

TESIS

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN KAPUR TOHOR (PM_{2.5}, TSP, DAN SO₂) PADA PEKERJA PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG DI PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN



OLEH :

NAMA : DWI IRMA MAYANG SRI
NIM : 10012682327035

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT (S2)
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2024**

TESIS

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN KAPUR TOHOR (PM_{2.5}, TSP, DAN SO₂) PADA PEKERJA PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG DI PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
(S2) Magister Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



OLEH :

NAMA : DWI IRMA MAYANG SRI
NIM : 10012682327035

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT (S2)
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2024**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN KAPUR TOHOR (PM_{2.5}, TSP, DAN SO₂) PADA PEKERJA PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG DI PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar (S2).
Magister Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya

OLEH:

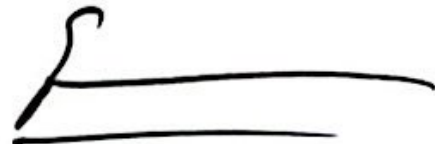
NAMA : DWI IRMA MAYANG SRI
NIM : 10012682327035

Palembang, 11 November 2024
Pembimbing 2

Pembimbing 1



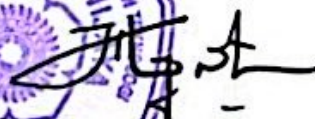
Prof. Dr. Yuanita Windusari, S.Si., M.Si
NIP. 196909141998032002



Dr. Elvi Sunarsih, S.KM., M.Kes
NIP. 197806282009122004

Mengetahui

Dean Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa tesis dengan judul " Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) Pada Pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang Di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan" telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Tesis Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 November 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan Panitia Ujian Sidang Tesis Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.

Palembang, 11 November 2024

Ketua :

1. Dr. Novrikasari, S.K.M., M.Kes.
NIP. 197811212001122002

Anggota :

2. Prof. Dr. Yuanita Windusari, S.Si., M.Si.
NIP. 196909141998032002

3. Dr. Elvi Sunarsih, S.K.M., M.Kes
NIP. 197806282009122004

4. Prof. Dr. rer. med. H. Hamzah Hasyim, S.K.M, M.K.M
NIP. 197312262002121001

5. Prof. Dr. dr. H. M. Zulkarnain, M,Med, Sc, PKK.
NIP. 196109031989031002

()
()
()
()
()

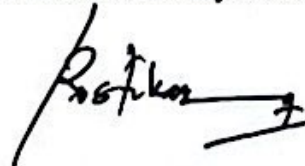
Mengetahui,

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



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

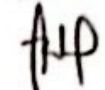

Koordinator Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat






Prof. Dr. Rostika Flora, S.Kep, M.Kes
NIP. 197109271994032004



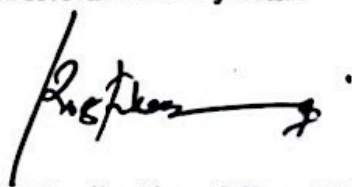
MATRIK PERBAIKAN HASIL PENELITIAN TESIS

Nama Mahasiswa : Dwi Irma Mayang Sri
NIM : 10012682327035
Program Studi : S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat (IKM)
BKU : Kesehatan Lingkungan (KL)
Judul Tesis : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor
(PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) Pada Pekerja Pengelolaan Air Asam
Tambang Di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan
Pembimbing : 1 Prof. Dr. Yuanita Windusari, S.Si., M.Si. ()
2. Dr. Elvi Sunarsih, S.K.M., M.Kes ()

No	Dosen Penguji	Saran dan Masukan	Keterangan	Paraf
1	Dr. Novrikasari, S.K.M., M.Kes	Ditambahkn penjelasan di pembahasan terkait proyeksi umur pekerja.	Hal 59	
		Ditambahkan penjelasan terkait hirarki of control dibagian pembahasan	Hal 71	
		Perbaiki di bagian Eliminasi, substitusi, Pengendalian Administrasi, dan Alat pelindung diri (APD)	Hal 71-72	
		Perbaiki di penulisan pada kesimpulan.	Hal74	
		Diperbaiki pada penulisan saran bagian tempat penelitian.	Hal 75	

2	Prof Dr. rer. med. H. Hamzah Hasyim, SKM, MKM.	Tambahkan penjelasan tentang dampak jangka panjang dari parameter (PM _{2.5} , TSP, dan SO ₂)	Hal 23	
		Tambahkan terkait efektivitas alat pelindung diri (APD) yang digunakan pekerja	Hal 29	
		Pengaruh faktor lingkungan lain, seperti kecepatan angin dan kelembapan	Hal 66	
		Hubungan antara frekuensi pajanan dan durasi kerja dengan prevalensi gejala gangguan pernapasan pada pekerja.	Hal 68	
		Tingkat kepatuhan pekerja dalam penggunaan APD dan penerapan prosedur	Hal 70	
		Manajemen risiko yang diterapkan pada tempat penelitian.	Hal 71	
3	Prof Dr. dr. H. M. Zulkarnain, M,Med, Sc, PKK	Tambahkan penjelasan dibagian debu kapur di pembahasan.	Hal 61	
		Diperjelas dibagian kesimpulan	Hal 74	
		Perjelas dibagian saran	Hal 75	

Palembang, November 2024
 Koordinator Program Studi
 S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat



Prof. Dr. Rostika Flora, S.Kep., M.Kes.
 NIP. 197109271994032004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dwi Irma Mayang Sri

NIM : 10012682327035

Judul : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) Pada Pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang Di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan

Menyatakan bahwa tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 12, November 2024




Dwi Irma Mayang Sri
NIM. 10012682327035

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwi Irma Mayang Sri

NIM : 10012682327035

Judul Tesis : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor ($PM_{2.5}$, TSP, dan SO_2) Pada Pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang Di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Coresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.

