

**SKRIPSI**

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN GAS  
KARBON MONOKSIDA (CO) PADA PEDAGANG  
KAKI LIMA DI JALAN PASAR BARU  
KECAMATAN PAUH KOTA  
PADANG TAHUN 2025**



**VIONA RAHMANDA**

**211210587**

**PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KEMENKES POLTEKKES PADANG  
2025**

SKRIPSI

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN GAS  
KARBON MONOKSIDA (CO) PADA PEDAGANG  
KAKI LIMA DI JALAN PASAR BARU  
KECAMATAN PAUH KOTA  
PADANG TAHUN 2025**

Ditujukan ke Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Kemenkes  
Poltekkes Padang sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan



Kemenkes  
Poltekkes Padang

VIONA RAHMANDA

211210587

**PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KEMENKES POLTEKKES PADANG  
2025**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Proposal Skripsi

"ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO) PADA PEDAGANG KAKI LIMA DI JALAN PASAR BARU, CUPAK TANGAH, KECAMATAN PAUH, KOTA PADANG TAHUN 2025"

Disusun Oleh

NAMA : VIONA RAHMANDA

NIM : 211210587

Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal

10 Februari 2025

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Miladil Fitra, SKM, MKM, CEIA

NIP. 198107152008121001



Mokhlis, MT

NIP. 196803041992031003

Padang, 30 Juli 2025

Kemah Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan



Darwel, SKM, M.Epid

NIP. 198009142006041012

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

"Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada  
Pedagang Kaki Lima Di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang"

Disusun Oleh

VIONA RAHMANDA

NIM. 211210587

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 9 Juli 2025

### SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,

Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes

NIP. 196206201986031003

Anggota,

Darwel, SKM, M.Epid

NIP. 198009142006041012

Anggota,

Miladi Fitra, SKM, MKM

NIP. 198107152008121001

Anggota,

Mukhlis, MT

NIP. 196803041992031003

Padang, 30 Juli 2025

Ketua Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan

Darwel, SKM, M.Epid

NIP. 198009142006041012



### PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama Lengkap : Viona Rahmanda  
NIM : 211210587  
Tempat/Tanggal Lahir : Muar, Paiti/ 04 Maret 2003  
Tahun Masuk : 2021  
Nama PA : Mubidi Fira, SKM, MKM, M.UEHA  
Nama Pembimbing Utama : Mubidi Fitra, SKM, MKM, UEA  
Nama Pembimbing Pendamping : Mukhlis, MT

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan hasil Karya Ilmiah saya, yang berjudul : "Analisis Risiko-Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Kaki Lima di Jalan Pasar Baru Kecamatan Pabrik Kota Padang Tahun 2023".

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya pelanggaran (plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi akademik.

Demiikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, 30 Juli 2025

Yang Menyatakan



(Viona Rahmanda)

211210587

### PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya penulis sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah penulis nyatakan dengan benar

Nama : VIONA RAHMANDA

NIM : 211210537

Tanda Tangan



(VIONA RAHMANDA)  
211210537

Tanggal:

30 Juli 2025

## HALAMAN PENYERAILAN SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai syarat akademik Kemendes Poltekkes Padang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

|               |                                     |
|---------------|-------------------------------------|
| Nama          | Viona Rahmunda                      |
| NIM           | 211210587                           |
| Program Studi | Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan |
| Jurusan       | Kesehatan Lingkungan                |

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyangkut untuk memberikan kepada kemendes poltekkes padang **Hak Bebas Royalti Nonekklusif (Non-exclusive Royalty-free Right)** atas Skripsi saya yang berjudul

Analisa Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedang Kaki Lima di Jalan Pasar Baru Kecamatan Pasar Kota Padang Tahun 2025

Berserta berangkat yang ada bila dipublikasi. Dengan Hak Bebas Royalti Nonekklusif ini Kemendes Poltekkes Padang berhak menyimpan, mengali media/formasi lain, mengelola dalam bentuk publikasi data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Di kota Padang

Pada Tanggal 30 Juli 2025

Yang Menyatakan



(Viona Rahmunda)

## **Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan, Skripsi, Juli 2025**

**Viona Rahmanda**

### **Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Kaki Lima di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang Tahun 2025**

#### **ABSTRAK**

Peningkatan aktivitas kendaraan bermotor di kawasan perkotaan menyebabkan tingginya emisi gas karbon monoksida (CO), yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Salah satu kelompok yang rentan terhadap paparan ini adalah pedagang kaki lima (PKL) yang beraktivitas di tepi jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan akibat paparan CO pada PKL di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang.

Penelitian ini menggunakan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dengan desain deskriptif kuantitatif. Sampel terdiri dari 37 PKL yang dipilih menggunakan teknik *accidental sampling*. Data primer diperoleh melalui pengukuran konsentrasi CO menggunakan alat *midget impinger* dan pengisian kuesioner untuk mengetahui karakteristik antropometri dan pola aktivitas responden. Perhitungan risiko dilakukan berdasarkan tahapan ARKL.

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi CO berkisar antara 211,665–237,514  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nilai *intake realtime* yang diterima responden adalah 0,0015 mg/kg/hari (rata-rata), sedangkan proyeksi *intake lifetime* 30 tahun mencapai 0,032 mg/kg/hari. Dengan nilai RfC sebesar 0,0125 mg/kg/hari, semua responden memiliki nilai RQ *realtime* < 1 (tidak berisiko), namun 95% responden berisiko pada pajanan *lifetime* 30 tahun ( $\text{RQ} \geq 1$ ). Sehingga perlu dilakukan pengelolaan risiko.

Disimpulkan bahwa meskipun tidak ada risiko jangka pendek, paparan jangka panjang CO menimbulkan risiko kesehatan signifikan pada 20-30 tahun mendatang. Perhitungan pengelolaan risiko menunjukkan batas waktu pajanan aman hanya 3,7 jam/hari, jauh di bawah durasi kerja aktual. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan risiko melalui penanaman tanaman penyerap polutan, promosi penggunaan alat pelindung diri (masker), serta sosialisasi bahaya kesehatan jangka panjang dari instansi terkait untuk mencegah dampak serius di masa depan.

