

TESIS

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN POLUTAN UDARA (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀, DAN TSP) PADA BURUH ANGKUT DI SEKITAR PASAR 16 ILIR KOTA PALEMBANG



OLEH :

**NAMA : JHON WESLY SITANGGANG
NIM : 10012682226016**

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

TESIS

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN POLUTAN UDARA (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀, DAN TSP) PADA BURUH ANGKUT DI SEKITAR PASAR 16 ILIR KOTA PALEMBANG

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



OLEH :

NAMA : JHON WESLY SITANGGANG
NIM : 10012682226016

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN POLUTAN UDARA (CO, SO₂, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ DAN TSP) PADA BURUH ANGKUT DI SEKITAR PASAR 16 ILIR KOTA PALEMBANG

TESIS

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Magister Kesehatan Masyarakat (M.KM)
Pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya

Oleh:

JHON WESLY SITANGGANG
NIM. 10012682226016

Palembang. November 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui

**Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya**



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Polutan Udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) pada Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang” telah dipertahankan di hadapan Panitia Sidang Ujian Tesis Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Oktober 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan Panitia Sidang Ujian Tesis Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya

Palembang, November 2023
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Ketua:

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

Anggota:

2. Dr. Elvi Sunarsih, S.K.M., M.Kes
NIP. 197806282009122004
3. Prof. Dr. rer. med. H. Hamzah Hasyim, S.K.M., M.KM ()
NIP. 197312262002121001
4. Dr. dr. H. M. Zulkarnain, M,Med, Sc, PKK
NIP. 196109031989031002
5. Dr. Novrikasari, S.K.M., M.Kes
NIP. 197811212001122002

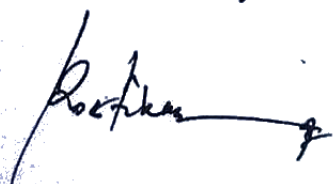


Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Jhon Wesly Sitanggang

NIM : 10012682226016

Judul : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Polutan Udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ dan TSP) pada Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang

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.

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



Palembang, Januari 2024



Jhon Wesly Sitanggang

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Jhon Wesly Sitanggang

NIM : 10012682226016

Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat

Peminatan : Kesehatan Lingkungan

Judul : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Polutan Udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) pada Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang

memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk keperluan akademik. Dalam hal ini publikasi tersebut saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Palembang, Januari 2024



Jhon Wesly Sitanggang

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang”

(Amsal 23:18 TB)

“Janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan.”

(Yesaya 41:10 TB)

Dengan segala kerendahan hati, Tesis ini ku persembahkan untuk keluarga terkasih, yaitu Bapa, Mama, dan Adik-adikku serta segenap keluarga yang senantiasa memberi doa dan dukungan kepada penulis selama menempuh perkuliahan di Universitas Sriwijaya semoga Karunia dari Tuhan selalu memberikan hikmat tentang apa yang telah penulis lalui, sehingga ilmu yang diperoleh dapat bermanfaat.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 19 Mei 1999 di Tanjung Raja, Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Putra dari Bapak Juandi Sitanggang dan Ibu Tohol Simamora yang merupakan anak ke 2 dari empat bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD N 5 Tanjung Raja pada tahun 2011. Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Tanjung Raja tahun 2014 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Xaverius 1 Kota Palembang tahun 2017. Pada tahun 2021, penulis menyelesaikan pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) pada program studi Kesehatan Lingkungan.

Pada tahun 2022, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya dengan Bidang Kajian Utama (BKU) yang diambil adalah Kesehatan Lingkungan (Kesling).

**ENVIRONMENTAL HEALTH
PROGRAM STUDI MAGISTER (S2) ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
SRIWIJAYA UNIVERSITY**

Scientific papers in the form of thesis

Jhon Wesly Sitanggang; Supervised by Elvi Sunarsih and Hamzah Hasyim

***ENVIRONMENTAL HEALTH RISK ANALYSIS OF EXPOSURE TO AIR
POLLUTANTS (CO, SO₂, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ AND TSP) TO MARKET
WORKERS AROUND THE 16 ILIR MARKET OF PALEMBANG CITY***

xviii + 81 pages, 13 tabels, 8 pictures, and 4 attachments

ABSTRACT

The high traffic of motorized vehicles in the market area makes the level of air pollution from the combustion of motor vehicles will affect the quality of the air inhaled by the community. Air pollution from motor vehicles is CO, SO₂, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, and TSP. Transport workers in the market are one of the people at risk of health problems due to exposure to these air pollutants. The purpose of this study was to analyze the environmental health risks of exposure to air pollution the health of transport workers in the 16 Ilir market of Palembang city. This type of research uses a type of descriptive research with a quantitative approach. The method used is Environmental Health Risk Analysis (ARKL). The sample of respondents was taken with the Purposive Sampling System and the Slovin Formula, which was obtained as many as 102 respondents. The air pollutant measurement method used in this study is Non Dispersive Infra Red (NDIR) to measure CO gas, pararosaniline method using a spectrophotometer to measure SO₂ gas, Grass-Saltzman method using NO₂ gas spectrophotometer, and Met One E-Sampler to measure PM_{2.5}, PM₁₀, and TSP. The results showed an average of 6 concentrations from 5 points of measurement locations, namely CO concentrations as big as 2685.1 µg/Nm³, NO₂ as big as 2.7 µg/Nm³, SO₂ as big as 1.5 µg/Nm³, PM_{2.5} as big as 22.4 µg/Nm³, PM₁₀ as big as 198 µg/Nm³, and TSP as big as 383 µg/Nm³. The calculation of the value (RQ) of CO and PM₁₀ air pollution concentrations obtained RQ >1 values while NO₂ concentrations, SO₂, PM_{2.5}, and TSP obtained RQ values of ≤ 1. The conclusion in this study is that exposure to CO and PM₁₀ gases has a risk to the health of tmarket workers, so risk management and risk management strategies are needed.

