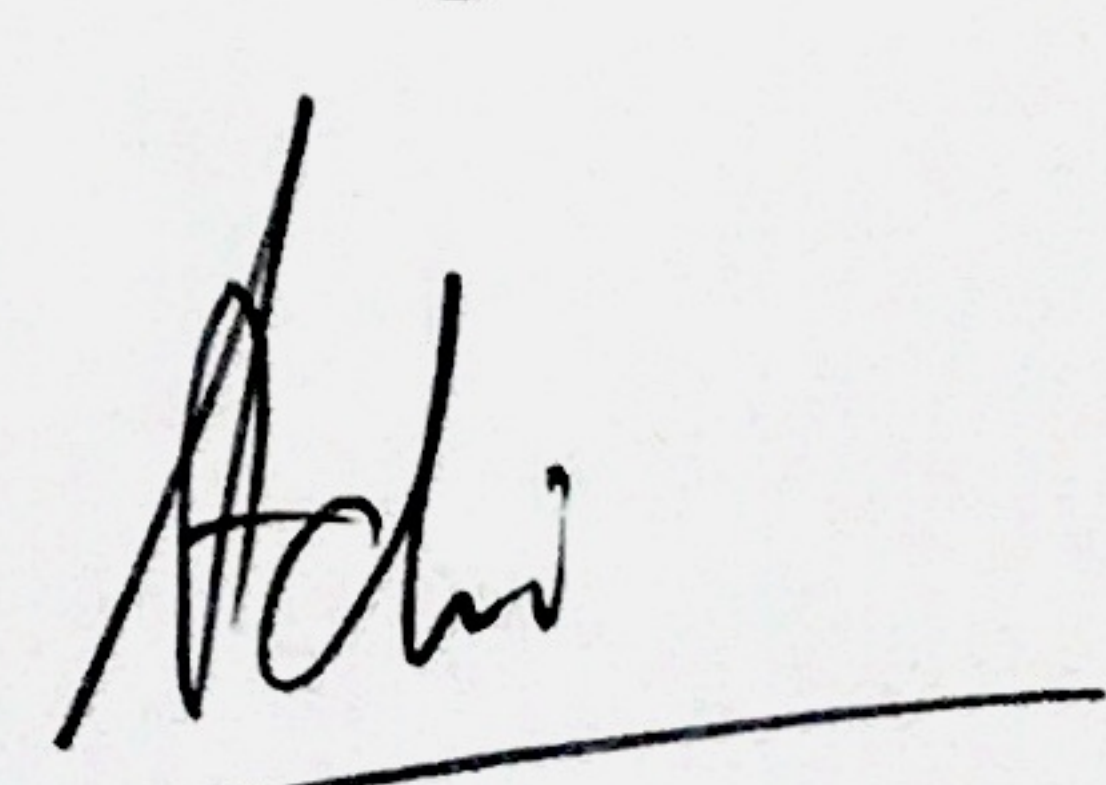
Kata Kunci : CHRA, Gas klorin Cl₂ (*Chlorine*), Penilaian Risiko Kesehatan ,
Tingkat Risiko Kesehatan

Kepustakaan : 46 (1999 - 2023)

Koordinator Program Studi
Kesehatan Masyarakat


Asmaripa Ainy, S.Si., M.Kes
NIP. 197909152006042005

Indralaya, September 2024
Mengetahui,
Pembimbing


Anita Camelia, S.K.M., M.K.K.K
NIP. 198001182006042001

**OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
SRIWJAYA UNIVERSITY
Thesis, September 2024**

Tazkia Pilar Azzimat : Supervised By Anita Camelia, S.K.M., M.K.K.K

**HEALTH RISK ASSESSMENT DUE TO EXPOSURE TO CHLORINE GAS
CL₂ (CHLORINE) ON WORKERS IN THE UTILITY DIVISION OF
FACTORY II -B PT X PALEMBANG IN 2023**

(xviii+ 138 pages, 48 tables, 5 figures, 33 attachments)

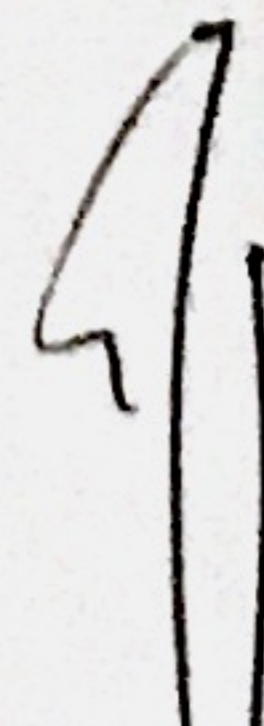
ABSTRACT

Chlorine gas (chlorine) is a chemical that has the potential to cause death or death if exposed in a state of not using protective equipment (unprotected population) which lasts a short time. It is known that chlorine gas content of more than 40 ppm can cause health effects in the form of toxic pneumonitis, pulmonary edema and death, with an exposure duration of between 5 - 30 minutes. In one of the large-capacity production sections at PT X Palembang, Chlorine was found to be used as a chemical in its operating process. This research is a descriptive study with a qualitative approach. Chemical Health Risk Assessment (CHRA) is the method used in this study. So that the results of the health risk assessment from exposure to chlorine use will be obtained, especially for workers. From a total of 5 informants, the results of the study showed that the Risk Assessment Evaluation or Risk Rating (RR) of workers in the P-IIB Utility section of PT X Palembang was 16, which is included in the High Risk category, the Risk Level Assessment for Dermal Exposure is included in the Medium Risk category. The Control Action Value that has been carried out based on the Risk Rating = 16 and direct observation, namely Inadequate, is included in the Action Priority 1 (AP-1) category, so further control measures are needed.