**xv + 68 halaman, 11 tabel, 4 gambar, 12 lampiran**

**Daftar Pustaka : 25 (2005-2025)**

**Kata Kunci : Karbon monoksida (CO), pedagang kaki lima, pajanan CO**



**Bachelor of Applied Environmental Sanitation Study Program Thesis, July 2025**

**Viona Rahmanda**

**Environmental Health Risk Analysis of carbon Monoxide (CO) Among Street Vendors in Pasar Baru Street, Pauh District, Padang City, 2025**

**ABSTRACT**

Increased motor vehicle activity in urban areas causes high carbon monoxide (CO) emissions, potentially leading to health problems. One vulnerable group is street vendors (PKL) operating on *roadsides*. This study aims to analyze the environmental health risks of CO exposure among street vendors on

Jalan Pasar Baru, Pauh District, Padang City.

This research employed an Environmental Health Risk Assessment (EHRA) approach with a descriptive quantitative design. The sample consisted of 37 street vendors selected via accidental sampling. Primary data were collected through CO concentration measurements using a midjet impinger and questionnaires to determine anthropometric characteristics and activity patterns. Risk was calculated based on EHRA stages.

Results showed CO concentrations ranged from 211.665–237.514  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . The average realtime intake was 0.0015 mg/kg/day, while the projected 30-year lifetime intake reached 0.032 mg/kg/day. With a Reference Concentration (RfC) of 0.0125 mg/kg/day, all respondents had a realtime Risk Quotient (RQ)  $< 1$  (no risk), but 95% were at risk for 30-year lifetime exposure (RQ  $\geq 1$ ), necessitating risk management.

It is concluded that while no short-term risk exists, long-term CO exposure poses a significant health risk in the next 20-30 years. Risk management calculations indicate a safe exposure limit of only 3,7 hours/day, far below the actual work duration. Therefore, risk management is required through greening with pollution-absorbing plants, promoting personal protective equipment (masks), and outreach on long-term health hazards from relevant agencies to prevent serious future impacts

**xv + 68 pages, 11 tables, 4 figures, 12 appendices**

**References : 25 (2005-2025)**

**Keywords : Carbon Monoxide (CO), street vendors, CO exposure**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Kaki Lima di Jalan Pasar baru, Cupak Tengah, Kecamatan Pauh, Kota Padang. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan pada Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang. Skripsi ini terwujud atas bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Renidayati, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa selaku Direktur Kemenkes Poltekkes Padang.
2. Bapak Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan.
3. Bapak Darwel, SKM, M.Epid selaku Ketua Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan.
4. Bapak Miladil Fitra, SKM, MKM, CEIA selaku pembimbing utama dan Bapak Mukhlis, MT selaku pembimbing pendamping.
5. Bapak Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes selaku ketua dewan penguji dan Bapak Darwel, SKM, M.Epid selaku penguji 1.
6. Orang tua yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral kepada saya. Saya persembahkan karya sederhana ini sebagai hadiah kecil, sebagai tanda bakti, dan sebagai awal dari janji untuk membuat Mama dan Papa bangga disamping beberapa prestasi kecil lainnya yang pernah saya dapatkan selama berkuliah ini. Jika saya pernah berdiri di atas panggung sebagai juara, itu karena saya berdiri di atas bahu kalian yang kokoh. Jika nama saya pernah disebut sebagai yang terbaik, itu karena gema doa kalian yang sampai ke langit dan menjadi motivasi terbesar saya untuk melihat binar bangga di mata orang tua saya.

7. Abang dan adik perempuan saya, atas dukungan material dan pengalaman masa lalu yang membuat saya mampu menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah menciptakan masa lalu yang *memorable* walaupun tidak begitu hangat, yang memorinya selalu menjadi alasan saya mampu melanjutkan hingga menyelesaikan skripsi ini. Mengingat bagaimana kita saling menjaga, mendukung satu sama lain di masa kecil memberi saya kekuatan untuk terus melangkah maju. Semoga kenangan masa lalu ini bisa kita tambah dengan pengalaman hangat lainnya dimasa depan.
8. Sahabat yang saya temukan di bangku perkuliahan, Farajihan Mayalibit, orang yang baru saya temui dan kenali di tahun 2021 lalu harus terpisah kembali di tahun 2025. Terimakasih telah menemani saya selama 4 tahun perkuliahan, waktu yang sangat berharga bagi saya memiliki seseorang yang selalu ada untuk mendengarkan, menemani, membantu dan memberi dukungan penuh. Terimakasih atas tawa yang menguatkan, bahu yang selalu siap menampung lelah, serta semangat yang tidak pernah padam untuk saling mendo'akan dan menguatkan agar tetap bertahan. Setiap do'a yang dimohonkan dalam sujud ditengah malam, setiap kata semangat dalam tetesan air mata menyerah, dan setiap perayaan dalam semua pencapaian. Terimakasih telah menjadi keluarga yang saya pilih dengan hati dan membuat perjalanan kuliah ini terasa penuh warna dan bermakna. Sampai jumpa di kesuksesan dimasa depan, semoga selalu ada orang-orang baik yang akan membalas semua kebaikan yang pernah diberikan.
9. Sahabat surga, 7 orang manusia dari berbagai latar daerah dan keluarga. Terimakasih saya ucapkan karena sudah menjadi sahabat seperjuangan yang tidak meninggalkan saya dalam 4 tahun perkuliahan ini. Kalian adalah perwujudan dari do'a orang tua saya agar saya dikelilingi teman-teman dan sahabat yang tidak pernah meninggalkan Allah, tidak pernah meninggalkan dan saling membantu satu sama lain. Sebuah keberuntungan bagi saya untuk memiliki sahabat seperti kalian, begitupula bagi orang lain yang menginginkan persahabatan seperti kita. Terimakasih sudah merayakan setiap pencapaian, mengingat dan mendoakan setiap bertambahnya usia,

mendukung langkah besar yang diambil dan memberikan semangat dikala kesusahan maupun kesedihan. Saya do'akan kalian sukses dan mendapat kebahagiaan dimasa depan, dimanapun kalian berada. Jagalah persahabatan ini hingga benar-benar sampai ke surga.