Palembang, 12 November 2024



Dwi Irma Mayang Sri

NIM. 10012682327035

**ENVIRONMENTAL HEALTH
MASTER STUDY PROGRAM (S2) OF PUBLIC HEALTH SCIENCE
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
SRIWIJAYA UNIVERSITY**

Scientific papers in the form of thesis

Dwi Irma Mayang Sri, Yuanita Windusari, and Elvi Sunarsih

**ENVIRONMENTAL HEALTH RISK ANALYSIS OF QUICKLIME
EXPOSURE (PM 2.5, TSP, AND SO₂) IN WORKERS HANDLING ACID
MINE DRAINAGE AT PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM,
SOUTH SUMATRA**

xvii + 80 Pages, 16 tabels, 6 pictures, and 19 attachments

ABSTRACT

CaO is used in the neutralization of acid mine drainage which uses CaO as a method for neutralization. The CaO application process produces fine particles such as PM 2.5, Total Suspended Particulate (TSP), and Sulfur Dioxide (SO₂) gas. PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, South Sumatra uses CaO for neutralization of acid mine drainage. The study aims to analyze the health risks of CaO exposure in acid mine drainage workers. The Environmental Health Risk Analysis (EHRA) method was used to measure PM_{2.5}, TSP, and SO₂ concentrations in the environment and estimate the risk of potential health impacts. A total of 14 respondents were determined based on the total sample. Primary data from the results of questionnaires and in-depth interviews, PM 2.5, TSP, and SO₂ measurements were carried out through reading the results of measurement analysis using the High Volume Air Sampler (HVAS). Secondary data from literature studies and other supporting documents that are in line with the research. The results show the average concentration of PM 2.5 (0.0350 µg/Nm³), TSP (0.2838 µg/Nm³), and SO₂ (0.0535 µg/Nm³). Intake values of PM 2.5 (0.00081950), TSP (0.00081637), and SO₂ (0.010224759). The Risk Quotient (RQ) value of PM 2.5, TSP, and SO₂ concentrations obtained an RQ value ≤ 1, but in the calculation of Exposure Duration (DT) + 30 on SO₂ obtained an RQ value > 1. It is concluded that SO₂ at (DT) + 30 is a risk to workers' health RQ > 1 so that risk management and management strategies are carried out. It is necessary to carry out risk management that can be done with a focus on concentration control with a hierarchy of control approach.

Keywords: *CaO Workers, PM_{2.5}, TSP, SO₂, EHRA.*

**KESEHATAN LINGKUNGAN
PROGRAM STUDI (S2) ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Dwi Irma Mayang Sri, Yuanita Windusari, dan Elvi Sunarsih

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN KAPUR
TOHOR (PM_{2.5}, TSP, DAN SO₂) PADA PEKERJA PENGELOLAAN
AIR ASAM TAMBANG DI PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM
SUMATERA SELATAN**

xvii + 80 halaman, 16 tabel 6 gambar, dan 19 lampiran

ABSTRAK

Kapur tohor (CaO) yang digunakan dalam netralisasi air asam tambang yang menggunakan CaO sebagai metode untuk penetralisasian. Proses pemberian CaO menghasilkan partikel halus seperti PM_{2.5}, Total Suspended Particulate (TSP), dan gas Sulfur Dioksida (SO₂). PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan menggunakan CaO untuk netralisasi air asam tambang. Penelitian bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan pajanan CaO pada pekerja air asam tambang. Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) digunakan untuk mengukur konsentrasi PM_{2.5}, TSP, dan SO₂ di lingkungan dan memperkirakan risiko potensi dampaknya terhadap kesehatan. Sebanyak 14 responden ditentukan berdasarkan *total sample*. Data primer dari hasil kuesioner dan wawancara mendalam, pengukuran PM_{2.5}, TSP, dan SO₂ dilakukan melalui pembacaan hasil analisa pengukuran menggunakan High Volume Air Sampler (HVAS). Data sekunder studi literature dan dokumen pendukung lainnya yang sejalan dengan penelitian. Hasil menunjukkan rata-rata konsentrasi pada PM_{2.5} (0,0350 µg/Nm³), TSP (0,2838 µg/Nm³), dan SO₂ (0,0535 µg/Nm³). Nilai intake PM_{2.5} (0,00081950), TSP (0,00081637), dan SO₂ (0,010224759). Nilai Risk Quotient (RQ) konsentrasi PM_{2.5}, TSP, dan SO₂ didapatkan nilai RQ ≤ 1, tetapi pada perhitungan Durasi Pajanan (DT) + 30 pada SO₂ mendapatkan nilai RQ >1. Disimpulkan SO₂ pada (DT) + 30 berisiko terhadap kesehatan pekerja RQ >1 sehingga dilakukan manajemen dan strategi pengelolaan risiko. Perlu dilakukan manajemen risiko yang dapat dilakukan fokus pada pengendalian konsentrasi dengan pendekatan hierarchy of control.

Kata Kunci : Kapur Tohor (CaO), PM_{2.5}, TSP, SO₂, ARKL

KATA PENGANTAR

Puji syukur tak henti-hentinya Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) Pada Pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang Di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan” hingga selesai.