Keywords : Market Worker, EHRA, Air Pollutants

Bibliography : (1999-2022)

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

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Jhon Wesly Sitanggang; Dibimbing oleh Elvi Sunarsih dan Hamzah Hasyim

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN POLUTAN UDARA (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ DAN TSP) PADA BURUH ANGKUT DI SEKITAR PASAR 16 ILIR KOTA PALEMBANG

xviii + 81 halaman , 13 tabel, 8 gambar, dan 4 lampiran

ABSTRAK

Tingginya lalu lalang kendaraan bermotor di wilayah pasar membuat tingkat pencemaran udara hasil pembakaran kendaraan bermotor akan mempengaruhi kualitas udara yang dihirup masyarakat. Polusi udara hasil kendaraan bermotor yakni CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀, dan TSP. Buruh angkut di pasar merupakan salah satu masyarakat yang berisiko mengalami risiko gangguan kesehatan akibat paparan polutan udara tersebut. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan paparan polusi udara pada kesehatan buruh angkut di pasar 16 Ilir kota Palembang. Jenis penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode yang digunakan yakni Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Sampel responden diambil dengan *Purposive Sampling System* dan Rumus *Slovin* yaitu didapatkan sebanyak 102 responden. Metode pengukuran polutan udara yang digunakan pada penelitian ini yakni *Non Dispersive Infra Red (NDIR)* untuk mengukur Gas CO, metoda *pararosanilin* menggunakan spektrofotometer untuk mengukur gas SO₂, metoda *Grass-Saltzman* menggunakan spektrofotometer gas NO₂, dan *Met One E-Sampler* untuk mengukur PM_{2,5}, PM₁₀, dan TSP. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata 6 konsentrasi dari 5 titik lokasi pengukuran yakni konsentrasi CO sebesar 2685,1 µg/Nm³, NO₂ sebesar 2,7 µg/Nm³, SO₂ sebesar 1,5 µg/Nm³, PM_{2,5} 22,4 µg/Nm³, PM₁₀ sebesar 198 µg/Nm³, dan TSP sebesar 383 µg/Nm³. Perhitungan nilai (RQ) konsentrasi polusi udara CO dan PM₁₀ didapatkan nilai RQ > 1 sedangkan konsentrasi NO₂, SO₂, PM_{2,5}, dan TSP didapatkan nilai RQ ≤ 1. Kesimpulan pada penelitian ini bahwa paparan gas CO dan PM₁₀ memiliki risiko terhadap kesehatan buruh angkut sehingga diperlukannya manajemen risiko dan strategi pengelolaan risiko.

Kata Kunci : Buruh Angkut, ARKL, Polutan Udara

Kepustakaan : (1999-2022)

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan hikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Polutan Udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ dan TSP) pada Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang”

Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini tidaklah akan terwujud dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Taufik Marwa, S.E., M.Si sebagai Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.K.M sebagai Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya
3. Prof. Dr. Rostika Flora, S.Kep., M.Kes selaku Koordinator Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat (S2) Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Elvi Sunarsih, S.K.M., M.Kes selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan saran, dan motivasi kepada penulis hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Prof. Dr. rer. med. H. Hamzah Hasyim, S.K.M., M.K.M selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan saran, dan motivasi kepada penulis hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Prof. Dr. Yuanita Windusari, S.Si, M.Si, Dr. dr. H. M. Zulkarnain, M.Med.Sc., PKK dan Dr. Novrikasari, S.KM., M.Kes selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis untuk perbaikan tesis ini.
7. Para Dosen dan Staf Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.

8. Keluarga yang telah memberikan doa dan dorongan semangat sampai terselesaikannya tesis ini.
9. Keluarga “Anak Rantau Palembang” yang telah mensupport setiap langkah sampai terselesaikannya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan karena ketidak sempurnaan dan keterbatasan dalam penyusunan Tesis ini. Harapan penulis agar Tesis ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, serta penulis senantiasa mengharapkan masukan, kritik dan saran yang membangun dalam penyempurnaan Tesis ini.