Akhir kata, penulis berharap berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Padang, Juli 2025

Viona Rahmanda

## DAFTAR ISI

|                                                       | Halaman     |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN SKRIPSI.....</b>                           | <b>i</b>    |
| <b>PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>                   | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                       | <b>iii</b>  |
| <b>PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....</b>                 | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>          | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PENYERAHAN SKRIPSI .....</b>               | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                  | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                            | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                             | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                            | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                          | <b>xv</b>   |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b>                          |             |
| A. Latar Belakang .....                               | 1           |
| B. Rumusan Masalah .....                              | 5           |
| C. Tujuan Penelitian.....                             | 6           |
| D. Ruang Lingkup.....                                 | 6           |
| E. Manfaat Penelitian .....                           | 6           |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                    |             |
| A. Karbon Monoksida (CO).....                         | 8           |
| B. Langkah-langkah Pemeriksaan Karbon Monoksida ..... | 11          |
| C. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan .....         | 14          |
| D. Kerangka Teori .....                               | 27          |
| E. Alur Penelitian .....                              | 28          |
| F. Definisi Operasional.....                          | 29          |
| <br><b>BAB III METODE PENELITIAN</b>                  |             |
| A. Jenis dan Desain Penelitian .....                  | 32          |
| B. Waktu dan Tempat.....                              | 32          |
| C. Populasi dan Sampel .....                          | 32          |
| D. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data .....            | 36          |
| E. Pengolahan Data.....                               | 36          |
| F. Analisis Data .....                                | 36          |
| <br><b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                |             |
| A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....              | 37          |
| B. Hasil Penelitian .....                             | 37          |
| C. Pembahasan.....                                    | 47          |
| <br><b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>                 |             |
| A. Kesimpulan .....                                   | 63          |
| B. Saran.....                                         | 64          |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                            | <b>66</b>   |
| <b>LAMPIRAN</b>                                       |             |



## DAFTAR TABEL

|                                                                               | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2. 1 Faktor Emisi Parameter CO Kualitas Udara .....                     | 8       |
| Tabel 2. 2 Alternatif pengelolaan risiko dan penggunaannya .....              | 21      |
| Tabel 2. 3 Definisi Operasional.....                                          | 29      |
| Tabel 3. 1 Jarak Pengambilan Titik Sampel .....                               | 34      |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO).....        | 38      |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran dilokasi Penelitian.....                          | 39      |
| Tabel 4. 3 Data Gangguan Kesehatan .....                                      | 40      |
| Tabel 4. 4 Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas pedagang Kaki Lima.. | 41      |
| Tabel 4. 5 Intake Realtime dan Intake Lifetime Pada Pedagang Kaki Lima .....  | 42      |
| Tabel 4. 6 Karakterisasi Risiko Gas Karbon Monoksida (CO) .....               | 44      |
| Tabel 4. 7 Jenis Tanaman Yang Dapat Mereduksi CO .....                        | 59      |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2. 1 Peta Pedoman atau Acuan Dalam Menentukan Lokasi Pemantauan<br>Kualitas Udara <i>Roadside</i> ..... | 12      |
| Gambar 3. 1 Kerangka Teori .....                                                                               | 27      |
| Gambar 3. 2 Alur Penelitian .....                                                                              | 28      |
| Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel .....                                                                     | 333     |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 2 Master Tabel Data Responden
- Lampiran 3 Master Tabel Paparan CO Per Titik Sampel
- Lampiran 4 Master Tabel Paparan CO dengan Nilai CO Rata-rata
- Lampiran 5 Master Tabel Paparan CO dengan Nilai CO Maksimum
- Lampiran 6 Master Tabel Paparan CO dengan Nilai CO Minimum
- Lampiran 7 Perhitungan Konsentrasi CO
- Lampiran 8 Tabel Karakteristik Antropometri dan Pola Paparan
- Lampiran 9 Tabel Nilai Intake Responden
- Lampiran 10 Tabel Nilai RQ Responden
- Lampiran 11 Hasil Cek Turnitin
- Lampiran 12 Kuesioner Penelitian

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Kualitas udara ambien, yang merupakan atmosfer bebas di lapisan troposfer dalam yurisdiksi Indonesia, bersifat sangat dinamis dan memegang peranan krusial bagi keberlangsungan ekosistem.<sup>1</sup> Keseimbangan komposisi udara ini rentan mengalami perubahan akibat interaksi kompleks antara agen polutan dengan faktor-faktor meteorologis seperti arah angin, suhu, dan intensitas cahaya matahari.<sup>2</sup> Sebuah kondisi dapat dikategorikan sebagai pencemaran udara ketika terjadi pergeseran komposisi dari keadaan normalnya hingga pada tingkat yang berpotensi mengganggu atau membahayakan kesehatan manusia serta kelangsungan hidup flora dan fauna.<sup>3</sup>

Pencemaran udara sekarang ini terutama di kota-kota besar di Indonesia, sudah sampai pada tingkat yang sangat mengkhawatirkan. Peningkatan emisi polutan ke atmosfer sebagian besar didorong oleh aktivitas manusia, terutama di kawasan urban, di mana sektor transportasi dan industri menjadi sumber utama pencemaran di samping kegiatan perkantoran dan perumahan. Dampak dari pencemaran udara tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas udara, yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.<sup>4</sup>

Polutan pencemar udara digolongkan sebagai polutan sekunder dan primer. Polutan primer adalah polutan-polutan yang diemisikan langsung dari sumbernya, baik dari sumber alamiah maupun kegiatan-kegiatan manusia seperti penggunaan kendaraan bermotor. Contoh dari polutan primer adalah CO, SO, CI, dan debu.<sup>2</sup> Kendaraan bermotor sendiri merupakan salah satu sumber dari pencemaran udara yang menghasilkan emisi CO. Sebagai polutan yang tidak memiliki warna, bau, maupun rasa, gas ini ditemukan di dalam dan luar ruangan. Karbon monoksida terbentuk ketika karbon dalam bahan bakar tidak terbakar sempurna. Karbon monoksida dihasilkan dari sumber buatan manusia dan sumber alami. Sumber karbon monoksida buatan manusia yang paling penting berasal dari knalpot kendaraan.<sup>5</sup>