Pelaksanaan penelitian, proses penulisan dan penyelesaian tesis ini dapat berjalan dengan baik karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu perkenankan penulis untuk menyampaikan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Taufik Marwa, S.E., M.Si, Selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.K.M., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Rostika Flora, S.Kep., M.Kes Selaku Kaprodi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakulta Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Yuanita Windusari, S.Si., M.Si dan Ibu Dr. Elvi Sunarsih, S.KM., M.Kes selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan pengarahan dan semangat dalam penyusunan tesis ini sehingga dapat terselesaikan.
5. Prof. Dr. rer. med. H. Hamzah Hasyim, SKM, MKM, Prof Dr. dr. H. M. Zulkarnain, M,Med, Sc, PKK, dan Ibu Dr. Novrikasari, S.K.M., M.Kes selaku dosen penguji yang selalu memberikan saran serta arahan yang membangun guna terselesaikannya tesis ini.
6. Bapak Irwan Ferdian, Bapak Muhammad Iqbal, Bapak Muhammad Emir Habbie serta seluruh tim lapangan tempat penelitian tesis saya

Satuan Kerja Pengelolaan Lingkungan di PT Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan yang selalu memberikan arahan dan masukan pada tesis ini.

7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini.

Penulis sadar bahwa tesis ini tidaklah mungkin sempurna karena Penulis hanyalah manusia biasa yang luput atas kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Penulis sangat terbuka menerima kritik dan saran dari semua pihak apabila kemudian nantinya ditemukan kekeliruan ataupun kesalahan dalam penulisan tesis ini baik dari segi teori maupun teknis. Harapannya akan ada Penulis lainnya yang dapat mengembangkan tesis ini agar jadi lebih baik lagi sehingga dapat memberikan kebermanfaatan kepada kita semua.

Palembang, 12 November 2024

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 4 Oktober 2000 di Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Penulis adalah anak Bungsu dari pasangan Bapak Toto Herman dan Ibu Rusma.

Penulis menyelesaikan Pendidikan di SMA Negeri 3 Muara Enim, setelah lulus pada tahun 2019 melanjutkan Pendidikan (S1) Prodi Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya dan lulus di bulan Februari tahun 2023 dengan Predikat Lulus Tercepat dan Cumlaude (Dengan Pujian). Pada tahun 2023, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya, bidang kajian utama Kesehatan Lingkungan.

Semasa kuliah Penulis sering mengikuti kegiatan perlombaan baik bidang akademik maupun non akademik beberapa pencapaian yang pernah di raih oleh penulis diantaranya adalah : Kandidat Indonesia Seol International Invention Fair (SIIF) Seol, Korea Tahun 2024, Pemuda Prestasi Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2024, Pemuda Prestasi Kabupaten Muara Enim Tahun 2023, Putri Nusantara Sumatera Selatan Tahun 2022 , Harapan II Duta Wisata Nasional Tahun 2022, Persahabatan Gadis FKM UNSRI Tahun 2021.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS..	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Rumusan Masalah.....	16
1.3 Tujuan Penelitian.....	17
1.3.1 Tujuan Umum.....	17
1.3.2 Tujuan Khusus.....	17
1.4 Manfaat Penelitian.....	18
1.4.1 Bagi Peneliti	18
1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat.....	18
1.4.3 Bagi Pekerja	18
BAB II TINAJAUN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Error! Bookmark not defined.	
2.1.1 Pengertian ARKL.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.2.Paradigma Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Error! Bookmark not defined.	

2.1.3 Langkah-Langkah ARKL.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Kapur Tohor	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Definisi Kapur Tohor	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Kandungan Kapur Tohor	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Proses Pemberian Kapur Tohor.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Paparan	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Definisi Paparan	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Paparan Kapur Tohor.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Paparan Kapur Tohor.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.4 Dampak Paparan Kapur Tohor	Error! Bookmark not defined.
2.4 Debu	Error! Bookmark not defined.
2.5 Parameter PM 2,5, TSP dan SO ₂	Error! Bookmark not defined.
2.5.1 PM _{2,5}	Error! Bookmark not defined.
2.5.2 Total Suspended Particulate (TSP)....	Error! Bookmark not defined.
2.5.3 SO ₂	Error! Bookmark not defined.
2.6 Baku Mutu Udara Ambien	Error! Bookmark not defined.
2.7 Penelitian Terdahulu.....	Error! Bookmark not defined.
2.8 Kerangka Teori.....	Error! Bookmark not defined.
2.9 Kerangka Konsep	Error! Bookmark not defined.
2.10 Definisi Operasional.....	Error! Bookmark not defined.
2.11 Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Populasi dan Sampel	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Populasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Sampel Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Jenis, Cara, dan Alat Pengumpulan Data ...	Error! Bookmark not defined.

3.5.1 Jenis Pengumpulan data	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Alat Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.3 Pengelolaan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.6 Analisis dan Penyajian Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.1 Analisis data	Error! Bookmark not defined.
3.6.2 Penyajian Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Profil Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Identifikasi Bahaya.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2.1 Konsentrasi Pengukuran Parameter Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3 Analisis Dosis-Respon	Error! Bookmark not defined.
4.1.4 Analisis Pemajanan.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.6 Manajemen Risiko.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Identifikasi Bahaya.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Analisis Dosis-Respon	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Analisis Pajanan	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Karakteristik Antropometri.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4 Pola Pajanan	Error! Bookmark not defined.
4.2.6 Karakteristik Risiko Non-Karsinogenik (RQ).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.7 Manajemen Risiko.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.8 Keterbatasan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.1 Bagi Perusahaan Untuk Pekerja Kapur Tohor.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR TABEL