Hormat saya



Jhon Wesly Sitanggang
NIM. 10012682226016

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vi
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
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.....	7
1.4.1 Bagi Peneliti	7
1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat	7
1.4.3 Bagi Masyarakat.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.5.1 Lokasi Penelitian.....	7
1.5.2 Lingkup Waktu.....	8
1.5.3 Lingkup Materi.....	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pencemaran Udara.....	9
2.1.1 Pengertian Pencemaran	9
2.1.2 Sumber Pencemaran Udara	9
2.2 Gas Karbon Monoksida (CO).....	10
2.2.1 Definisi Gas Karbon Monoksida (CO)	10
2.2.2 Sumber Pajanan Gas Karbon Monoksida (CO)	10
2.2.3 Dampak Kesehatan Pajanan Gas Karbon Monoksida (CO)	10
2.2.4 Baku Mutu Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)	10
2.3 Gas Sulfur Dioksida (SO ₂)	11
2.3.1 Definisi Gas Sulfur Dioksida (SO ₂)	11
2.3.2 Sumber Pajanan Gas Sulfur Dioksida (SO ₂)	11
2.3.3 Dampak Kesehatan Pajanan Gas Sulfur Dioksida (SO ₂)	11
2.3.4 Baku Mutu Konsentrasi Gas Sulfur Dioksida (SO ₂)	11
2.4 Gas Nitrogen Dioksida (NO ₂)	12
2.4.1 Definisi Gas Nitrogen Dioksida (NO ₂)	12
2.4.2 Dampak Kesehatan Gas Nitrogen Dioksida (NO ₂)	12
2.4.3 Baku Mutu Konsentrasi Gas Nitrogen Dioksida (NO ₂)	12
2.5 Partikulat Matter 2,5 (PM _{2,5}).....	13
2.5.1 Definisi Partikulat Matter 2,5 (PM _{2,5})	13
2.5.2 Dampak Kesehatan Partikulat Matter 2,5 (PM _{2,5})	13
2.5.3 Baku Mutu Konsentrasi Partikulat Matter 2,5 (PM _{2,5})	13
2.6 Partikulat Matter 10 (PM ₁₀).....	13
2.6.1 Definisi Partikulat Matter 10 (PM ₁₀)	13
2.6.2 Dampak Kesehatan Partikulat Matter 10 (PM ₁₀)	13
2.6.3 Baku Mutu Konsentrasi Partikulat Matter 10 (PM ₁₀)	14
2.7 Total Suspended Particulate (TSP).....	14
2.7.1 Definisi Total Suspended Particulate (TSP)	14
2.7.2 Dampak Kesehatan Total Suspended Particulate (TSP)	14
2.7.3 Baku Mutu Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP)	14
2.8 Toksisitas Pajanan Polutan Udara	15
2.8.1 Gas Karbon Monoksida.....	15

2.8.2	Gas Sulfur Dioksida (SO ₂).....	16
2.8.3	Gas Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	16
2.8.4	PM _{2,5} , PM ₁₀ , dan TSP	17
2.9	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	18
2.9.1	Definisi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	18
2.9.2	Langkah-Langkah ARKL.....	19
2.10	Penelitian Terdahulu.....	25
2.11	Kerangka Teori.....	29
2.12	Kerangka Konsep	30
2.13	Definisi Operasional.....	31
2.14	Hipotesis Penelitian.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		34
3.1	Desain Penelitian.....	34
3.2	Populasi dan Sampel Penelitian	37
3.2.1	Populasi Penelitian.....	37
3.2.2	Sampel Penelitian.....	37
3.2.3	Teknik Pengambilan Sampel.....	44
3.3	Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	45
3.3.1	Jenis Pengumpulan Data	45
3.3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	45
3.4	Pengolahan Data.....	46
3.5	Analisis Data dan Penyajian Data	46
3.5.1	Analisis Data	46
3.5.2	Penyajian Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Hasil.....	48
4.1.1	Profil Lokasi Penelitian.....	48
4.1.2	Identifikasi Bahaya.....	48
4.1.3	Analisis Dosis-Respon	50
4.1.4	Analisis Pemajanan	51
4.1.5	Karakteristik Risiko Non-Karsinogenik.....	56
4.1.6	Manajemen Risiko	58

4.2	Pembahasan	59
4.2.1	Identifikasi Bahaya.....	59
4.2.2	Analisis Dosis-Respon	69
4.2.3	Analisis Pemajanan/Intake	69
4.2.4.	Karakteristik Risiko (RQ)	74
4.2.5	Manajemen Risiko	76
4.2.6	Keterbatasan Penelitian	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran	81
5.2.1	Bagi Buruh Angkut	81
5.2.2	Bagi Peneliti Selanjutnya	81
5.2.3	Bagi Pemerintah Daerah	81
DAFTAR PUSTAKA		82

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pertanyaan Perumusan Masalah ARKL	20
Tabel 2.2 Konotasi Analisis Pemajanan	22
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 2.4 Definisi Operasional	31
Tabel 4.1 Gambaran Usia Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang	48
Tabel 4.2 Gambaran Konsentrasi Polutan Udara di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang	49
Tabel 4.3 Gambaran Suhu dan Kelembaban di sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang	50
Tabel 4.4 Gambaran Berat Badan Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang	52
Tabel 4.5 Gambaran Lama Paparan Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang	53
Tabel 4.6 Gambaran Frekuensi Paparan Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang	53
Tabel 4.7 Gambaran Durasi Paparan Buruh Angkut di Sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang	54
Tabel 4.8 Nilai <i>Intake</i> Paparan CO, NO ₂ , SO ₂ , PM _{2,5} , PM ₁₀ , dan TSP.....	55
Tabel 4.9 Perkiraan Besar Risiko (RQ) pada Tahun ke-5, 10, 15, 20, 25, 30 Tahun Mendatang Pada Buruh Angkut di Pasar 16 Ilir	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Paradigma Penilaian Risiko	19
Gambar 2.2 Kerangka Teori	29
Gambar 2.3 Kerangka Konsep.....	30
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Pasar 16 Ilir Kota Palembang	38
Gambar 3.2 Alat Ukur Karbon Monoksida (CO)	40
Gambar 3.3 Alat Ukur Sulfur Dioksida (SO ₂).....	41
Gambar 3.4 Alat Ukur Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	42
Gambar 3.5 Alat Ukur Partikulat.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 <i>Informed Consent</i>	88
Lampiran 2 Kuisisioner Penelitian	89
Lampiran 3 Hasil Analisis.....	90
Lampiran 4 Dokumentasi	118