Standar kualitas udara ambien untuk karbon monoksida (CO) di Indonesia, menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, menetapkan batas maksimal  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  untuk pengukuran selama 1 jam dan dalam 8 jam adalah  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>1</sup> Faktor emisi parameter kualitas udara CO berdasarkan jenis kegiatan pada mobil bensin sebesar 462.63 gram/liter bensin, pada kendaraan niaga solar sebesar 35.57 gram/liter bensin, dan pada sepeda motor bensin sebesar 427.05 gram/liter bensin. Faktor Emisi (emission factor ) menunjukkan perkiraan jumlah polutan yang akan diemisikan oleh tiap unit komponen kegiatan dari suatu sumber emisi. Nilai Faktor Emisi banyak digunakan sebagai dasar perhitungan laju emisi dengan menggunakan rumus berikut:  $Q = EF \times A \times (1 - ER/100)$ . Q (emission rate atau laju emisi) adalah jumlah polutan yang diemisikan per satuan waktu; EF (emission factor ) atau faktor emisi; A (rate of activity ) adalah intensitas kegiatan per satuan waktu; dan ER (emission reduction efficiency, dalam %) adalah efisiensi pengurangan polutan dari sistem pengendali emisi yang digunakan.<sup>2</sup>

Peningkatan jumlah penduduk merupakan salah satu faktor utama alasan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang tahun 2023 menyebutkan bahwa Kota Padang memiliki jumlah penduduk sebanyak 942,9 ribu jiwa. Peningkatan jumlah penduduk Kota Padang setiap tahunnya mengakibatkan peningkatan jumlah kendaraan mulai dari bus, truk, taksi, oplet/ mikrolet, mobil dinas/ pribadi, dan sepeda motor. Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang tahun 2024 menyebutkan bahwa jumlah kendaraan di Kota Padang memiliki peningkatan jumlah setiap tahunnya yaitu pada tahun 2020 jumlah kendaraan sebanyak 356.359, pada tahun 2021 sebanyak 477.499, dan pada tahun 2022 sebanyak 496.662.<sup>6</sup>

Meningkatnya jumlah penduduk yang sebanding dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor, maka jumlah kendaraan bermotor yang turun ke jalan semakin banyak. Peningkatan jumlah kendaraan ini tidak jarang menyebabkan kemacetan di banyak ruas jalan, tak terkecuali di Jalan Pasar Baru, Cupak tangah, Kota Padang terutama pada jam-jam sibuk di pagi dan sore hari.

Menurunnya kualitas udara akibat polusi secara langsung memberikan dampak merugikan bagi kesehatan populasi manusia.<sup>4</sup> Ketika terhirup, gas CO dengan cepat diserap oleh aliran darah dan didistribusikan ke organ-organ vital seperti otak dan jantung. Afinitasnya yang tinggi terhadap hemoglobin mengganggu transportasi oksigen dalam tubuh, yang dapat memicu masalah kardiovaskular. Menghirup karbon monoksida dalam kadar tinggi dapat menjadi mematikan. Menghirup karbon monoksida dalam kadar rendah dapat membahayakan jantung dan otak secara permanen. Karbon monoksida dapat menjadi lebih berbahaya jika terhirup oleh manusia yang memiliki penyakit jantung atau paru-paru.<sup>5</sup>

Gas karbon monoksida adalah penyebab utama kematian akibat keracunan di Amerika Serikat dan menyumbang lebih dari separuh kematian akibat keracunan lainnya di seluruh dunia. Di Amerika Serikat, sekitar 40.000 kunjungan gawat darurat per tahun terkait dengan keracunan CO, dengan angka kematian tahunan sekitar 500-600, terjadi pada 1990-an.<sup>7</sup> Sebagian besar kasus pencemaran udara diperkotaan 70% diantaranya disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor<sup>8</sup>

Adanya risiko kesehatan akibat paparan CO pada kelompok pekerja informal seperti pedagang pasar telah dibuktikan dalam penelitian Lestari et al. di Malang, yang menemukan nilai RQ rata-rata melebihi batas aman (1,337 mg/kg/hari). Temuan ini menggarisbawahi pentingnya melakukan analisis serupa pada populasi pedagang kaki lima di lokasi lain, termasuk di Kota Padang, yang memiliki karakteristik serupa.<sup>9</sup>

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengonfirmasi keberadaan paparan karbon monoksida (CO) di berbagai kawasan komersial di Kota Padang. Sebagai contoh, studi yang dilakukan oleh Haptiah di Jalan Samudera pada tahun 2019 mencatat konsentrasi CO berada pada rentang 40,392  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  hingga 42,349  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .<sup>10</sup> Setahun sebelumnya, penelitian oleh Okta Risa di Jalan M. Yamin juga mengidentifikasi paparan CO dengan konsentrasi antara 32,85  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  hingga 39,21  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , dengan estimasi nilai asupan (*intake*) seumur hidup mencapai 0,00473 mg/kg/hari.<sup>10</sup> Kumpulan data ini secara kolektif menunjukkan bahwa paparan CO merupakan isu kesehatan lingkungan yang persisten di area dengan

aktivitas lalu lintas tinggi di Kota Padang, sehingga memperkuat justifikasi untuk melakukan investigasi serupa di lokasi penelitian saat ini.

Data pemantauan kualitas udara ambien gas CO pada tahun 2024 yang dilakukan pada 10 lokasi di Kota Padang memiliki rata-rata konsentrasi gas CO  $1.935 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi baku mutu gas CO dengan pengukuran selama 1 jam yaitu  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Perbandingan antara kadar rata-rata CO di 10 lokasi pengukuran yang didapat dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Padang dengan Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023, maka disimpulkan kadar rata-rata CO pada beberapa lokasi tersebut belum melampaui baku mutu. Namun, jika manusia terus terpapar oleh gas karbon monoksida dalam jangka waktu tertentu, maka dapat menimbulkan dampak buruk pada kesehatan manusia dikemudian hari.<sup>5</sup>

Kawasan di sepanjang trotoar Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kota Padang merupakan lokasi dengan aktivitas ekonomi informal yang signifikan. Pada area sepanjang  $\pm 180$  meter ini, terdapat sekitar 60 pedagang kaki lima (PKL) yang mengelola  $\pm 40$  lapak setiap harinya. Aktivitas perdagangan ini berlangsung secara rutin pada sore hingga malam hari, dengan durasi operasional rata-rata 6-7 jam per hari, umumnya dimulai dari pukul 16.00 hingga 22.00 WIB. Konsentrasi aktivitas PKL dan pembeli ini seringkali menimbulkan kepadatan lalu lintas dan kemacetan di ruas jalan tersebut, terutama pada jam sibuk di sore hari, yang pada akhirnya meningkatkan volume emisi kendaraan di lokasi tersebut.