2.1 Tabel 2.1 Konotasi Analisis Pemajanan.....	12
2.2 Tabel Baku Mutu Udara Ambien.....	28
2.3 Tabel Golden Rules Versi 4.0 PT Bukita Asam Tbk	29
2.4 Tabel Penelitian Terdahulu.....	31
2.5 Tabel Definisi Operasional.....	35
4.1 Tabel Hasil Pengukuran PM _{2,5}	48
4.2 Tabel Hasil Pengukuran TSP.....	48
4.3 Tabel Hasil Pengukuran SO ₂	49
4.4 Tabel Hasil Analisis Konsentarsi Pengukuran Parameter.....	49
4.5 Tabel Distribusi Usia Pekerja.....	51
4.6 Tabel Berat Badan Pekerja.....	51
4.7 Tabel Lama Pajanan Pekerja.....	53
4.8 Tabel Frekuensi Pajanan Pekerja.....	54
4.9 Tabel Durasi Pajanan Pekerja.....	55
4.10 Tabel Nilai Intake PM _{2,5} , TSP dan SO ₂	57
4.11 Tabel Perkiraan Risk Quotient.....	59

DAFTAR GAMBAR

2.1 Gambar Paradigma Analisis Risiko.....	9
2.2 Gambar Proses Pemberian Kapur Tohor.....	17
2.3 Gambar Kerangka Teori Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan.....	31
2.4 Gambar Kerangka Konsep.....	33
2.5 Gambar Peta Kolam Pengendapan Air Asam Tambang.....	33
3.1 Gambar Lokasi Pengambilan Sampel.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Informed Consent</i>	85
Lampiran 2 Kuisisioner Penelitian	86
Lampiran 3 Hasil Analisis	87
Lampiran 4 Dokumentasi	115

DAFTAR SINGKATAN

- ARKL : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan
- PM : Partikulat Matter
- TSP : Total Suspended Partikulat
- SO₂ : Sulfur Dioksida
- RfC : *Reference Consentration*
- WHO : *World Health Organitation*
- US-EPA : *United State Enviromental Protection Agency*
- LOAEL : *Lowest Observed Adverse Effect Level*
- CSF : *Cancer Slope Factor*
- CCR : *CancerUnit Risk*
- RQ : *Risk Quotient*
- IARC : *Internasional Agency for Research on Cancer*
- IRIS : *Integrated Risk Information System*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapur Tohor (CaO) merupakan kapur non hidrolik yang di peroleh dari hasil pembakaran batu alam dan disebut juga sebagai kapur tohor. (Nasiret *et.al.*, 2019). CaO terbentuk dengan adanya reaksi kalsinasi. (Islamiyati, 2020). Kalsinasi menghasilkan suhu kurang lebih 900 °C. Akibat proses tersebut karbon dioksida (CO₂) yang terkandung dalam kalsium karbonat (CaCO₃) terlepas dan yang tertinggal hanya kapurnya saja yaitu kalsium oksida (CaO) berdasarkan rumus umum CaO memiliki berat molekul 56,0774 g/mol.(Syahputra, 2023).

Kapur tohor (CaO) di Indonesia digunakan secara luas dalam proses penetralisasian air asam tambang batubara untuk masalah lingkungan yang di akibatkan oleh limbah cair dari aktivitas pertambangan batubara. Kapur tohor (CaO) pada industri pertambangann batubara digunakan sebagai metode aktif dalam proses penetralisasian air asam tambang. (Rahmi, 2023). Metode ini banyak dipakai oleh industri pertambangan batubara di Indonesia dengan cara penambahan kapur tohor dalam dosis tertentu yang di sebut sebagai proses pengolahan aktif netralisasi air asam tambang (Nurisman, 2018).

Industri pertambangan batubara dalam proses pemberian kapur tohor pada pengelolaan air asam tambang adalah tahapan penting, di mana kapur tohor digunakan untuk menetralkan keasaman air asam tambang yang dihasilkan selama proses penambangan mineral, seperti batubara. (Arisanti *et.,al.*,2021). Meskipun kapur tohor memberikan manfaat signifikan dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti menetralsir keasaman air asam tambang, proses ini juga menghadirkan risiko kesehatan bagi pekerja yang terlibat langsung, dimana dalam proses pengerjaan pemberian kapur tohor pada pekereja dapat terkena debu dan uap bahan kimia anorganik yang mungkin bersifat karsinogenik yang terjadi selama proses pemeberian kapur tohor . (Mirza *et.,al* 2021)

Proses penetralisasian air asam tambang menggunakan kapur tohor pada industri pertambangann sangat berpotensi menghasilkan debu kapur atau gamping dalam jumlah cukup besar. Hal ini terjadi karena munculnya akumulasi debu kapur dari para pekerja yang bekerja dalam waktu bersamaan, dengan Masa kerja karyawan berkisar antara 1–5 tahun dengan kerja rata-rata 8 jam perhari serta 7 hari dalam satu minggu. (Ardiansah, A.,2023). Pajanan debu kapur tohor pada proses penetralisasian air asam tambang yang dapat menimbulkan risiko kesehatan salah satunya melalui inhalasi dikarenakan di dalam proses penggunaan debu kapur tohor pada saat menetralsasikan air asam tambang ke kapur tohor, beberapa parameter yang berkaitan dengan polusi udara dan potensi pencemaran lingkungan seperti PM_{2.5} yang dapat muncul karena adanya selama proses penanganan kapur tohor, seperti pengangkutan atau penggilingan. Jika kapur tohor yang digunakan menghasilkan debu selama proses pengolahan air asam tambang, partikel-partikel kecil ini bisa terlepas ke udara. (Damayanti, et.al 2023).