Keywords : CHRA, Chlorine gas Cl₂ (Chlorine), Health Risk Assessment, Health Risk Level

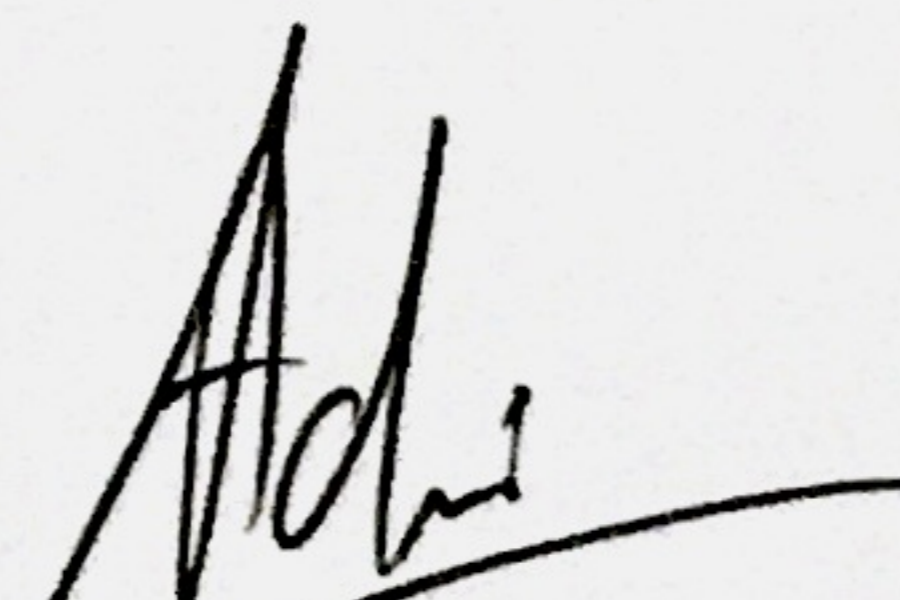
Bibliography : 46 (1999 - 2023)

Koordinator Program Studi
Kesehatan Masyarakat



Asmaripa Ainy, S.Si., M.Kes
NIP. 197909152006042005

Indralaya, September 2024
Mengetahui,
Pembimbing



Anita Camelia, S.K.M., M.K.K.K
NIP. 198001182006042001

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini dibuat dengan sejujurnya dengan mengikui kaidah Etika Akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya serta menjamin bebas Plagiarisme. Bila kemudian saya melanggar Etika Akademik maka saya bersedia dinyatakan tidak lulus atau gagal.

Indralaya, September 2024

Yan



Tazkia Pilar Azzimat

NIM. 10011381924167

HALAMAN PENGESAHAN

**PENILAIAN RISIKO KESEHATAN AKIBAT PAPARAN
GAS KLOORIN CL₂ (*CHLORINE*) PADA PEKERJA DI BAGIAN
UTILITAS PABRIK II-B PT X PALEMBANG TAHUN 2023**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

Tazkia Pilar Azzimat

10011381924167


Indralaya, September 2024

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat



Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.KM
NIP. 197606092002122001

Pembimbing



Anita Camelia, S.K.M., M.K.K.K
NIP. 198001182006042001

HALAMAN PERSETUJUAN


Skripsi ini dengan judul “Penilaian Risiko Kesehatan Akibat Paparan Gas Cl₂ (*Chlorine*) Pada Pekerja Di Bagian Utilitas Pabrik II-B PT X Palembang Tahun 2023” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya pada tanggal ... September 2024

Indralaya, September 2024

Tim Penguji Skripsi

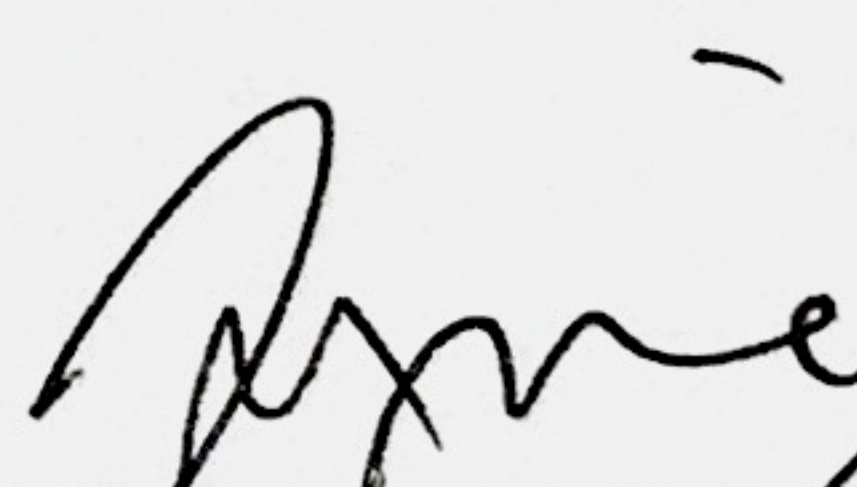

Ketua Penguji :

1. Mona Lestari, S.K.M., M.K.K.K
NIP. 199006042019032019

()

Anggota :

1. Poppy Fujianti, S.K.M., M.Sc
NIP. 199008312022032009
2. Anita Camelia
NIP. 198001182006042001


()
()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat



Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.KM
NIP. 197606092002122001

Koordinator Program Studi
Kesehatan Masyarakat


Asmaripa Ajny, S.Si., M.Kes
NIP. 197909152006042005

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Biodata Diri

Nama : Tazkia Pilar Azzimat
Tempat Tanggal Lahir : Tanjung Batu, 27 September 2001
Agama : Islam
Alamat Rumah : Jln. Merdeka Km. 53 Kel. Tanjung Batu, Kec.
Tanjung Batu, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
Peminatan : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
Jenis Kelamin : Perempuan
No. Telepon/HP : 082179396674
Email : tazkiapilarazzimat@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

2019 – sekarang : Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3),
Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas
Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya
2016 – 2019 : SMA Negeri 3 Kayuagung
2013 – 2016 : SMP Negeri 1 Tanjung Batu
2007- 2013 : SD Negeri 3 Tanjung Batu

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya sehingga skripsi saya yang berjudul “ Penilaian Risiko Kesehatan Akibat Paparan Gas Cl₂ (*Chlorine*) Pada Pekerja Di Bagian Utilitas Pabrik II-B PT. X Palembang Tahun 2023” dapat selesai dengan baik. Selama penyusunan skripsi ini, Penulis mendapatkan banyak sekali dukungan, bantuan, bimbingan, semangat dan doa yang tulus dari berbagai pihak yang selalu terlibat dalam pembuatan skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan Terima Kasih banyak kepada :

1. Ibu Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.K.M selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya
2. Ibu Asmaripa Ainy, S.Si., M.Kes selaku Ketua Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya
3. Ibu Anita Camelia, S.K.M., M.K.K.K selaku Dosen Pembimbing yang sudah banyak menyediakan aktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi dan saran kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi.
4. Para Dosen, staf dan karyawan yang bertugas di Fakultas Kesehatan Masyarakat yang telah membantu dalam banyak hal.
5. Staf Departemen K3, Staf bagian PK&KK, Staf bagian Hiperkes, Staf bagian PPK3, Staf bagian Utilitas P-IIB dan seluruh staf yang berpartisipasi dalam penyusunan skripsi.
6. Mama, Papa, Iyak serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa, perhatian, pengertian, semangat, kesabaran dan segala bentuk dukungan baik moril maupun materil.
7. My lovely girl, Nabila yang telah bersedia menjadi pendengar dikala senang dan sedih, penyemangat dikala suntuk, menemani dikala sepi serta memberi dukungan dan dorongan besar selama proses penyusunan skripsi.