Begitupun halnya yang terjadi di sepanjang Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kecamatan Pauh, Kota Padang. Raminya jumlah kendaraan di sepanjang ruas jalan tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya terdapat kampus disekitar lokasi sehingga ruas jalan tersebut merupakan jalur utama yang digunakan oleh pengendara pada kampus tersebut.

Salah satu sumber utama gas karbon monoksida (CO) di lingkungan perkotaan adalah emisi dari kendaraan bermotor. Oleh karena itu, volume lalu lintas di suatu area memiliki korelasi langsung dengan potensi konsentrasi CO di udara ambien. Untuk memberikan gambaran mengenai kepadatan lalu lintas di sekitar lokasi penelitian, sebuah studi yang pernah dilakukan oleh Burhan Muslim



menemukan fakta yang relevan. Penelitian tersebut mencatat bahwa rerata jumlah kendaraan bermotor yang melintas di Jalan Pasar Bandar Buat, yang merupakan salah satu jalan utama di dekat Jalan Pasar Baru, mencapai 3.384 kendaraan/jam pada hari kerja dan puncaknya pada 4.080 kendaraan/jam di hari libur. Volume kendaraan yang sangat tinggi ini mengindikasikan adanya potensi emisi gas CO dalam jumlah besar dan berkelanjutan di kawasan tersebut. Kondisi inilah yang mendasari urgensi dilakukannya analisis risiko kesehatan lingkungan akibat paparan gas CO, khususnya bagi populasi rentan seperti pedagang dan masyarakat yang beraktivitas di sekitar Jalan Pasar Baru.

Selama ini belum pernah dilakukan penelitian yang mengukur besarnya paparan karbon monoksida pada pedagang kaki lima di sepanjang Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kota Padang. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pendekatan analisis kesehatan lingkungan yang dapat digunakan untuk mengukur dan mengetahui besar paparan CO di tubuh pedagang. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan dalam mengukur besaran risiko kesehatan pada pedagang kaki lima di sepanjang Jalan pasar Baru, Cupak Tengah, Kota Padang adalah dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang analisis risiko kesehatan lingkungan pajanan gas karbon monoksida (CO) pada pedagang kaki lima di Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan informasi latar belakang yang diberikan di atas, masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai bagaimana menilai bahaya kesehatan lingkungan dari paparan gas karbon monoksida (CO) pada pedagang kaki lima di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025 ?.

### C. Tujuan Penelitian

#### 1. Tujuan Umum

Mengetahui analisis risiko kesehatan lingkungan pajanan gas karbon monoksida (CO) pada PKL di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025

#### 2. Tujuan Khusus

- a. Diketuainya identifikasi bahaya dari gas karbon monoksida pada PKL di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025
- b. Diketuainya analisis dosis respon (RfC) dari gas karbon monoksida pada PKL di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025
- c. Diketuainya analisis pajanan (*intake*) dari gas karbon monoksida pada PKL di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025
- d. Diketuainya karakterisasi risiko/tingkat risiko (RQ) dari gas karbon monoksida pada PKL di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025
- e. Diketuainya pengelolaan risiko dan komunikasi risiko dari gas karbon monoksida pada PKL di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025 (apabila  $RQ > 1$ )

### D. Ruang Lingkup

Penelitian ini mencakup PKL yang berjualan dikawasan trotoar BRI Corporate University yang berjumlah 37 orang dan dipilih secara *accidental sampling*. Sampel udara diambil pada 4 titik disekitar kawasan penelitian.

### E. Manfaat Penelitian

#### 1. Bagi Pedagang

Temuan dari penelitian ini harapannya bisa menjadi bahan masukan bagi pedagang tentang kondisi lingkungan dan pencemaran udara terutama yang disebabkan oleh Karbon Monoksida (CO) di udara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

2. Bagi Institusi Terkait

Temuan dari penelitian ini harapannya bisa menjadi bahan masukan untuk instansi terkait dalam melakukan upaya penyehatan udara pada ruas jalan kota yang padat kendaraan bermotor seperti Dinas Lingkungan Hidup.

3. Bagi Peneliti

Temuan dari penelitian ini harapannya bisa menjadi bahan acuan dan juga informasi untuk peneliti selanjutnya mengenai risiko kesehatan akibat pajanan CO pada pedagang kaki lima dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Karbon Monoksida (CO)

#### 1. Sumber Karbon Monoksida

Karbon monoksida adalah gas yang tidak berwarna, tidak mengiritasi, tidak berbau, dan tidak berasa. Gas ini ditemukan di dalam dan luar ruangan. Karbon monoksida terbentuk ketika karbon dalam bahan bakar tidak terbakar sempurna. Sumber Karbon Monoksida di atmosfer dihasilkan dari sumber kegiatan manusia dan sumber alami. Sumber karbon monoksida buatan manusia yang paling penting berasal dari knalpot kendaraan. Di dalam ruangan, peralatan gas yang tidak disetel dengan benar, seperti tungku, kompor kayu, dan perapian adalah sumber potensial karbon monoksida. Sumber alami Karbon Monoksida juga berasal dari pembakaran kayu/gunung berapi/kebakaran hutan. Pada industri, Karbon Monoksida dapat digunakan untuk mensintesis banyak senyawa seperti anhidrida asetat, polikarbonat, asam asetat, dan poliketon.<sup>5</sup>

Faktor Emisi (*emission factor*) menunjukkan perkiraan jumlah polutan yang akan diemisikan oleh tiap unit komponen kegiatan dari suatu sumber emisi. Nilai Faktor Emisi ditampilkan dalam satuan berat polutan per unit berat, volume, jarak, atau durasi dari komponen kegiatan yang mengemisikan polutan tersebut.<sup>2</sup> Nilai Faktor Emisi Karbon Monoksida dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2. 1 Faktor Emisi Parameter CO Kualitas Udara<sup>2</sup>

| Jenis Kegiatan        | Faktor Emisi CO                |
|-----------------------|--------------------------------|
| Pembakaran Batu Bara  | 0,3 kg/ton antrasit            |
| Tanur Pabrik Semen    | 1,85 kg/ton produk semen       |
| Pembakaran LPG        | 1,8 kg/10 <sup>3</sup> gal LPG |
| Mobil Bensin          | 462,63 gram/liter bensin       |
| Kendaraan Niaga Solar | 35,57 gram/liter solar         |
| Sepeda Motor Bensin   | 427,05 gram/liter bensin       |

*Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup*

Penyebaran gas CO di udara sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Untuk daerah perkotaan yang banyak akan kegiatan sector industri dan lalu

lintasnya padat, udaranya sudah dapat dipastikan banyak mengandung CO. Sedangkan untuk daerah pedesaan, cemaran gas CO relatif masih sedikit.<sup>11</sup>

## **2. Dampak Karbon Monoksida Terhadap Kesehatan**

Salah satu efek toksik CO adalah kemampuannya berikatan dengan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin (COHb), yang dapat mengurangi kapasitas darah mengangkut oksigen ke jaringan tubuh. Meskipun paparan jangka pendek pada konsentrasi rendah mungkin tidak menimbulkan gejala langsung, paparan kronik pada konsentrasi rendah dapat meningkatkan risiko gangguan fungsi jantung, bahkan pada individu sehat.<sup>5</sup>

Evaluasi terhadap potensi paparan karbon monoksida untuk menghasilkan aritmia jantung yang disebabkan oleh latihan yang serupa dengan yang diamati pada pasien dengan penyakit arteri koroner (yaitu, depresi segmen ST dan kontraksi ventrikel prematur) telah menghasilkan hasil negatif pada kadar COHb darah hingga 5,1%, meskipun potensi aritmia jantung yang disebabkan oleh karbon monoksida selama tantangan latihan tidak dievaluasi pada kadar COHb darah yang lebih tinggi. Pada subjek (termasuk perokok dan bukan perokok) yang terpapar terus-menerus selama 7 hari dan dievaluasi saat istirahat, EKG menunjukkan beberapa deviasi gelombang P (inversi gelombang P, peningkatan amplitudo, penurunan amplitudo, dan perubahan arah gelombang P) pada 3/15 subjek yang terpapar karbon monoksida 15 ppm (COHb 2,4%) dan pada 6/15 subjek yang terpapar karbon monoksida 50 ppm (COHb 5,1%), dibandingkan dengan 0/14 pada subjek yang terpapar udara ruangan.<sup>5</sup>

Penelitian lain yang mengevaluasi efek paparan tunggal karbon monoksida selama 1 jam atau paparan singkat berulang terhadap karbon monoksida (kira-kira sekali setiap 45 menit untuk mensimulasikan merokok; pada fungsi kardiovaskular (tekanan darah, detak jantung, aliran darah lengan bawah) dalam kondisi istirahat tidak menunjukkan efek pada kadar COHb darah hingga 8,3%.<sup>5</sup>

Sebagai kesimpulan, hasil studi klinis terkontrol pada pasien dengan penyakit kardiovaskular memberikan bukti kuat bahwa paparan durasi akut terhadap karbon monoksida yang mengakibatkan kadar COHb 2,4– 5,8% memperburuk morbiditas kardiovaskular (iskemia miokard dan aritmia jantung).

Efek pada kadar COHb darah yang lebih rendah belum dievaluasi. Namun, perlu dicatat bahwa pasien dengan penyakit kardiovaskular yang lebih parah mungkin lebih sensitif daripada pasien yang dievaluasi dalam studi klinis ini.<sup>5</sup>

Pada subjek yang sehat, paparan akut terhadap karbon monoksida pada konsentrasi yang menghasilkan kadar COHb darah sebesar 3,35 dan 20,5% mengakibatkan respons kardiovaskular kompensasi dan penurunan kinerja latihan yang konsisten dengan penurunan kapasitas pembawa O<sub>2</sub> darah yang disebabkan oleh COHb. Paparan berkelanjutan terhadap subjek sehat, termasuk perokok, terhadap karbon monoksida yang mengakibatkan kadar COHb dalam darah sebesar 2,4 dan 5,1% menghasilkan deviasi gelombang P dalam kondisi istirahat.

Karbon monoksida ada di lingkungan sebagai gas (konstanta hukum Henry >50.000 atm/mol fraksi, 25 °C). Akibatnya, manusia dapat terpapar karbon monoksida dari pernapasan dan/atau kontak dengan karbon monoksida di udara. Keracunan karbon monoksida akut sebagian besar disebabkan oleh hipoksia jaringan. Tanda dan gejala toksisitas karbon monoksida, berdasarkan tingkat keparahannya, meliputi: (1) sakit kepala, mual, pelebaran pembuluh darah kulit, muntah, pusing, dan penglihatan kabur; (2) kebingungan, sinkop, nyeri dada, dispnea, kelemahan, takikardia, dan takipnea rhabdomyolysis; dan (3) jantung berdebar, disritmia jantung, hipotensi, iskemia miokard, henti jantung, henti napas, edema paru, kejang, dan koma.<sup>5</sup>

Gejala keracunan akibat gas karbon monoksida didahului dengan sakit kepala, mual, muntah, rasa lelah, berkeringat banyak, pernafasan meningkat, kebingungan, gangguan penglihatan, hipotensi, takikardi, kehilangan kesadaran dan sakit dada mendadak.<sup>12</sup>

Kematian kemungkinan disebabkan karena sukar bernafas dan edema paru. Kematian akibat sukar bernafas disebabkan oleh kurangnya oksigen pada tingkat seluler (seluler hypoxia). Sel darah tidak hanya mengikat oksigen karena mempunyai ikatan lebih kuat terhadap karbon monoksida dari pada oksigen. Sehingga kalau terdapat CO dan O<sub>2</sub>, sel darah merah akan cenderung berikatan dengan karbon monoksida. Karbon monoksida tidak mengiritasi tetapi sangat

berbahaya (beracun) maka gas CO dijuluki sebagai “silent killer” atau pembunuh diam-diam.