DAFTAR SINGKATAN

ARKL	: Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan
CO	: Karbon Monoksida
NO ₂	: Nitrogen Dioksida
SO ₂	: Sulfur Dioksida
PM	: Partikulat Matter
TSP	: Total Suspended Partikulat
RfC	: <i>Reference Concentration</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>
US-EPA	: <i>United State Environmental Protection Agency</i>
LOAEL	: <i>Lowest Observed Adverse Effect Level</i>
NOAEL	: <i>No Observed Adverse Effect Level</i>
CSF	: <i>Cancer Slope Factor</i>
CCR	: <i>Cancer Unit Risk</i>
RQ	: <i>Risk Quotient</i>
IARC	: <i>International Agency for Research on Cancer</i>
IRIS	: <i>Integrated Risk Information System</i>
PAN	: <i>Peroxi Acetil Nitrates</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi (atmosfer), yang mana komposisi dari udara tersebut tidak selalu konstan. Udara merupakan komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan, sehingga perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya (Wardoyo, 2016). Secara umum komposisi udara kering dan bersih pada homosfera antara lain nitrogen, oksigen, argon, karbondioksida, neon, helium, metan, kripton, nitrous oksida, hidrogen, xenon, ozon (Syar, 2019). Perubahan kualitas udara akibat bahan pencemar baik masuk secara alami maupun akibat dari aktivitas manusia. Aktivitas manusia dalam penggunaan kendaraan bermotor meningkatkan bahan pencemar masuk ke dalam udara ambien yang mana udara tersebut juga digunakan oleh manusia untuk bernafas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Palembang tahun 2021 terdapat 540.986 kendaraan, jumlah tersebut akan terus meningkat sesuai dengan tingkat kebutuhan masyarakat (BPS Kota Palembang, 2021). Menurut Kepmenlh No. 35/MENLH/10/1993 jumlah kendaraan tentu saja menjadi faktor yang sangat mempengaruhi konsentrasi pencemaran udara akibat emisi kendaraan bermotor. Tingkat pendapatan yang meningkat akan membuat kecenderungan untuk memiliki kendaraan pribadi, sehingga jumlah kendaraan bermotor terus meningkat. Zat pencemar udara hasil dari polusi kendaraan bermotor dikenal dengan istilah polutan, yang terdiri dari beberapa jenis, antara lain karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), hydrocarbon (HC), timbal (Pb), partikulat (PM_{2,5} dan PM₁₀), dan lain-lainnya (Pramudya, 2001). Gas emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor seperti gas karbon monoksida sebesar 210 ppm, NO₂ sebesar 76 ppm, SO₂ sebesar 930,41 µg/Nm³ (Riwanto & Sani, 2017).

Kemajuan ekonomi yang sangat pesat mendorong semakin bertambahnya kebutuhan akan transportasi, di lain sisi lingkungan alam yang mendukung hajat hidup manusia semakin terancam kualitasnya, sehingga efek negatif polusi udara terhadap kehidupan manusia semakin hari semakin bertambah. Tingkat

pencemaran udara sudah mencapai tingkat mengkhawatirkan dan sektor transportasi merupakan kontributor utama bagi pencemaran udara (Yusrianti, 2018). . Komposisi dari gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin adalah 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% Gas Argon (gas mulia), 1,1% O₂, dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x, 0,09% HC, dan 0,9% CO. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas bekas kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara (Siswanto et al., 2019). Emisi transportasi adalah sebagai penyumbang pencemaran udara tertinggi, yakni sekitar 85%. Hal tersebut tampak dengan jelas, mengingat sebgiaan besar kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas buang yang buruk, baik dari segi akibat perawatan kendaraan yang buruk atau dari penggunaan bahan bakar dengan kualitas yang kurang baik (Ismiyati et al., 2014). Menurut laporan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang tahun 2022, nilai Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) menunjukkan kadar CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, dan PM₁₀, masing-masing memiliki konsentrasi rerata tahunan 848,21 µg/m³, 26,51 µg/m³, 41,60 µg/m³, 6,91µg/m³, dan 8,78µg/m³ (DLHK Kota Palembang, 2022).

Karbon monoksida (CO) merupakan suatu gas yang tidak berbau, tidak berasa, dan juga tidak berwarna. Gas CO terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen (Wardhana, 2004). Kadar CO ruangan di atas 800 ppm dapat menimbulkan ancaman bagi kesehatan manusia dengan menyebabkan hipoksia jaringan dengan gejala seperti lemas, mual, muntah, pusing bahkan kematian. Hipoksia jaringan akibat keracunan CO dapat menurunkan kemampuan hemoglobin (Hb) untuk mengikat oksigen karena ikatan karbon monoksida dengan hemoglobin lebih kuat daripada ikatan oksigen dengan hemoglobin (Primasanti & Aryani, 2022).

Gas Sulfur Dioksida (SO₂) merupakan salah satu jenis dari gas-gas oksida sulfur (SO_x). Gas SO₂ sangat mudah terlarut dalam air, memiliki bau namun tidak berwarna (Wijiarti et al., 2016). Sebagaimana O₃, pencemar sekunder yang terbentuk dari SO₂, seperti partikel sulfat, dapat berpindah dan terdeposisi jauh dari sumbernya (Wahyuddin et al., 2016). Gas SO₂ yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lender pada hidung, tenggorokan dan saluran napas

yang lain sampai ke paru-paru. Serangan gas SO₂ tersebut menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. Jika terjadi iritasi pada saluran pernapasan, SO₂ dan partikulat bisa menyebabkan pembengkakan membran mukosa. Pembentukan mukosa menimbulkan hambatan aliran udara pada saluran pernapasan (Ma'rufi, 2018).