8. Teman seperjuangan Kesehatan Masyarakat 2019 dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam proses penyelesaian skripsi.

Sesungguhnya masih banyak lagi pihak yang memberikan bantuan dan dukungan, maka penulis memohon maaf dan berterimakasih sebesar-besarnya atas ketulusan yang diberikan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka pada segala bentuk kritik maupun saran yang membangun agar dapat dipergunakan sebagai bahan pembelajaran Penulis. Semoga Allah Swt selalu senantiasa memberian Ridha dan Berkah-Nya di setiap langkah yang kita jalani.

Indralaya, September 2024

Penulis

Tazkia Pilar Azzimat

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tazkia Pilar Azzimat
NIM : 10011381924167
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Dengan ini menyatakan menyetujui/ ~~tidak menyetujui~~ *) (jika tidak menyetujui sebutkan alasannya) untuk memberikan kepada kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Penilaian Risiko Kesehatan Akibat Paparan Gas Klorin Cl₂ (*Chlorine*) Pada Pekerja Di Bagian Utilitas Pabrik II-B PT X Palembang Tahun 2023”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : di Indralaya

Pada Tanggal : September 2024

Yang menyatakan,

Tazkia Pilar Azzimat

NM. 10011381924167

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Tujuan Umum.....	6
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat.....	6
1.4.2 Bagi Perusahaan.....	7
1.4.3 Bagi Mahasiswa.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	8
1.5.1 Lingkup Lokasi.....	8
1.5.2 Lingkup Waktu.....	8
1.5.3 Lingkup Materi.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3).....	9
2.1.1 Pengertian Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).....	9
2.1.2 Peraturan Tentang Penggunaan Bahan Kimia di Bidang Industri.....	9
2.1.3 Klasifikasi Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).....	10
2.1.4 Simbol Bahan Berbahaya dan Beracun.....	13

2.1.5	Dampak Bahan Berbahaya dan Beracun Bagi Kesehatan	17
2.2	Bagian Utilitas P-IIB PT X Palembang	19
2.2.1	Bagian Utilitas <i>Water Treatment</i>	19
2.2.2	Bagian Utilitas <i>Demin Water</i>	21
2.2.3	Bagian Utilitas <i>Reverse Osmosis</i>	21
2.2.4	Bagian Utilitas Cooling Tower Ammonia / Urea	22
2.3	Agency For Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)	23
2.3.1	Toxicology Profiles	25
2.4.1	Format Safety Data Sheet (SDS)	27
2.5	Safety Data Sheet Gas Klorin (CL2)	34
2.5.1	Format Safety Data Sheets Gas Klorin (CL2)	35
2.6	Chemical Health Risk Assesment (CHRA)	49
2.6.1	Langkah CHRA	49
2.7	Penelitian Terdahulu	66
2.8	Kerangka Teori	68
2.9	Kerangka Pikir	69
2.10	Definisi Istilah	70
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		75
3.1	Desain Penelitian	75
3.2	Objek Penelitian	75
3.3	Informan Penelitian	75
3.4	Instrumen Penelitian	78
3.5	Teknik Pengumpulan Data	79
3.6	Teknik Pengolahan Data	80
3.7	Validitas Data	80
BAB IV HASIL PENELITIAN		82
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	82
4.1.1	Struktur Organisasi Perusahaan	82
4.1.2	Proses Produksi	83
4.2	Hasil Penelitian	89

4.2.1	Chemical Health Risk Assesment Gas Klorine Cl ₂ (Chlorine)	89
4.2.2	Tingkat Evaluasi Paparan (Exposure Rating) Inhaled Chlorine	91
4.2.3	Tingkat Evaluasi Paparan (Exposure Rating) Dermal Chlorine	97
4.2.4	Tingkat Risk Rating Chlorine	102
4.2.5	Action Priority Chlorine	102
BAB V PEMBAHASAN		104
5.1	Pembahasan	104
5.1.1	Klasifikasi <i>Chlorine</i>	104
5.1.2	Hazard Rating (HR), Tingkat Evaluasi Paparan / Exposure rating (ER) Inhaled, Tingkat Evaluasi Paparan / Exposure rating (ER) Dermal, Tingkat Risiko / Risk rating (RR) <i>Chlorine</i> Bagian Utilitas P-IIB PT X Palembang	107
5.1.3	Action Priority / Tindakan Pengendalian <i>Chlorine</i> Bagian Utilitas P-IIB PT X Palembang	120
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		132
6.1	Kesimpulan	132
6.2	Saran	132
DAFTAR PUSTAKA		134