Keberadaan gas CO dapat sangat berbahaya apabila terhirup oleh manusia karena akan menggantikan posisi oksigen ( $O_2$ ) untuk berikatan dengan haemoglobin dalam sel darah merah.<sup>12</sup> Pembuangan asap mobil mengandung 9% karbon monoksida. Pada daerah macet, tingkat bahayanya cukup tinggi terhadap kasus keracunan. Berdasarkan data, total estimasi polutan karbon monoksida (CO) dari seluruh aktivitas manusia adalah sekitar 686,864 ton per- tahun atau 48,6 persen dari jumlah emisi lima polutan lain. Penyebab dari pencemaran udara itu sendiri sekitar 80% berasal dari sektor transportasi, dan 20% dari sektor industri serta limbah domestik. Sedangkan emisi karbon akibat deforestasi dan degradasi hutan sebesar 20 persen. Dengan kondisi penduduk negara Indonesia sangat padat, perencanaan pola transportasi kurang memadai, jumlah kemacetan tinggi, serta ditambah volume jumlah kendaraan di Indonesia terus meningkat, secara langsung akan mempengaruhi besarnya emisi unsur-unsur pencemar akibat kendaraan bermotor. Sumber polutan udara terbesar adalah dari kendaraan bermotor. Kurang lebih 13-44% debu, 71-89% hidrokarbon, 100% timbal dan 34-73% oksida nitrogen ( $NO_x$ ) di udara kota Jakarta dan Surabaya berasal dari kendaraan bermotor.<sup>12</sup>

## **B. Langkah-langkah Pemeriksaan Karbon Monoksida**

### **1. Cara Penentuan Lokasi<sup>13</sup>**

#### **1.1 Prinsip**

Pemilihan lokasi dan penentuan titik pengambilan contoh uji, harus mewakili daerah yang sedang dipantau, sehingga data hasil pengukuran yang diperoleh menggambarkan kondisi kualitas udara di daerah itu.

#### **1.2 Persyaratan penempatan alat pengambilan contoh uji**

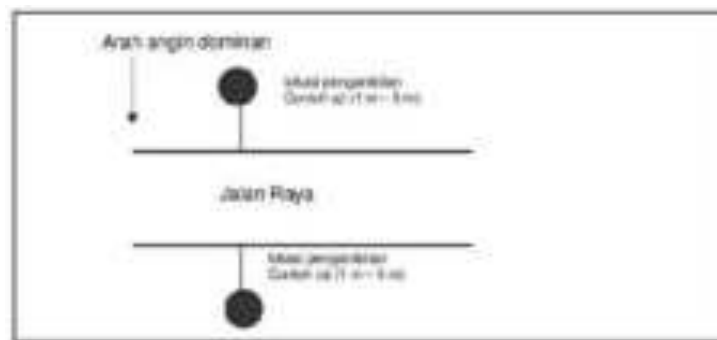
- a) Pilih lokasi pengambilan contoh uji di stasiun *roadside* (tepi jalan raya)
- b) Tempatkan alat pengambil contoh uji yang alirannya bebas.
- c) Tempatkan alat pengambil contoh uji pada lokasi yang tidak terpengaruh oleh peristiwa adsorpsi maupun absorpsi.

- d) Tempatkan alat pengambil contoh uji di tempat yang aman yang bebas dari pengganggu fisika.
- e) Hindari daerah yang rawan kerusakan, bencana alam seperti banjir.
- f) Perhatikan tipe jalan (lebar, sempit, canyon atau jalan tol, demikian juga persimpangan jalan, perhentian kendaraan)

### 1.3 Langkah-langkah pengambilan contoh uji

- a) Tempatkan peralatan pengambil contoh uji pada lokasi yang mempunyai prasarana seperti listrik.
- b) Tempatkan peralatan pengambil contoh uji di daerah terbuka (gedung atau bangunan) yang rendah dan saling berjauhan.
- c) Penempatan peralatan berjarak 1 m sampai dengan 5 m dari pinggir jalan yang akan diambil contoh uji dan pada ketinggian 1,5 m sampai dengan 3 m dari permukaan jalan.
- d) Ukur kepadatan lalu lintas dari jalan yang akan diambil contoh uji kemudian dikategorikan d) kepadatan lalu lintas (kurang 2000, 2000 - 10000 dan lebih dari 10000 kendaraan per hari).

Peta pedoman atau acuan dalam menentukan suatu lokasi pemantauan kualitas udara *roadside*:



Gambar 2. 1 Peta Pedoman atau Acuan Dalam Menentukan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*

## 2. Cara Pengambilan Sampel Udara

### 2.1 Persiapan

- a) Lakukan uji fungsi alat dengan menggunakan aquades sebagai pengganti absorbans.
- b) Siapkan dan set alat pada lokasi pengambilan sampel



## 2.2 Cara Pengoperasian

- Letakkan alat pada titik pengambilan sampel yang sudah ditentukan
- 5 tabung impinger yang telah diisi larutan absorbans ( $\pm 10$  ml) masing-masing dihubungkan dengan tabung impinger yang berisi silikagel menggunakan slang penghubung dari plastik.
- Masing-masing tabung diatur pada alat air gas samper (Vacum pump)
- 5 tabung yang berisikan larutan absorbans masing-masing dihubungkan dengan pompa vacum pada inlet dengan menggunakan slang penghubung dari plastik.

## 2.3 Cara pengambilan sampel

- Kabel power dihubungkan dengan listrik, kemudian pompa vacum dihidupkan dengan mengatur panel ke posisi ON.
- Masing-masing skala flow meter diatur debitnya dan dalam posisi low atau high sesuai dengan aliran udara yang dikehendaki.
- Jika pengambilan sampel telah selesai, matikan alat dengan merubah panel vacum ke posisi OFF.
- Masing-masing tabung impinger yang berisi larutan absorbans dilepas kemudian larutan absorbans dipindahkan ke dalam botol sampel warna gelap/cokelat dan diberi tanda, kemudian disimpan dalam box pendingin tempat sampel.
- Selanjutnya pengujian sampel gas dapat diperiksa di laboratorium dan dianalisa dengan spektrofotometer.