Kandungan PM_{2.5} dalam kapur tohor biasanya disebabkan oleh debu yang dihasilkan selama proses penanganan, penghancuran, atau pengolahan kapur tohor pada penetralisasian air asam tambang (Indriyani, *et.al* 2017). Ini bisa terjadi ketika kapur tohor digali, dihancurkan atau ditransportasikan yang dapat menghasilkan debu atau partikel kecil yang masuk ke udara. Selain itu juga karena proses penetralisasian air asam tambang menggunakan kapur tohor dilakukan secara bersamaan dengan para pekerja yang bekerja dalam waktu bersamaan pada lingkungan proses pemberian kapur tohor terpapar secara bersamaan dengan pajanan pengelolaan kapur tohor, hal ini dapat juga menghasilkan debu dan gas-gas polutan (Suryatia et al., 2019). Dengan demikian dalam proses pemberian kapur tohor pada air asam tambang selama proses penanganan kapur tohor dan reaksi dengan air asam tambang, partikel yang lebih besar (debu atau serpihan kapur) dapat terlepas sebagai Total Suspinded Particulae (TSP), terutama jika tidak ada pengendalian debu yang memadai. dan dalam konteks kapur tohor dan air asam tambang, jika ada senyawa sulfur dalam air asam tambang, maka reaksi kimia dapat menghasilkan SO₂. Oleh karena itu keberadaan TSP dan SO₂ dalam debu kapur tohor tergantung pada lingkungan tempat kapur tohor tersebut

berada dan kemungkinan pajanan terhadap sumber yang memiliki karakteristik basah tergantung pada sifat individu dari partikel-partikel yang menyusunnya dan kondisi lingkungan tempat mereka berada. (Tolinggi, 2021).

Kondisi lingkungan kerja di pertambangan batubara akan berpengaruh terhadap kesehatan pekerja. Debu yang terdapat pada lingkungan kerja, akan mengganggu produktivitas dan kesehatan. Pekerja yang sering terpajan debu berisiko untuk mengalami keluhan kesehatan, baik berupa penyakit infeksi maupun non infeksi. yang dapat melalui inhalasi (Rosalia, et.,al 2018). Suatu potensi bahaya di tempat kerja akan masuk dan terakumulasi di dalam tubuh dipengaruhi oleh lama paparan dan kelangsungan paparan. Semakin lama pekerja tersebut terpapar oleh pajanan salah satunya yaitu pajanan partikel debu maka akan semakin banyak partikel debu yang terakumulasi di dalam tubuh.(Agustina, 2021). Hal ini sejalan dalam penelitian (setiawan, 2020) di peroleh informasi bahwa dari 23 pekerja di industri pembuatan gamping dinyatakan mengalami gangguan kesehatan akibat paparan debu kapur tohor diantaranya 6 orang mengeluh sesak nafas dan 13 orang tidak menggunakan masker saat bekerja. Masa kerja karyawan berkisar antara 1–5 tahun dengan kerja rata-rata 8 jam perhari serta 7 hari dalam satu minggu. Hal ini dapat memberikan gambaran bahwa pekerjaan industri yang terpajan debu kapur tohor mempunyai risiko terjadinya gangguan kesehatan bagi pekerjanya.

Debu kapur tohor yang bersifat iritan apabila kontak mukosa saluran pernafasan yang dapat menyebabkan timbulnya suatu penyakit melalui inhalasi (Hayati & Junaidi, J, 2019). Dalam penelitian (Armaeni, & Widajati, 2017) penyakit yang disebabkan oleh pajanan debu kapur tohor terhadap pekerja melalui inhalasi seperti gangguan fungsi paru baik bersifat akut dan kronis misalnya iritasi saluran pernapasan, penyempitan saluran pernapasan, gangguan pernapasan lainnya seperti, batuk, sesak nafas, dan nyeri dada. Penting untuk memperhatikan kontrol debu dan pengendalian polusi udara selama proses penanganan dan penggunaan kapur tohor untuk meminimalkan pajanan debu kapur tohor pada pekerja dan mencegah pencemaran lingkungan. (Chaeruddin, *et.al*, 2021).

Seperti halnya di salah satu perusahaan tambang batubara terbesar Indonesia yaitu PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan yang menggunakan metode aktif dalam penetralisasian air asam tambang yaitu dengan menggunakan kapur tohor. Dalam penelitian (Sari,2018) untuk total jumlah kapur yang digunakan untuk menetralkan air asam tambang agar sesuai dengan baku mutu lingkungan adalah sebanyak 36 karung/hari. Secara aktual penggunaan kapur tohor dalam proses pengapuran tidak menggunakan perhitungan yang tepat hanya berdasarkan perkiraan. Kapur tohor yang digunakan di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan untuk penetralisasian air asam tambang yang berasal dari Sumatera Barat.

Mengingat pentingnya peran dan beban kerja yang harus dilaksanakan petugas pemberian kapur tohor pada penetralisasian air asam tambang maka diperlukan pengawasan terhadap kesehatan pekerja. Oleh karena itu, setiap orang yang terlibat harus memiliki kesadaran dan mengutamakan keselamatan kerja dan perlu pengawasan terhadap paparan debu di lokasi kerja agar tercipta kondisi aman, nyaman dan sehat bagi pekerja. (Armaeni & Widajati, 2017).