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pembagian Tingkat Racun B3	12
Tabel 2.2 Klasifikasi Simbol B3	13
Tabel 2.3 Klasifikasi jenis Air Bahan Baku Berdasarkan Kadar Garam	22
Tabel 2.4 Parameter <i>Cooling Tower</i>	22
Tabel 2.5 Exposure Limits Chlorine	44
Tabel 2.6 Acute Toxicity Chlorine	47
Tabel 2.7 Acute Toxicity Estimates	48
Tabel 2.8 Ecological Toxicity	48
Tabel 2.9 <i>Hazard Rating for Inhalation Exposure Based on health effect</i>	51
Tabel 2.10 <i>Hazardous Properties Relevant to Dermal Exposure</i>	52
Tabel 2.11 <i>Inhalation Exposure Based on Airborne</i>	55
Tabel 2.12 <i>Frequency Rating</i>	57
Tabel 2.13 <i>Duration Rating</i>	57
Tabel 2.14 <i>Degree of Chemical Release or Presence</i>	58
Tabel 2.15 <i>Degree of Chemical inhaled</i>	59
Tabel 2.16 <i>Magnitude Rating</i>	59
Tabel 2.17 <i>Modifying Factors</i>	59
Tabel 2.18 <i>Exposure Rating</i>	60
Tabel 2.19 <i>Extent of Dermal Contact</i>	60
Tabel 2.20 <i>Level of Risk Determination</i>	62
Tabel 2.21 <i>Level of Risk Determination</i>	62
Tabel 2.22 <i>Level of Risk is Determined</i>	62
Tabel 2.23 <i>Risk Matrix for Dermal Exposure</i>	62
Tabel 2.24 <i>Action Priority Determination</i>	65
Tabel 2.25 Penelitian Terdahulu	66
Tabel 2.26 Definisi Istilah	70
Tabel 4.27 <i>Hazard Rating for Inhalation Exposure</i>	89
Tabel 4.28 Klasifikasi HR Chlorine	90
Tabel 4.29 <i>Frequency rating Chlorine</i>	91
Tabel 4.30 <i>Duration rating Chlorine</i>	91

Tabel 4.31 <i>Frequency Duration Rating Chlorine</i>	92
Tabel 4.32 <i>Degree of chemical release or presence Chlorine</i>	92
Tabel 4.33 <i>Degree of physical activities and breathing rate Chlorine</i>	93
Tabel 4.34 <i>Degree of chemical inhaled Chlorine</i>	94
Tabel 4.35 <i>Magnitude Rating (MR) Chlorine</i>	95
Tabel 4.36 <i>Modifying Factors Chlorine</i>	96
Tabel 4.37 <i>Exposure Rating Chlorine</i>	97
Tabel 4.38 <i>Hazardous Properties Relevant to Dermal Exposure</i>	97
Tabel 4.39 <i>Klasifikasi Risk for dermal exposure Chlorine</i>	99
Tabel 4.40 <i>Duration of Dermal Contact of Chlorine</i>	99
Tabel 4.41 <i>Extent of Dermal Contact of Chlorine</i>	100
Tabel 4.42 <i>Risk Matrix For Dermal Exposure</i>	100
Tabel 4.43 <i>Level Of Risk For Dermal Exposure Chlorine</i>	102
Tabel 4.44 <i>Level of Risk Determination Chlorine</i>	102
Tabel 4.45 <i>Action Priority Determination Chlorine</i>	102
Tabel 4.46 <i>Modifying Factors Chlorine</i>	122
Tabel 3.1 <i>Informan Penelitian</i>	76
<i>Table. Flowchart proses kerja pengoprasian Chlorine</i>	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pictogram Gas Klorin (CL ₂).....	35
Gambar 2.2 Kerangka Teori.....	68
Gambar 2.3 Kerangka Pikir.....	69
Gambar 3.4 Proses Produksi.....	83
Gambar 4.5 Klasifikasi <i>Hazard Chlorine</i>	89

DAFTAR SINGKATAN

ALARP	: <i>As Low As Reasonably practicable</i>
CHRA	: <i>Chemical Health Risk Assessment</i>
DOSH	: <i>Department of Occupational Safety and Health</i>
DR	: <i>Duration Rating</i>
ECHA	: <i>European Chemicals Agency</i>
ER	: <i>Exposure rating</i>
FDR	: <i>Frequency-duration rating</i>
FR	: <i>Frequency rating</i>
GHS	: <i>Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals</i>
HR	: <i>Hazard rating</i>
PPE	: <i>Personal protective equipment</i>
RR	: <i>Risk Rating</i>
SDS	: <i>Safety Data Sheet</i>
USECHH Regulations	: <i>Occupational Safety and Health (Use and Standard of Exposure of Chemicals Hazardous to Health) Regulations 2000 or as amended.</i>
K3	: <i>Keselamatan dan Kesehatan Kerja</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Informed Consent
- Lampiran 2 Lembar Transkrip Wawancara
- Lampiran 3 Transkrip Wawancara
- Lampiran 4 Kaji Etik
- Lampiran 5 Surat Izin Penelitian
- Lampiran 6 Dokumentasi
- Lampiran 7 Fasilitas APD di *Shelter*
- Lampiran 8 Fasilitas APD di *Shelter*
- Lampiran 9 Fasilitas *eye wash* atau mencuci
- Lampiran 10 Fasilitas Toilet
- Lampiran 11 Fasilitas APAR di bagian Utilitas
- Lampiran 12 Proses peloadingan *Chlorine* di *Cooling Tower*
- Lampiran 13 Kondisi area pengoprasian *chlorine* unit *Water Treatment*
- Lampiran 14 Pictogram di area pengoprasian *chlorine* unit *Water Treatment*
- Lampiran 15 Kondisi area pengoprasian *chlorine* unit *Cooling Tower*
- Lampiran 16 Fasilitas Hydrant di bagian Utilitas
- Lampiran 17 Informasi atau tanda bahaya *chlorine* unit *Water Treatment*
- Lampiran 18 Kondisi lembar informasi SDS *chlorine* unit *Cooling Tower*
- Lampiran 19 SDS *chlorine* bagian utilitas *water treatment*
- Lampiran 20 SDS *chlorine* bagian utilitas *cooling tower*
- Lampiran 21 Fasilitas mencuci di area pengoprasian *chlorine* Unit *Cooling Tower*
- Lampiran 22 Proses penginjeksian tabung bersama pihak instrument di *water treatment*
- Lampiran 23 Proses peloadingan *Chlorine* di unit *water treatment*
- Lampiran 24 *Injection* tabung *chlorine* unit *water treatment*
- Lampiran 25 *Injection* tabung *chlorine* unit *water treatment*
- Lampiran 26 Hasil parameter *Chlorine*
- Lampiran 27 Hasil parameter *Chlorine*
- Lampiran 28 *Box indicator* di unit *Cooling Tower*