Nitrogen dioksida (NO₂) adalah salah satu polutan udara yang dapat berdampak negatif bagi kesehatan makhluk hidup. Studi ini berpendapat bahwa ada kaitannya antara paparan NO₂ jangka pendek, mulai dari 30 menit hingga 24 jam, dengan efek samping seperti infeksi saluran pernapasan pada individu yang sehat dan peningkatan gejala pernapasan pada individu dengan riwayat asma (Izzati et al., 2021).

PM₁₀ merupakan partikel udara dalam wujud padat yang berdiameter kurang dari 10µm. Partikel tersebut akan berada di udara untuk waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan. PM₁₀ dapat terinhalasi ke saluran pernapasan dan masuk ke paru-paru sehingga dapat memicu terjadinya gangguan kesehatan seperti sesak nafas, kanker paru-paru bahkan kematian. PM₁₀ memiliki kandungan zat kimia yang dapat menyebabkan partikulat tersebut bersifat karsinogenik dan non karsinogenik Potensi karsinogenik dan non karsinogenik ini dapat dilihat dari kandungan logam berbahaya di dalamnya seperti Na, Ca, Mg, Fe, Al, Zn, Ni, K, Si, Pb, Cu, Mn, dan Cd (Lestari et al., 2019). Menurut WHO (2011) efek Kesehatan dari paparan PM₁₀ dalam waktu singkat dapat mempengaruhi reaksi radang paru-paru, ISPA (infeksi saluran pernapasan atas), gangguan pada sistem kardiovaskuler, meningkatnya perawatan gawat darurat, peningkatan penggunaan obat, bahkan kematian. Sementara dampak jangka Panjang PM₁₀ dapat meningkatkan gejala gangguan saluran pernapasan bawah, eksaserbasi asma, penurunan fungsi paru pada anak-anak, peningkatan obstruktif paru-paru kronis, penurunan fungsi paru-paru pada orang dewasa, penurunan rata-rata tingkat harapan hidup terutama kematian yang diakibatkan oleh penyakit cardiopulmonary dan probabilitas kejadian kanker paru-paru (Mursinto & Kusumawardani, 2016)

Total Suspended Particulate (TSP) atau partikel tersuspensi total merupakan salah satu parameter penting yang harus diuji pada kualitas udara ambien karena dapat berdampak tidak hanya pada kesehatan manusia namun juga bagi makhluk hidup lainnya. Debu merupakan partikulat padat yang berukuran antara 1 mikron sampai dengan 100 mikron. Karakteristik fisik partikulat yang paling utama adalah ukuran dan distribusinya. TSP memiliki dampak jangka Panjang (reduksi fungsi paru-paru) dan jangka pendek (batuk, dahak, dan sesak napas). Gejala pernapasan yang paling sering dilaporkan akibat paparan TSP diantaranya batuk, dyspnea, bersin, dan dahak (Anwar et al., 2019).

Pasar merupakan salah satu dari tempat-tempat umum yang digunakan masyarakat untuk melakukan perdagangan. Banyak kendaraan yang lalu lalang melewati pasar akan meningkatkan emisi gas buang dari kendaraan yang lewat. Buruh pasar yang bekerja serabutan karena tidak memiliki pekerjaan tetap membuat buruh pasar memiliki risiko kesehatan akibat polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) hasil dari emisi kendaraan bermotor yang ada di pasar 16 Ilir Kota Palembang setiap harinya. Bekerja di lingkungan kerja dengan tingkat polusi polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) yang tinggi, seperti terminal, pasar dan jalan raya, dapat menyebabkan risiko gangguan kesehatan terkait emisi kendaraan.

Risiko kesehatan yang dapat diterima atau memprakirakan risiko dari paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) terhadap kesehatan buruh pasar yang berada di Pasar 16 Ilir Kota Palembang dapat dihitung menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Metode ARKL terdiri dari tahap identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis paparan, dan karakterisasi risiko. Selanjutnya ada tahap manajemen risiko dan komunikasi risiko sebagai bentuk tindak lanjut dari ARKL (Dirjen PP dan PL, 2012).

Survei yang telah dilakukan, perhitungan kendaraan yang melewati jalan Masjid Lama berjumlah sekitar 3.236 kendaraan yang meliputi kendaraan roda dua berjumlah sekitar 2.649 kendaraan, minibus berjumlah 471 kendaraan, truk engkel berjumlah 79 kendaraan, maupun truk berjumlah 37. Survei yang dilakukan pada pukul 08.00 WIB telah terlihat buruh angkut melakukan kegiatan

bongkar barang dari truk ke toko di sekitar jalan tersebut. Puncak kepadatan kendaraan pada jalan tersebut terlihat pada pukul 10.00-17.00 WIB. Pada waktu tersebut, masih terdapat buruh angkut yang melakukan kegiatan pengangkutan barang. Pasar 16 Ilir ini mempunyai kepadatan lalu lintas tinggi yang disebabkan karena lebar jalan 20 m panjang (L) 300 m dengan tipe 4/2 terbagi dan media jalan 25 cm, volume kendaraan (N) yang tinggi menuju ke arah Masjid Agung dan sebaliknya hingga 3.236 kendaraan/jam dengan jenis kendaraan bermotor sebanyak 2.160 kendaraan/jam dengan kecepatan waktu tempuh 28 km/jam. Faktor emisi (F) jenis kendaraan bermotor di Indonesia untuk gas CO sebesar 14 g/km, NO₂ sebesar 0,29 g/km, SO₂ sebesar (Bachtera et al., 2017) sehingga didapatkan hasil perhitungan emisi total keluaran per jam gas CO, SO₂, NO₂, PM₁₀, dan TSP di Pasar 16 Ilir Kota Palembang untuk jenis polutan CO pada kendaraan mobil, motor, dan truk masing-masing bernilai 5.652 gr/jam, 11.125,8 gr/jam, dan 292,32 gr/jam. Jenis polutan NO₂ pada kendaraan mobil, motor, dan truk masing-masing bernilai 232,6 gr/jam, 1.589 gr/jam, dan 615,96 gr/jam. Jenis polutan SO₂ pada kendaraan mobil, motor, dan truk masing-masing bernilai 3,6738 gr/jam, 6,3576 gr/jam, dan 28,536 gr/jam. Jenis polutan PM₁₀ pada kendaraan mobil, motor, dan truk masing-masing bernilai 1,413 gr/jam, 190,728 gr/jam, dan 48,72 gr/jam. Serta jenis polutan TSP pada kendaraan mobil, motor, dan truk masing-masing bernilai 1,413 gr/jam, 190,728 gr/jam, dan 48,72 gr/jam. Dampak pajanan pada buruh angkut dari emisi gas kendaraan bermotor yang tinggi, akan meningkatkan risiko gangguan kesehatan dalam jangka waktu panjang.