Dari ulasan di atas maka dibutuhkan analisis resiko kesehatan lingkungan dengan tujuan untuk mengidentifikasi berbagai macam faktor yang disebabkan oleh paparan pekerja kapur tohor. Oleh karena itu, Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Hal tersebut yang menjadi latar belakang penelitian ini dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor ($PM_{2.5}$, TSP, dan SO_2) Pada Pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang, bahwasannya paparan kapur tohor ($PM_{2.5}$, TSP, dan SO_2) merupakan bahan pencemar yang dapat berisiko memberikan dampak negatif terhadap tubuh manusia serta dapat menyebabkan gangguan kesehatan. PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan menggunakan kapur tohor dalam proses penetralisasian air asam tambang, kegiatan yang dilakukan di lingkungan tersebut dapat berisiko terhadap gangguan kesehatan terhadap pekerja akibat menghirup paparan debu kapur tohor ($PM_{2.5}$, TSP, dan SO_2) terus menerus

dan semakin lama pekerja tersebut terpapar oleh pajanan kapur tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) maka akan semakin banyak partikel tersebut yang terakumulasi di dalam tubuh dan mampu menyebabkann timbulnya gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pajanan kapur tohor terhadap pekerja dengan melalui inhalasi. Maka dari itu diperlukan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pajanan kapur tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) pada Pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang di PT bukit Asam Tbk Tanjung Enim sumatera Selatan.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelilitian ini adalah untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan pajanan kapur tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) pada pekerja pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Identifikasi bahaya pajanan debu kapur tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) pada pekerja pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan.
2. Menganalisis dosis-respon/RfC pajanan debu kapur tohor ((PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) pada pekerja pengelolan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan.
3. Menghitung jumlah pajanan konsentrasi debu kapur tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) antropometri (berat badan), dan pola paparan (lama pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan) pada pekerja pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan
4. Menghitung nilai besar/karakterisasi risiko non karsinogenik (RQ) terhadap pajanan debu kapur tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) pada pekerja pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan.
5. Melakukan manajemen risiko pajanan debu kapur tohor (PM_{2.5}, TSP, dan SO₂) yang dapat dilakukan untuk meminimalisir risiko kesehatan terhadap pekerja pengelolan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan keterampilan penelitian tentang analisis risiko kesehatan lingkungan pada pekerja kapur tohor pengelolaan Air Asam Tambang dan mampu menerapkan disiplin ilmu di bidang kesehatan lingkungan yang telah dipelajari.

1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai informasi untuk menambah bahan literatur, referensi, daftar pustaka atau studi pustaka bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya tentang Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor.

1.4.3 Bagi Pekerja

- A. Memberikan informasi kepada pekerja mengenai dampak dan bahaya akibat paparan kapur tohor.
- B. Menjadi bahan pertimbangan dan masukan dalam pemecahan masalah kesehatan khususnya untuk pekerja sehingga bisa dijadikan bahan monitoring dan evaluasi.
- C. Penelitian ini diharapkan agar tenaga kerja menyadari dan lebih memahami pentingnya kesehatan dan melindungi dirinya dari paparan kapur tohor.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Titin, and Fakultas Teknik. 2014. "Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan." *Teknobuga* 1(1): 53–65.
- Andarini, D., et al. 2021. Menulis Itu Mudah (Teori Dan Aplikasi Penulisan Karya Ilmiah Untuk Mahasiswa Kesehatan Masyarakat). In: *Mirsawati, R. (ed.). PT.RajaGrafindo Persada: Rajawali Pers.*
- Anjelicha, D., Riviwanto, M., & Wijayantono, W. (2022). Analisis Risiko Penyakit Paru Obstruksi Kronis Akibat Paparan Debu Pm_{2.5} pada Pekerja Mebel Kayu CV Mekar Baru Kota Padang. *Jurnal Sehat Mandiri*, 17(1), 115-125.
- Ardiansah, A. (2023). Utilization of Fly Ash and Bottom Ash as Acid Mine Water Neutralization Media: Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash Sebagai Media Netralisasi Air Asam Tambang. *Jurnal Sains dan Teknik Terapan*, 1(1), 1-10.
- Arisanti, R., Assyakiri, M. R. A. F., Rahmi, H., & Neris, A. (2021). Analisis Biaya Penggunaan Kapur Tohor Dalam Penetralan Air Asam Tambang KPL PIT 1 PT XYZ di Sumatera Selatan. *Media STIE Prabumulih*, 5(2), 95-101.
- Armaeni, E. D., & Widajati, N. (2017). Hubungan Paparan Debu Kapur Dengan Status Faal Paru Pada Pekerja Gamping. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(1), 61.
- Arifin, U. R., Jadid, M. M., & Widiono, B. (2019). Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Emas dengan Proses Netralisasi Koagulasi Flokulasi. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 5(2), 112-120.
- Assyakiri, M. R. A. F., Rahmi, H., & Neris, A. (2022). Kebutuhan dosis kapur tohor dalam penetralan air asam tambang KPL pit 1 timur banko barat PT Bukit Asam. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(Special Issues 1), 292-301.
- Faisal, Ahmad, and A Syarifudin. 2014. "Dosis Optimum Larutan Kapur Tohor Untuk Netralisasi pH Air." *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 11(1): 184–89.
- Chaeruddin, A. D. R. D., Abbas, H. H., & Gafur, A. (2021). Analisis risiko kesehatan lingkungan pajanan debu kayu pada pekerja mebel informal di Kelurahan Antang Kecamatan Manggala Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(2), 322-335.
- Choirul, A. (2019). Granul kapur tohor sebagai filter penyerap cemaran asam pada fume hood portabel.
- Damayanti, A. S., Kalista, A., Nuruddin, A. W., & Anggraini, S. D. (2023). Desain Eksperimen Komposisi Pembuatan Cat Tembok Emulsi dengan Limbah Kapur Tohor (CaO) PT Petro Jubung Abadi dengan Menggunakan Metode