- Lampiran 29 Area pengoprasian *chlorine* unit *Cooling Tower*
- Lampiran 30 *Flow Indicator* di unit *water treatment*
- Lampiran 31 Tabung *chlorine* unit *Water Treatment*
- Lampiran 32 Tabung *chlorine* unit *cooling tower*
- Lampiran 33 Kondisi regulator area pengoprasian *chlorine* unit *Water Treatment*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seperti yang kita ketahui beberapa perusahaan industri di Indonesia yang kerap kali menggunakan bahan kimia dalam proses penghasilan suatu produk mereka yaitu perusahaan penghasil pupuk. Industri pupuk yang ada di Indonesia merupakan salah satu industri yang juga tengah dan selalu ikut dalam arus perkembangan serta peningkatan laju mutu kebutuhan pangan di Indonesia. Berdampak dari perkembangan tersebut, tak dapat terpisahkan dari setiap proses aktivitas yang akan selalu berhubungan langsung dengan bahaya dan risiko disetiap kesempatan, sebab penggunaan berbagai macam bahan kimia hingga bahan berbahaya beracun yang digunakan pada aktivitas produksi sehari-hari. Selain itu, dari berbagai aktivitas yang berlangsung, bidang industri produksi pupuk diketahui masuk dalam kategori instalasi atau industri yang memiliki risiko terjadinya kebocoran bahan kimia berbahaya (Abdima, 2009).

Dari banyaknya bahan kimia yang digunakan oleh masing-masing perusahaan industri pupuk, gas Cl₂ atau bahan kimia berupa klorin (*chlorine*) sering ditemui dalam penggunaan diberbagai proses aktivitasnya. Klor adalah unsur kimia dengan nomor atom 17 dan simbol Cl yang masuk dalam golongan Halogen. Pada air laut maupun air sungai, klorin akan bereaksi terhidrolisa yang nantinya membentuk sebuah asam hipoklorit (HClO) yaitu berupa oksidator (Rosita, Zaenab and Budiyanto, 2016). Klorin merupakan unsur yang berperan aktif dalam setiap reaksinya hingga menimbulkan suatu senyawa yang cepat dan reaksi yang besar sekali (Rosita, Zaenab and Budiyanto, 2016).

Biasanya klorin mudah dikenali sebab baunya yang tajam sehingga akan menyebabkan reaksi pada selaput lendir tenggorokan, tali suara hingga paru-paru. Oleh karena itu, bagi orang yang menghirup gas klorin biasanya akan merasakan sakit atau sensasi panas maupun pedih di area tenggorokan, sebab rangsangan yang menyebabkan iritasi hingga batuk, pada kasus serius akan mengalami kesulitan bernapas (Rosita, Zaenab and Budiyanto, 2016). Berdasarkan U.S. *Environmental Protection Agency* (USEPA), gas klorin merupakan kelompok

bahan kimia dengan potensi menimbulkan *fatality* atau kematian bagi masyarakat yang terpajan selama mereka dalam keadaan tidak memiliki alat pelindung (*unprotected populations*) setelah kebocoran gas berlangsung dalam kurun waktu relative singkat (Abdima, 2009).

Pada proses pengolahan air, klorin digunakan sebagai bahan untuk proses presedimentasi, koagulasi-floakulasi, klarifikasi, filtrasi, sedimentasi dan disinfeksi. Klorinasi merupakan suatu reaksi yang terjadi guna mengurangi, membunuh dan menghilangkan berbagai jenis mikroorganisme yang terkandung dalam air baku, seperti air sungai (Setiawan, Sibarani and Suprihatin, 2013). Pada umumnya klorin adalah salah satu jenis disinfektan yang sering digunakan dalam proses pengolahan air, sebab penggunaannya yang ekonomis dan tidak sulit untuk didapat. Namun disamping kemudahannya tersebut, klorin terbukti dapat menyebabkan efek negative pada kesehatan, jika digunakan dengan dosis yang berlebih dan tidak sesuai dengan baku mutu yang berlaku (Mulyati *et al.*, 2022) . Untuk jenis klorin yang digunakan terutama pada gas klorin, dapat menimbulkan rasa terbakar pada area kulit yang terkena langsung, berdampak pada sistem pernafasan yang masuk melalui inhalasi, mengganggu sistem pencernaan jika masuk melalui ingesti, dan mengganggu penglihatan jika terpajan langsung pada mata (Rohmah and Sulistyorini, 2017).

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja menyatakan Nilai Ambang Batas Klorin yaitu 0,5 BDS atau 1,5 Mg/m³ untuk TWA (*Time Weighted Avevrage*) yang diterima tenaga kerja selama 8 jam kerja/hari (Indonesia, 2018). Berdasarkan ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) *Toxicological Profile For Chlorine*, menunjukkan bahwa paparan 1-3 ppm klorin menyebabkan iritasi ringan pada hidung dengan toleransi paparan sekitar 1 jam, untuk 5 ppm klorin dapat menyebabkan iritasi mata, pada konsentrasi 5 – 15 ppm dapat menyebabkan sakit kepala dan iritasi pada tenggorokan, pada konsentrasi 30 ppm menyebabkan nyeri dada langsung, mual, muntah, dispnea dan batuk, pada konsentrasi 40 – 60 ppm dapat menyebabkan pneumonitis toksik dan edema paru, pada konsentrasi 430 ppm akan menyebabkan kematian dengan durasi paparan selama 30 menit, dan konsentrasi 1000 ppm dapat menyebabkan *fatality* hanya

dalam beberapa menit paparan (Services, 2013). Sehingga dapat dikatakan efek dari paparan klorin akan tergantung pada kuantitas klorin, durasi dan konsentrasi paparan serta jalur paparan pada pekerja.

Dari berbagai bahaya yang telah diketahui atas penggunaan klorin baik jenis gas maupun cair pada aktivitas di bidang industri, telah terdapat beberapa kasus yang pernah terjadi baik internasional maupun nasional. Berdasarkan salah satu kasus di Baghdad, terdapat lebih dari 500 orang yang mengalami keracunan gas klorin, akibat kebocoran mekanik yang menyebabkan ledakan gas klorin pada salah satu pabrik pengolahan air (Rohmah and Sulistyorini, 2017). Menurut salah satu studi yang dilakukan, bahwa dari 838 tentara Amerika Serikat yang mengalami penyerangan gas klorin beracun, 9 (Sembilan) diantaranya terdeteksi mengalami TB Paru, bronkitis, radang selaput dada dan dyspnea (Sandra *et al.*, 2016). Pada salah satu tragedi kebocoran klorin, ditemukan jika lebih dari 600 orang yang diwawancarai setelah 2 minggu terpapar merasakan ruam (*skin rashes*) dan luka bakar pada area kulit (Sandra *et al.*, 2016). Di penelitian yang dilakukan Agabiti *et al.* (2001), diketahui adanya hubungan paparan klorin jangka pendek (p value = 0,0005) dengan efek pernapasan akut (Hayat, 2020).