Peran penting polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) dalam menentukan kualitas udara dan juga dapat menimbulkan risiko kesehatan manusia, terutama terhadap populasi yang terpapar langsung polusi udara ambien, seperti buruh pasar yang berada di Pasar 16 Ilir Kota Palembang, maka peneliti ingin melakukan penelitian mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) terhadap buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang tahun 2023.

1.2 Rumusan Masalah

Polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) merupakan bahan pencemar yang dapat berdampak negatif terhadap tubuh manusia serta dapat menyebabkan gangguan Kesehatan. Pasar merupakan salah satu tempat umum yang banyak terpapar pencemaran udara akibat banyaknya kendaraan yang lalu lalang seperti motor dan mobil dan truk yang melakukan bongkar barang. Masyarakat yang berisiko tinggi terpapar polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) akibat menghirup emisi kendaraan yang dapat membahayakan kesehatan adalah buruh angkut di pasar. Pasar 16 Ilir merupakan salah satu pasar tradisional terbesar yang ada di Kota Palembang. Kegiatan jual-beli yang tinggi akan mempengaruhi tingkat mobilitas penduduk yang menggunakan kendaraan. Maka dari itu diperlukan analisis risiko paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) terhadap kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis Risiko Kesehatan Paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) terhadap kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis identifikasi bahaya paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) dengan kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang.
2. Menganalisis dosis-respon/RfC polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) dengan kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang
3. Menghitung jumlah nilai intake paparan konsentrasi polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) antropometri (berat badan), dan pola paparan (lama pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan) terhadap kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang.

4. Menghitung nilai besar/karakterisasi risiko non karsinogenik (RQ) terhadap paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) pada buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang
5. Menganalisa manajemen risiko paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) yang dapat dilakukan untuk meminimalisir risiko kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang

1.4 Manfaat Penelitian

Untuk itu manfaat penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1.4.1 Bagi Peneliti

1. Menambah wawasan dan pengalaman dalam melakukan penelitian khususnya tentang pajanan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) terhadap kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang
2. Meningkatkan pengetahuan terkait pencegahan terkena dampak polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) serta dapat menjadi sumber data untuk peneliti lainnya.

1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi tambahan referensi bagi penelitian selanjutnya dan menambah kepustakaan Fakultas Kesehatan Masyarakat tentang paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) terhadap kesehatan masyarakat.

1.4.3 Bagi Masyarakat

Bagi masyarakat dapat memberikan gambaran, masukan dan informasi mengenai pajanan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) terhadap kesehatan. Serta membantu masyarakat meningkatkan derajat kesehatan dan meminimalisir dampak paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) di Kota Palembang

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup untuk penelitian ini juga dijelaskan sebagai berikut:

1.5.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilaksanakan di sekitar Pasar 16 Ilir Kota Palembang

1.5.2 Lingkup Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Mei 2023 – Juni 2023.

1.5.3 Lingkup Materi

Lingkup materi dalam penelitian ini adalah tentang Analisis Risiko Kesehatan Paparan polutan udara (CO, SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP) Terhadap kesehatan buruh pasar di Pasar 16 Ilir Kota Palembang

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2005). *SNI 19-7119.6-2005. Penentuan Lokasi dan Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Ahmad, E. F. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kualitas Udara Dalam Ruang Di PT KCI Tahun 2020. *Jurnal Semesta Sehat (J-Mestahat)*. <https://jsemesta.iakmi.or.id/index.php/jm/article/view/83%0Ahttps://jsemesta.iakmi.or.id/index.php/jm/article/download/83/64>
- Amaliah, A. R., & Nur Ningsih. (2020). Hubungan Lama Paparan Dan Masa Kerja Dengan Keluhan Pernapasan Pada Pekerja Kopra Di Desa Barat Lambongan. *Jurnal Kesehatan Panrita Husada*, 5(1), 32–42. <https://doi.org/10.37362/jkph.v5i1.262>
- Andriani, R., Nurhasanah, N., & Adriat, R. (2019). Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 7(2), 143. <https://doi.org/10.26418/pf.v7i2.35830>
- Anwar, F. S., Mallongi, A., & Alimin Maidin, M. (2019). Kualitas Udara Ambien CO Dan TSP Di Permukiman Sekitar Kawasan Industri Pt. Semen Tonasa. *JKMM*, 2(1), 84–92.
- Atmaja, A. S., & Ardyanto, D. (2007). Identification of Dust Concentration at Working Environment and Workers Respiratory Disorders' in Finish Mill. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3(2), 161–172.
- Bachtera, R. P., Huboyo, H. S., & Samadikun, B. P. (2017). Uji Coba Estimasi Emisi Kendaraan Bermotor Yang Beroperasi Di Kota Semarang Berdasarkan Umur Dan Jenis Kendaraan Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Leap. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–11. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- Basri, S., Bujawati, E., Amansyah, M., Habibi, & Samsiana. (2014). Analisis risiko kesehatan lingkungan. *Jurnal Kesehatan*, VII(2), 427–442.
- Direktorat Jenderal PP dan PL. (2012). *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*.
- Ertika, R. F., Naria, E., & Ashar, T. (2013). Analisis Kadar Gas Sulfur Dioksida (So₂) Di Udara Ambien Pada Industri Makanan Ringan Yang Menggunakan Briket Batubara Dan Keluhan Saluran Pernafasan Pada Masyarakat Di Desa Bakar Batu Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang Tahun 2013. 32(2), 140–154.
- Handayani, D., Yunus, F., & Wiyono, W. . (2003). Pengaruh Inhalasi NO₂ terhadap Kesehatan Paru. *Cermin Dunia Kedokteran*, 138, 17–22.