- Taguchi. *IMEJ (Industrial Management and Engineering Journal)*, 2(2), 56-66.
- Daulay, N. S. (2022). LKP Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Pabrik Gula Kwala Madu (PGKM) PTPN II Sumatera Utara.
- Direktorat Jendral PP dan PL Kementrian Kesehatan. (2012). *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*.
- Dofendra, T. (2023). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Arkl) Paparan Gas Karbon Monoksida (Co) pada Pekerja Sol Sepatu di Simpang Tugu Juang Sipin Kota Jambi Tahun 2022* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Effendi, H., Mursalin, M., & Sonaji, R. (2021). Dinamika persetujuan lingkungan dalam perspektif Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021 dan peraturan turunannya. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 759-787.
- Efendi, R. (2022). *Pengaruh Paparan Debu Terhadap Kadar Transforming Growth Factor B-1 (Tgf B-1) dan Interleukin-8 (Il-8) Serum pada Pekerja Parkir di Purwokerto* (Doctoral dissertation, Universitas Jenderal Soedirman).
- Faisya, A. F., Putri, D. A., & Ardillah, Y. (2019). Analisis risiko kesehatan lingkungan paparan hidrogen sulfida (H₂S) dan ammonia (NH₃) pada masyarakat wilayah TPA Sukawinatan Kota Palembang Tahun 2018. *J Kesehat Lingkung Indones*, 18(2), 126-137.
- Febri V. Analisis Gangguan Infeksi Saluran Pernafasan Akut Dan Hubungannya Dengan Lokasi Pertambangan di Gunung Kapur Puger Kabupaten Jember Sebagai Sumber Belajar Biologi. *J Muhammadiyah Malang*. 2020;
- Fuadi, M. F., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. (2021). Paparan Partikulat Debu Kapur dan Faktor Risiko Pekerja dengan Kejadian ISPA: Sebuah Literature Review. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(1), 8-15.
- Fuqoha I, Suwondo A, Jayanti S. Hubungan Paparan Debu Kayu Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Ispa) Pada Pekerja Mebel Di Pt. X Jepara. *J Kesehat Masy*. 2017;5(1):378–86.
- Hastono 2017. Analisis Data pada Bidang Kesehatan/Dr. Drs. Sutanto Priyo Hastono, M. Kes. *Depok: Rajawali Pers; Rajagrafindo Persada*, 2018
- Hayati, R. A., As, Z. A., & Junaidi, J. (2019). Paparan Debu Respirabel Terhadap Kapasitas Vital Paru Pada Pekerja Di Industri Kapur Tohor. *Jurnal Kesehatan Lingkungan : Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 16(2), 797-802.
- Herlin, Y., Meiyasa, F., & Henggu, K. U. (2022). Evaluasi Konsentrasi Kapur Tohor (CaO) Terhadap Mutu Semi Refined Carrageenan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Marinade*, 5(01), 19-27.

- Indriyani, D., Darundiati, Y. H., & Dewanti, N. A. Y. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu Kayu Pada Pekerja Di Industri Mebel Cv. Citra Jepara Kabupaten Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 5(5), 571-580.
- IPCS, W. 2021. *Who Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards, Second Edition (Ipcs Harmonization Project Document, No. 8)*.
- Irviansyah, Alfian, Saibun Sitorus, and Aman Sentosa Panggabean. 2020. "Identifikasi Batuan PAF, NAF Dan Uncertain Dengan Menggunakan Metode NTAPP Pada Area PT. Trubaindo Coal Mining, Melak-Kalimantan Timur." *Indo. J. Chem. Res.* 7(2): 120–26
- Islamiyati, A. D., & Abram, P. H. (2020). Analisis Kadar Kalsium Oksida (CaO) pada Batu Karang di Daerah Pesisir Bayang Dampelas Donggala. *Media Eksakta*, 16(1), 57-62.
- KLHK 2020. Laporan Kinerja Tahun 2020-Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara
- Leni W. Infeksi Saluran Pernafasan Akut Pada Pekerja Penambang Kapur. *J Stikes Karya Mitra Husada Kediri*. 2018;
- Lestari, R. A., Shadiq, F. A., Regia, R. A., Goembira, F., & Akbar, F. (2021). Potensi risiko paparan PM_{2.5} pada pekerja tambang batu kapur di PT. X Kab. 50 Kota. *Riset Informasi Kesehatan*, 10(2), 123-133.
- Mirza Fathan Fuadi., 2021. 'Paparan Partikulat Debu Kapur dan Faktor Risiko Pekerja dengan Kejadian ISPA: Sebuah Literature Review. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.
- Muhammad Razan, M. (2024). Analisis Risiko kesehatan Lingkungan Paparan Particulate Matter 2, 5 Terhadap Pekerja Packing Plant PT Semen Padang (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Notoatmodjo, S., 2017. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Edisi Revisi, Jakarta :Rineka Cipta.
- Nurfadillah, A. R. (2023). Penilaian Risiko Paparan total Suspended Particulate Pada Masyarakat. *Jambura Health and Sport Journal*, 5(2), 104-113.
- Permenkes 2023. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.
- Pranata, Lufthi Agustian. 2018. "Analisis Penetralan Air Asam Tambang Batubara Dengan Menggunakan Kapur Tohor Di Kolam Pengendapan Lumpur the Analysis of Coal Acid Mine Drainage Using Calcium Oxide in Settling Pond." *Jurnal Teknik Patra Akademika* 9(1): 4–14.
- Pratiwi, D., Asrifah, R. D., Utami, A., & Yudono, A. R. A. (2024, January). Efektivitas Penyisihan Mangan (Mn) Dengan Kombinasi Pengolahan Secara