Pada tahun 2004 di Chongqing, terdapat setidaknya 150 ribu korban yang diungsikan sebab bocornya gas beracun klorin pada salah satu pabrik industri kimia X, sehingga mencemari udara sekitar dengan radius sekitar 300 meter (Abdima, 2009). Kasus tahun 2022 di Aqaba, Yordania, terjadi kebocoran pada tangki penyimpanan gas klorin di sebuah Pelabuhan tercatat sebanyak 10 orang meninggal dunia dan 251 orang luka-luka. Pada tahun 2018 terdapat kasus kebocoran gas klorin pada salah satu PT X di Indonesia, sebanyak 60 korban dibawa ke rumah sakit dengan gejala pusing, mual dan perih pada area mata (Ali Khumaini, 2022). Pada tahun 2019, di Kabupaten Cianjur, terdapat kasus kebocoran tabung gas klorin di suatu bak penampungan perumdam tirta, diketahui beberapa korban mengalami gejala sesak napas, tenggorokan kering dan iritasi mata (Nursastri Sri *et al.*, 2019). Pada tahun 2021 di Kabupaten Karawang, terdapat kasus kebocoran tabung gas klorin pada pabrik diduga puluhan warga mengalami sesak napas (Antara, 2021).

PT X Palembang merupakan salah satu industri non-migas yang akan terus menerus mengalami peningkatan kemajuan seiring dengan berkembangnya ilmu teknologi dan pengetahuan yang terkait dibidangnya. PT X Palembang adalah sekian dari banyaknya perusahaan industri yang bergerak pada bidang industri produksi dan pemasaran pupuk. Untuk produk utama yang dihasilkan oleh PT X sendiri yaitu berupa pupuk urea, NPK, Pupuk Organik dan produk lain seperti ammoniak, nitrogen, oksigen, CO₂, dan HHC. Dalam langkah memaksimalkan tingkat produksi, PT X memiliki berbagai pabrik yang dikelola sesuai dengan hasil produk yang ada. Dari pembagian alur proses produksi untuk masing-masing pabrik, Bahan kimia klorin digunakan pada aktivitas proses produksi tertentu yang membutuhkan adanya campuran reaksi dari klorin itu sendiri.

Berdasarkan lingkup berbagai pabrik yang ada guna menghasilkan produk yang berkualitas, Pabrik II-B merupakan salah satu pabrik dengan kapasitas terbesar di PT X, memiliki kapasitas produksi hampir lebih setengah dari kapasitas yang ada, oleh karena itu hampir seluruh bahan kimia yang digunakan di PT X terdapat di Pabrik II-B. Selanjutnya, Pabrik II-B sendiri menjalankan aktivitas produksi dibagi menjadi 3 unit yaitu Pabrik Urea, Pabrik Amoniak dan Pabrik Utilitas. Dari bagian utilitas, terdapat pembagian *plant* untuk masing-masing alur prosesnya, mulai dari *Water Treatment*, *Demin Water*, *Reverse Osmosis* dan *Cooling Tower Ammonia / Urea*, di mana penggunaan bahan kimia gas klorin terdapat pada proses *Water Treatment* dan *Cooling Tower*. Dengan kata lain penggunaan gas klorin sangat penting, sebab digunakan pada dua proses yang ada di Pabrik II-B. Selain itu, klorin masuk ke dalam 5 (lima) urutan bahan kimia dari total 23 bahan kimia yang ada dan paling banyak digunakan di PT X Palembang, serta termasuk dalam klasifikasi B3.

Berhubungan dengan penggunaan gas klorin pada pabrik II-B, tentunya aspek keselamatan dan kesehatan kerja akan selalu dan sangat penting untuk diperhatikan. Sebab mengingat risiko bahaya yang ditimbulkan akan berakibat khususnya bagi pekerja yang bertugas pada area di mana gas klorin itu digunakan. Keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan agar semua aspek yang ada di lingkungan atau wilayah kerja aman, mencakup individu, lingkungan, peralatan dan fasilitas. Dari data BPJS Ketenagakerjaan menyebutkan bahwa hingga

September 2021 tercatat setidaknya ada 82.000 kasus kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia. Sehingga Kementerian Ketenagakerjaan menegaskan K3 menjadi kunci dari pembangunan berkelanjutan dan investasi untuk mewujudkan Goals Agenda 2030 bagi pembangunan berkelanjutan ('ILO dan Kementerian Ketenagakerjaan sambut Hari Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Sedunia 2022 dengan mendorong kolaborasi multi-pihak', no date).

Oleh karena itu, berdasarkan uraian bahaya, risiko dan kuantitas dari pentingnya penggunaan klorin di bagian utilitas Pabrik II-B harus dibersamai dengan keselamatan dan kesehatan kerja khususnya bagi pekerja yang bertugas di sekitar area tersebut. Selain itu, diketahui PT X Palembang belum melakukan penilaian risiko kesehatan yang fokus terhadap paparan gas klorin bagi pekerja di Pabrik II-B. Sehingga penulis berminat melakukan penilaian risiko kesehatan khususnya pada pekerja yang ada dibagian utilitas Pabrik II-B PT X Palembang. Penilaian dilakukan menggunakan metode *Chemical Health Risk Assessment* (CHRA), yang nantinya dapat diketahui risiko kesehatan apa saja yang dapat menyerang pekerja hingga langkah upaya pengendalian yang harus dilakukan sesuai dengan kebutuhan.