- Indrasworo, B. T. (2019). Analisis Sebaran Polutan Karbon Monoksida (CO) Di Udara Ambien Dengan Model Caline4. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(2), 1–7.
- Irianti, T. T., Sugiyanto, Kuswandi, & Nuranto, S. (2017). *Toksikologi Lingkungan*. UGM. Yogyakarta.
- Ismiyati, Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 1(3), 241–248. <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmtranslog/article/view/23/24>
- Joseph F. Louvar, B. D. L. (1998). *Health and Environmental Risk Analysis: Fundamentals with Applications*. Prentice Hall PTR, 1998.
- Juliadita, A. K., Hermiyanti, P., & Myers, J. P. (2022). Risk Assessment of NO₂ and SO₂ Gas Exposure for The Health of Leather Tannery Workers in Magetan, Indonesia. *International Journal of Advanced Health Science and Technology*, 2(5), 285–291.
- Lestari, R. A., Handika, R. A., & Purwaningrum, S. I. (2019). Analisis Risiko Karsinogenik Paparan PM₁₀ Terhadap Pedagang di Kelurahan Pasar Jambi. *Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Unand*, 16(2), 59–65. <http://jurnaldampak.ft.unand.ac.id/index.php/Dampak/article/view/303>
- 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. <https://doi.org/10.30644/rik.v10i2.581>
- Ma'rufi, I. (2018). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (SO₂, H₂S, NO₂ dan TSP) Akibat Transportasi Kendaraan Bermotor di Kota Surabaya. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 1(4), 189–196. <https://doi.org/10.24123/mpi.v1i4.770>
- Mukono, H. J. (2002). *Epidemiologi Lingkungan*. Airlangga University Press.
- Mukono, H. J. (2008). *Pencemaran Udara Dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan* (Cetakan 3). Surabaya: Airlangga University Press.
- Mursinto, D., & Kusumawardani, D. (2016). Estimasi Dampak Ekonomi Dari Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 163. <https://doi.org/10.15294/kemas.v11i2.3677>
- Nurfadillah, A. R., & Petasule, S. (2022). Environmental Health Risk Analysis (SO₂, NO₂, CO And TSP) In The Bone Bolango Area Road Segment. *Journal Health & Science: Gorontalo Journal Health and Science Community*, 6(2), 76–89. <https://doi.org/10.35971/gojhes.v5i3.13544>
- Peraturan Pemerintah No 41 Tahun. (1999). *PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA*.
- Pramudya, S. (2001). *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 1400*.

Jakarta: Grasindo.

- Prasetyo, M., Mallongi, A., & Amqam, H. (2020). Analisis Risiko pada Pedagang Pisang Epe Akibat Paparan Gas NO₂ di Jalan Penghibur Kota Makassar. *Hasanuddin Journal of Public Health*, 1(1), 71–82. <https://doi.org/10.30597/hjph.v1i1.9514>
- Prilila, G. F., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2016). Estimasi Sebaran dan Analisis Risiko TSP dan Pb di Terminal Bis Terhadap Kesehatan Pengguna Terminal (Studi Kasus: Terminal Mangkang Dan Penggaron, Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4), 1–12. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- Primasanti, Y., & Aryani, A. (2022). Analisis Asap Dan Emisi Gas Buang Bus Bagi Kesehatan Petugas Ticketing Halte. *Jurnal Ilmu Keperawatan Indonesia*, 15(2), 61–69. <https://doi.org/10.31857/s013116462104007x>
- Ramadhan, S., Suswantoro, E., & Sintorini, M. M. (2018). Analisis Risiko Paparan Kebisingan dan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) Terhadap Pekerja pada Proses Produksi di Job Pertamina-Talisman (Ogan Komering), Sumatera Selatan, Indonesia. *Seminar Nasional Kota Berkelanjutan*, 1(1), 26. <https://doi.org/10.25105/psnkb.v1i1.2888>
- Ramdan, I. M., Adawiyah, R., & Firdaus, A. R. (2018). Analisis Risiko Paparan Sulfur Dioksida(SO₂) Terhadap Risiko Non Karsinogenik Pada Pekerja Penyapu Jalan di Kota Samarinda. *Husada Mahakam: Jurnal Kesehatan*, 4(5), 255. <https://doi.org/10.35963/hmjk.v4i5.98>
- Richard J. Levy, M., & FAAP. (2015). Carbon Monoxide Pollution and Neurodevelopment: A Public Health Concern. *Neurotoxicol Teratol*, 49(1), 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2015.03.001>.
- Riski, M., & Haryanto, B. (2020). Hubungan paparan 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.
- Rivanda, A. (2015). Pengaruh Paparan Karbon Monoksida Terhadap Daya Konduksi Trakea. *Journal Majority*, 4(8), 153–159. <https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/1491/133>
- Riviwanto, M., & Sani, F. M. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Paparan Gas Nitrogen Dioksida (NO₂) pada Petugas Parkir di Basement Plaza Andalas. *Jurnal Kesehatan*, 8(3), 441. <https://doi.org/10.26630/jk.v8i3.636>
- Roza, V., Ilza, M., & Anita, S. (2015). Korelasi Konsentrasi Particulate Matter (PM₁₀) di Udara dan Kandungan Timbal (Pb) dalam Rambut Petugas SPBU di Kota Pekanbaru. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 2(1), 52. <https://doi.org/10.31258/dli.2.1.p.52-60>
- Sabrina, A. P., & Ridho Pratama. (2022). Gambaran Kualitas Udara serta Analisis