- Aktif Dan Pasif Pada Air Asam Tambang. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI* (Vol. 5, No. 1).
- Putrakoranto, L. (2021). *Analisis Sulfur Dioksida (So₂) Pada Udara Ambien Dan Risiko Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Rachmadya, B., Trigunasih, N.M., & Supadma., A. N. (2021). Evaluasi Status Kesuburan Tanah Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Lahan Subak di Kecamatan Denpasar Barat, Kota Denpasar, Provinsi Bali. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN, 2301*, 6515.
- Rahmi, H., Nelvi, A., & Situmorang, B. (2023). Pengaruh Fly Ash Dan Kapur Tohor Terhadap Kualitas Air Asam Tambang (pH dan TSS) Di PT. Bara Prima Pratama. *Jurnal Teknologi Infrastruktur, 2(1)*, 35-43.
- Riski, M., & Haryanto, B. (2020). Hubungan pajanan PM_{2.5} terhadap Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada pekerja di pintu gerbang pelabuhan tanjung priok tahun 2018. *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global, 1(3)*, 222–232.
- Rinanti, S. W., Sugriarta, E., Afridon, A., Adriyanti, S. L., & Riviwanto, M. (2023). Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernapasan Pada Pedagang Akibat Paparan Debu Total Suspended Particulate Udara Ambien. *Jurnal Sehat Mandiri, 18(2)*, 280-292.
- Rianti, L., Maryana, M., & Aprianti, A. (2021). Analisis Efektivitas Penetralkan Air Asam Tambang Menggunakan Kapur Tohor Dan Soda ASH Dari Kolam Pengendapan Lumpur Tambang Batubara Dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Patra Akademika, 12(01)*, 13-21.
- Rosalia, O., Wispriyono, B., & Kusnoputranto, H. (2018). *Karakteristik Risiko Kesehatan Non Karsinogen pada Remaja Siswa Akibat Pajanan Inhalasi Debu Particulate Matter*. Hasanuddin University.
- Said, Nusa Idaman. 2018. “Teknologi Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara ‘Alternatif Pemilihan Teknologi.’” *Jurnal Air Indonesia 7(2)*.
- Saswita, N., Sulistyani, S., & Setiani, O. (2018). Penggunaan Kapur Tohor (CaO) dalam Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn Pada Limbah Cair Pewarnaan Ulang Jeans Kabupaten Magelang Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip), 6(1)*, 662-669.
- Sari, E. I. (2018). *Studi penggunaan kapur tohor dalam proses penetralkan air asam tambang di KPL PIT 3 Barat IUP Tambang Banko Barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan* (Doctoral dissertation, Universitas Bangka Belitung).
- Sayoga, R. 2012. “Pengelolaan Air Asam Tambang.” *Jurnal Indonesian Network for Acid Drainage: 3*.

- Selatan, P. G. S. (2019). Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 08 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara. Palembang (ID): *Sekretaris Daerah Provinsi Sumatera Selatan*
- Setiawan, B. (2020). Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Nilai CBR *Sub Grade Dengan Menggunakan Metode ASTM D 2017* (Doctoral dissertation, Universitas Bhayangkara).
- Sugiyono. (2018). *Pengertian Teknik Pengumpulan Data menurut Para Ahli*. 11(3), 296–300
- Sugiyono. (2018). *Pengertian Populasi dan Sampel Menurut Para Ahli*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Susilawati, S. (2021). Dampak perubahan iklim terhadap kesehatan. *Electronic Journal Scientific of Environmental Health And Disease*, 2(1), 25-31.
- Suriani, N., & Jailani, M. S. (2023). Konsep Populasi dan Sampling Serta Pemilihan Partisipan Ditinjau Dari Penelitian Ilmiah Pendidikan. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 24-36.
- Suryatia, I., Akbara, M. N., & Latifah, N. (2019). Studi Kandungan Logam Berat (As, Cd, Cr, Pb Dan Hg) dalam Particulate Matter 10 Mikron (PM10) di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan. *Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, 16(2), 77–85
- Syahputra, K. Y., Hidayah, M., & Bahiyah, W. (2023). Utilization of Nylon-Based Eggshell Waste in the Making of Microfiltration Membranes for Reducing Metal Fe³⁺. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(2), 112-118.
- Tolinggi, S. (2021). *Kesehatan Lingkungan Industri: Pendekatan Biologi Molekuler Dalam Menganalisis Penurunan Fungsi Paru Para Pekerja Dari Aktivitas Serum Interleukin-8*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- USEPA. 2019. Guidelines for Human Exposure Assessment.
- Wibowo, D. H. (2020). Kajian potensi karbon aktif berbahan baku batubara dari PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *dalam pengelolaan air asam tambang*. *SKRIPSI-2017*.
- Widodo A. Hubungan Antara Lamanya Bekerja Sebagai Penambang Batu Kapur Dengan Nilai Vo₂ Maks di Pertambangan Daerah Gunungkidul. *J Univ Muhammadiyah Surakarta*. 2017;
- Wustqa, Listyani, Subekti, Kusumawati, Susanti & Kismiantini 2018. Analisis data multivariat dengan program r. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA*, 2, 83-86.
- Yani, M. (2012). Life cycle assessment of sugar at cane sugar industry. *E-jurnal Agro-Industri Indonesia*, 1(1).

- Yovita, S. (2009). Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pertambangan Batubara di *PT. Marunda Grahamineral, Job Site Laung Tuhup Kalimantan Tengah*.
- Yunus M, Raharjo W, Fitriangga A. *Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada pekerja PT . X Factors related to acute respiratory infection (ARI) incidence among workers at PT . X. Kesehatan. 2020;6(1):21–30.*