1.2 Rumusan Masalah

PT X Palembang merupakan salah satu industri non-migas yang akan terus menerus mengalami peningkatan kemajuan seiring dengan berkembangnya ilmu teknologi dan pengetahuan. Diketahui bidang industri produksi pupuk masuk dalam kategori instalasi atau industri yang memiliki risiko terjadinya kebocoran bahan kimia berbahaya Berdasarkan data penggunaan bahan kimia, klorin masuk dalam urutan ke 5 (lima) dari total 23 bahan kimia yang ada dan paling banyak digunakan di PT X Palembang, serta termasuk dalam klasifikasi B3. Hasil dari observasi awal, klorin digunakan pada dua proses yang ada di bagian utilitas Pabrik II-B, yaitu *plant water treatment* dan *cooling tower*. Paparan klorin dapat masuk melalui mulut, kulit, pernafasan dan mata yang akan menimbulkan efek negative pada tubuh, mulai dari ringan hingga fatal seperti kematian. Selain itu belum dilakukan penilaian risiko kesehatan pada pekerja untuk bahan B3 khususnya klorin. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini penulis merumuskan masalah tentang bagaimana penilaian risiko kesehatan akibat paparan Gas Cl₂ (*Chlorine*) pada pekerja di bagian utilitas Pabrik II-B PT X Palembang ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk melakukan Penilaian Risiko Kesehatan Akibat Paparan Gas Cl₂ (*Chlorine*) Pada Pekerja Di Bagian Utilitas Pabrik II-B PT X Palembang Tahun 2023.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mendapatkan hasil penilaian identifikasi bahaya, evaluasi paparan, tingkat risiko, penilaian tindakan, evaluasi penilaian risiko dan tindakan prioritas akibat paparan Gas Cl₂ (*chlorine*) pada pekerja di bagian Utilitas *Water treatment* dan *Cooling tower* Pabrik II-B PT X Palembang

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

1. Sebagai media penerapan ilmu keselamatan dan kesehatan kerja

2. Sebagai bahan masukan maupun referensi untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama pada ruang lingkup keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di bidang Industri khususnya di PT X Palembang
3. Sebagai informasi tambahan bagi mahasiswa tentang topik penelitian risiko kesehatan akibat paparan bahan kimia

1.4.2 Bagi Perusahaan

1. Mendapatkan masukan dan saran alternatif lain dari masalah atau inovasi dalam aktivitas yang dilakukan di Bagian Utilitas Pabrik II-B PT X Palembang yang nantinya diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi kemajuan perusahaan terkait.
2. Terbinanya kerja sama antara PT X Palembang dengan Fakultas kesehatan masyarakat dengan harapan dapat saling menguntungkan dan dapat meningkatkan citra perusahaan.
3. Memberikan masukan dan saran yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi mengenai hasil penilaian risiko kesehatan penggunaan bahan kimia di bagian utilitas Pabrik II-B PT X Palembang.

1.4.3 Bagi Mahasiswa

1. Dapat melakukan implementasi secara nyata dan langsung tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang telah didapat selama di Fakultas Kesehatan Masyarakat.
2. Mendapatkan peningkatan wawasan maupun pengetahuan yang lebih luas dan detail tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja terutama untuk penilaian risiko kesehatan penggunaan bahan kimia di bagian Utilitas Pabrik II-B PT X Palembang
3. Mendapatkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan yang mana merupakan salah satu syarat untuk menerima gelas Strata 1 (S1) di Fakultas Kesehatan Masyarakat.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1.5.1 Lingkup Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Bagian Utilitas Pabrik II-B PT X Palembang

1.5.2 Lingkup Waktu

Lingkup waktu yang digunakan untuk penelitian ini yaitu dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 s/d selesai.

1.5.3 Lingkup Materi

Ruang lingkup materi untuk penelitian ini yaitu lingkup Ilmu Kesehatan Masyarakat dalam fokus bidang Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3). Khususnya mempelajari tentang penilaian risiko kesehatan akibat paparan gas Cl₂ (*chlorine*) pada pekerja di bagian Utilitas Pabrik II-B PT X Palembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdima, G. (2009) 'Analisis Konsekuensi Penyebaran Klorin Menggunakan Piranti Lunak Aloha Pada Kebocoran Chlorine Ton Container di PT Pupuk Kujang Cikampek'.
- Airgas (2021) 'Chlorine Safety Data Sheet', (1), pp. 1–12. Available at: https://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents.
- Bahan Berbahaya Dan Beracun, P. (no date) 'PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 74 TAHUN 2001 TENTANG'.
- Belasan Warga Cianjur Keracunan Gas Klorin, Ini Kata Ahli (no date). Available at: <https://sains.kompas.com/read/2019/10/02/202800123/belasan-warga-cianjur-keracunan-gas-klorin-ini-kata-ahli> (Accessed: 24 January 2023).
- Dampak Limbah B3 Terhadap Kesehatan Manusia dan Lingkungan | Opini | Bengkulu News (no date). Available at: <https://www.bengkulunews.co.id/dampak-limbah-b3-terhadap-kesehatan-manusia-dan-lingkungan> (Accessed: 24 July 2022).
- DOSH. (2018). A manual of recommended practice on assessment of the health risks arising from use chemicalshazardous to health at the workplace (third edit). Department of Occupational Safety and Health
- EEUU, D. de S. y S. H. de los (2010) 'Cloro RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Cloro', p. 9.
- Hayat, F. (2020) 'Analisis Kadar Klor Bebas (Cl₂) dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat di Sepanjang Sungai Cidanau Kota Cilegon', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Mulawarman (JKMM)*, 2(2), p. 64. Available at: <https://doi.org/10.30872/jkmm.v2i2.4673>.
- International Association of Oil & Gas Producers, Association and International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (2006) 'Controlling Health Risks at Work: A roadmap to Health Risk Assessment in the oil and gas industry'.

- Inilah Sistem dan Pengertian Apa Itu Water Treatment ? (no date). Available at: <https://websitebro.onweb.it/it/water-treatment-indonesia> (Accessed: 20 July 2022).
- ‘ILO dan Kementerian Ketenagakerjaan sambut Hari Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Sedunia 2022 dengan mendorong kolaborasi multi-pihak’ (no date). Available at: http://www.ilo.org/jakarta/info/public/pr/WCMS_840812/lang--en/index.htm (Accessed: 1 February 2023).
- Kasus Keracunan Gas di Karawang, Dinas Lingkungan: Disebabkan Gas Klorin - Metro Tempo.co (no date). Available at: <https://metro.tempo.co/read/1469629/kasus-keracunan-gas-di-karawang-dinas-lingkungan-disebabkan-gas-klorin> (Accessed: 24 January 2023).
- Mulyati, S.A. et al. (2022) ‘The Effectiveness of Chlorine Tablets to Reducing Coliform in Wastewater Treatment Plant’, *Jurnal Sains Natural*, 12(1), p. 10. Available at: <https://doi.org/10.31938/jsn.v12i1.340>.
- Peraturan (no date). Available at: <http://jdih.kemenperin.go.id/site/template2/2> (Accessed: 21 July 2022).
- Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals* (2004) *Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals*. doi: 10.17226/10902.
- Airgas (2021) ‘Chlorine Safety Data Sheet’, (1), pp. 1–12. Available at: https://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents.
- ATSDR (2013) ‘Toxicological Profile for’, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013(205), p. 24. Available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/286524>.
- ‘DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf15118> Penilaian Risiko Kesehatan Kerja Area Graindryer PT Syngenta Seed Indonesia (SSI) Ervin Firmansyah’ (2024), 15(6), pp. 91–99.
- EEUU, D. de S. y S. H. de los (2010) ‘Cloro RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Cloro’, p. 9.
- Hasan, A. (2006) ‘Dampak penggunaan klorin’, *J. Tek. Lingk. P3TL-BPPT*, 7(1),