- Risiko Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Sulfur Dioksida (SO₂) di Kabupaten Bekasi. *Journal of Engineering Environmental Energy and Science*, 1(2), 63–70. <https://doi.org/10.31599/joes.v1i2.1289>
- Sari, A. W., Amir, R., & Muin, H. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida (SO₂) Pada Pekerja Ternak Ayam Petelur Di Kecamatan Bacukiki Kota Parepare. *Jurnal Ilmiah : J-HESTECH*, 4(2), 81–94.
- Serlina, Y. (2020). Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi NO₂ di Udara Ambien (Studi Kasus Bundaran Hotel Indonesia DKI Jakarta). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2146>
- Setyowati, E. R., Annisa, N., Riduan, R., & Prasetya, H. (2020). Konsentrasi Partikulat Matter (Pm₁₀) Dan Sulfur Dioksida (So₂) Pada Ruas Jalan Kuin Utara Dan Kuin Selatan Kota Banjarmasin. *Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 3(2), 23–30. <https://doi.org/10.20527/jernih.v3i2.595>
- Sibarani, R. M., Belgaman, H. A., Athoillah, I., & Wirahma, S. (2021). Analisis Hubungan Parameter Cuaca Terhadap Konsentrasi Polutan (Pm_{2.5} Dan CO) Di Wilayah Jakarta Selama Periode Work From Home (Wfh) Maret 2020. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 22(2), 85–94. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v22i2.4637>
- Siburian, S. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca* (T. K. C. Pustaka (ed.)). Penerbit Kreasi Cendekia Pustaka (KCP).
- Siswanto, Lagiyono, & Siswiyanti. (2019). *ANALISA EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR 4 TAK BERBAHAN BAKAR CAMPURAN PREMIUM DENGAN VARIASI PENAMBAHAN ZAT ADITIF*. 75–84.
- Soemirat. (2003). *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. CV. Alfabeta Bandung.
- Sukmawati, P. D., & Warisaura, A. D. (2023). Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Gas Monoksida dan Particulate Matter di Jalan Gejayan, Yogyakarta. *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(3), 6561–6566.
- 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. <https://doi.org/10.25105/pwkb.v1i1.5256>
- Syar, N. I. (2019). *Cuaca dan Perubahannya* (T. Cahyani (ed.)). Palangka Raya: Penerbit Duta.
- Syech, R., Malik, U., & Fitriani, R. (2017). Analisis Pengaruh Partikulat Matter

- PM10 Terhadap Suhu, Kelembapan Udara dan Kecepatan Angin di Daerah Kulim Kota Pekanbaru. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*, 14(2), 1032–1036.
- Tampa, G. M., Maddusa, S. S., & Pinontoan, O. R. (2020). Analisis Kadar Sulfur Dioksida (SO₂) Udara di Terminal Malalayang Kota Manado Tahun 2019. *Journal of Public Health and Community Medicine*, 1(3), 87–92.
- US EPA - U.S. Environmental Protection Agency. (1997). *Exposure Factors Handbook (1997 Final Report) EPA/600/P-95/002a-c*.
- Wahyuddin, P. P., Susilawaty, A., Azriful, & Basri, S. (2016). Risiko Paparan Sulfur Dioksida (SO₂) pada Masyarakat yang Bermukim Disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello Tahun 2014. *Higiene : Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(1), 8–14.
- Wahyuni, S., Susilawaty, A., Bujawati, E., & Basri, S. (2019). Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Anak Sekolah di SD Negeri Kaka Tua Makassar Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 5(1), 46–51.
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak pencemaran lingkungan*. Andi Offset.
- Wardoyo, A. Y. P. (2016). *Emisi partikulat kendaraan bermotor dan dampak kesehatan*. MalangUB Press.
- Wenas, R. A., Pinontoan, O. R., Sumampouw, O. J., Studi, P., Kesehatan, I., Universitas, P., & Ratulangi, S. (2020). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida (SO₂) dan Nitrogen Dioksida (NO₂) di Sekitar Kawasan Shopping Center Manado. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*, 1(2), 53–58.
- Wijiarti, K., D, Y. H., & D, N. A. Y. (2016). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambien Pada Pedagang Kaki Lima Di Terminal Bus Pulogadung, Jakarta Timur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 983–991.
- Yusrianti. (2018). Studi Literatur Tentang Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor Di Jalan Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 11–20.
- Zaenurrohman, D. H., & Rachmayanti, R. D. (2017). Relationship Between Knowledge and Hypertension History with Blood Pressure Control in Elderly. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 5(2), 174–184. <https://doi.org/10.20473/jbe.v5i22017.174-184>