- pp. 90–96. Available at: <http://ejurnal.bppt.go.id/ejurnal2011/index.php/JTL/article/view/456/472>.
- Hazard Communication - Overview | Occupational Safety and Health Administration* (no date). Available at: <https://www.osha.gov/hazcom> (Accessed: 25 July 2024).
- Health and Safety Executive (2009) ‘Chemical warehousing’, *Hsg71*, pp. 1–65.
- HSE (1999) ‘Safe handling of chlorine from drums and cylinders (Second edition)’, p. 63. Available at: <http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/hsg40.pdf>.
- Hygienists, G. I., Personal, W. and Equipment, P. (no date) ‘Chemical Profiles Xylene (mixed isomers) On this page’.
- ‘ILO dan Kementerian Ketenagakerjaan sambut Hari Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Sedunia 2022 dengan mendorong kolaborasi multi-pihak’ (no date). Available at: http://www.ilo.org/jakarta/info/public/pr/WCMS_840812/lang--en/index.htm (Accessed: 1 February 2023).
- Indonesia, M. K. R. (2018) ‘Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018’, *Jakarta: Kemenaker RI*, 5, pp. 1–258. Available at: <https://jdih.kemnaker.go.id/keselamatan-kerja.html>.
- International Association of Oil & Gas Producers, Association and International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (2006) ‘Controlling Health Risks at Work: A roadmap to Health Risk Assessment in the oil and gas industry’.
- Kim, J. A. *et al.* (2014) ‘Acute health effects of accidental chlorine gas exposure’, *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 26(1), pp. 1–11. doi: 10.1186/s40557-014-0029-9.
- Marquart, H. *et al.* (2008) “‘Stoffenmanager”, a web-based control banding tool using an exposure process model’, *Annals of Occupational Hygiene*, 52(6), pp. 429–441. doi: 10.1093/annhyg/men032.
- Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi (1980) ‘Peraturan Menteri Tenaga Kerja

- Dan Transmigrasi Tentang Syarat-Syarat Pemasangan Dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan’, *Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi*, 1(1), pp. 1–15. Available at: <https://temank3.kemnaker.go.id/public/media/files/20210725225505.pdf>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 (2001) ‘PP No. 74 Tahun 2001: Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun’, *Pengelolaan Bahan Berbahaya Dan Beracun*, (1), pp. 1–5. Available at: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjWxrKeif7eAhVYfysKHcHWAOWQFjAAegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ojk.go.id%2Ffid%2Fkanal%2Fpasar-modal%2Fregulasi%2Fundang-undang%2FDocuments%2FPages%2Fundang-undang-nomo>.
- Plutzer, M. B. B. and E. (2021) ‘No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title’, p. 6.
- Services, H. (2013) ‘Toxicological Profile for’, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013(205), p. 24. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/286524>.
- Substances, H. (2014) ‘Storage of Hazardous Substances in Non-Stationary Containers’, *Technical Rules for Hazardous Substances*, TRGS 510(22), pp. 1–58.
- Sudarmanto, E. *et al.* (2021) ‘MANAJEMEN RISIKO’. Available at: www.penerbitwidina.com (Accessed: 25 January 2024).
- Sugiyono, 2019 (2009) ‘Prof_dr_sugiyono_metode_penelitian_kuant.pdf’.
- Sultan, A., Badriyah, L. and Widjajati, N. (2023) ‘Analisis Risiko Kesehatan Penggunaan Bahan Kimia di Unit Laboratorium Pendidikan Pontianak’, *Media Gizi Kesmas*, 12(2), pp. 927–936. doi: [10.20473/mgk.v12i2.2023.927-936](https://doi.org/10.20473/mgk.v12i2.2023.927-936).
- Technical Data — Safe Handling of Chlorine Gas | De Nora* (no date). Available at: <https://www.denora.com/Blog/Technical-Data---Safe-Handling-of-Chlorine-Gas.html> (Accessed: 17 September 2024).

- Services, H. (2013) 'Toxicological Profile for', *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013(205), p. 24. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/286524>.
- Setiawan, D., Sibarani, J. and Suprihatin, I. (2013) 'Perbandingan efektifitas disinfektan kaporit, hidrogen peroksida, dan pereaksi fenton (H₂O₂/Fe²⁺)', *Cakra Kimia*, 1(2), pp. 16–24.
- Sistem Informasi B3 & POPs (no date a). Available at: <https://sib3pop.menlhk.go.id/articles/view?slug=pembatasan-b3> (Accessed: 20 July 2022).
- Sistem Informasi B3 & POPs (no date b). Available at: <https://sib3pop.menlhk.go.id/articles/view?slug=informasi-b3> (Accessed: 24 July 2022).
- Standard, H.C. and Sheets, S.D. (2012) 'Hazard Communication Standard: Safety Data Sheets', 1200, pp. 1–7.
- Susanto, A. et al. (2022) 'Komparasi Penilaian Risiko Kesehatan Bahan Kimia: Metode CHRA Dan SQRA', *IAKMI Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 3(1), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.46366/IJKMI.3.1.1-12>.
- Sugiyono, 2019 (2009) 'Prof_dr_sugiyono_metode_penelitian_kuant.pdf'.
- Water Treatment: Tahap-Tahap Pengolahan Air - Indonesia Environment & Energy Center (no date). Available at: <https://environment-indonesia.com/articles/water-treatment-tahap-tahap-pengolahan-air/> (Accessed: 20 July 2022).