## 2.4 Perhitungan

Kadar gas karbon monoksida (CO) dapat dihitung dengan rumus:<sup>14</sup>

$$\frac{\left(\frac{Y+0,0099}{0,0797}\right) \times \text{Vol larutan akhir (L)} \times \text{suhu (K)} \times 760 \text{ mmHg} \times \text{Berat molekul} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right) \times 10^6}{\text{laju aliran} \left(\frac{\text{L}}{\text{menit}}\right) \times \text{waktu sampling (menit)} \times P \text{ (mmHg)} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)}$$

Keterangan:

- Y : Absorban yang terbaca pada spektrofotometer
- Volume larutan akhir : Volume absorbans pada impinger (L)
- Suhu : Suhu udara ( $^{\circ}$ Kelvin)

|                    |                                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| Berat molekul CO   | : 28,01 (gr/mol)                                         |
| Laju aliran        | : Volume udara atau gas yang melewati impinger (L/menit) |
| Waktu sampling     | : 60 menit                                               |
| P                  | : Tekanan udara (mmHg)                                   |
| 298 <sup>0</sup> K | : Suhu standar ( <sup>0</sup> Kelvin)                    |
| 24,45              | : Volume standar (STP)                                   |

### C. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

#### a. Defenisi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Sebuah proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk juga identifikasi terhadap keberadaan faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik.<sup>15</sup>

#### b. Langkah-langkah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

##### 1) Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam ARKL yang digunakan untuk mengetahui secara spesifik agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bila tubuh terpajan. Sebagai pelengkap dalam identifikasi bahaya dapat ditambahkan gejala – gejala gangguan kesehatan apa yang terkait erat dengan agen risiko yang akan dianalisis. Tahapan ini harus menjawab pertanyaan agen risiko spesifik apa yang berbahaya, di media lingkungan yang mana agen risiko eksisting, seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan, gejala kesehatan apa yang potensial.

##### 2) Analisis Dosis-respon (*Dose-response assessment*)

Melakukan analisis dosis- respons yaitu mencari nilai RfD, dan/atau RfC, dan/atau SF dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL, serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis – respon ini tidak

harus dengan melakukan penelitian percobaan sendiri namun cukup dengan merujuk pada literature yang tersedia. Langkah analisis dosis respon ini dimaksudkan untuk :

- a) Mengetahui jalur pajanan (pathways) dari suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia.
- b) Memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh.
- c) Mengetahui dosis referensi (RfD) atau konsentrasi referensi (RfC) atau slope factor (SF) dari agen risiko tersebut.

Pada analisis risiko untuk jalur pernapasan (inhalasi) dinyatakan dengan *Reference Concentration* (RfC). RfC adalah dosis pajanan dalam harian jenis non karsinogenik yang tidak menimbulkan potensi terhadap kesehatan walaupun pajanannya terjadi dalam seumur hidup. Data dosis acuan pada umumnya dikeluarkan dari *National Ambient Quality Standar* (NAAQS) EPA.

Uraian tentang dosis referensi (RfD), konsentrasi referensi (RfC), dan *slope factor* (SF) adalah sebagai berikut :

- (1) Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut RfD dan RfC adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan SF (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.
- (2) Nilai RfD, RfC, dan SF merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.
- (3) Untuk mengetahui RfC, RfD, dan SF suatu agen risiko dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System* (IRIS) yang bisa diakses di situs [www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris).

- (4) Jika tidak ada RfD, RfC, dan SF maka nilai dapat diturunkan dari dosis eksperimental yang lain seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), MRL (*Minimum Risk Level*), baku mutu udara ambien pada NAAQS (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (Wb, tE, fE, dan Dt).<sup>15</sup>

Menurut Abdur Rahman (2014) dalam buku Prinsip Dasar, Metode, Dan Aplikasi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, analisis dosis-respons dilakukan untuk menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas suatu agen risiko. Terdapat beberapa pendekatan untuk menurunkan nilai referensi ini. Salah satu pendekatan yang dibahas adalah dengan menurunkannya dari baku mutu lingkungan yang telah ada. Nilai RfC dapat dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan asupan (*intake*), dengan asumsi bahwa konsentrasi agen risiko (C) yang digunakan adalah nilai baku mutu yang berlaku. Rumus yang disajikan adalah sebagai berikut:<sup>16</sup>

$$RfC = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Meskipun metode ini dapat digunakan, dalam buku disebutkan keterbatasan pendekatan ini untuk diterapkan di Indonesia, dengan menyatakan bahwa "karena nilai *default* faktor-faktor antropometri pemajanan yang digunakan... tidak jelas (tidak diketahui), RfD dan RfC... belum dapat diturunkan dari peraturan tersebut. Sayangnya, penurunan baku mutu lingkungan belum menggunakan mekanisme RfD atau RfC". Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan utama yang dijelaskan secara rinci dalam buku tersebut. Ditetapkan dengan cara yang sama dengan ADI, yaitu membagi NOAEL atau LOAEL dengan UF (*uncertainty factor*).<sup>16</sup>

Faktor Ketidakpastian atau *Uncertainty Factor* (UF) adalah komponen krusial yang diterapkan untuk menurunkan nilai acuan

kesehatan yang aman, seperti *Reference Concentration* (RfC), dari data toksisitas eksperimental. Prinsipnya adalah membagi nilai titik awal, seperti NOAEL, dengan serangkaian faktor UF untuk memperhitungkan berbagai sumber ketidakpastian dan memastikan nilai acuan tersebut protektif bagi populasi manusia.<sup>17</sup>

Faktor-faktor ketidakpastian standar ini umumnya bernilai 10 dan meliputi faktor untuk ekstrapolasi antarspesies dari hewan ke manusia (UF<sub>a</sub>), variabilitas dalam populasi manusia untuk melindungi kelompok sensitif (UF<sub>h</sub>), dan ekstrapolasi dari studi jangka pendek ke paparan seumur hidup (UF<sub>s</sub>). Selain itu, faktor tambahan dapat diterapkan untuk ketidakpastian penggunaan data LOAEL (UF<sub>l</sub>) dan jika database toksikologi dianggap tidak lengkap (UF<sub>D</sub>). Metodologi dan nilai standar untuk masing-masing faktor ketidakpastian ini dijelaskan secara rinci oleh Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (U.S. EPA, 2002).<sup>17</sup>

Analisis perhitungan RfC dalam penelitian ini dilakukan dengan menurunkan nilai dari dosis eksperimental NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) menurut persamaan berikut ini:

(a) NOAEL CO, didapatkan = 3 ppm yang berasal dari studi inhalasi subkronis (13 minggu) pada tikus dengan paparan 6 jam/hari, 5 hari per minggu dalam profil toksikologi ATSDR (2012) sehingga menjadikannya data yang paling relevan atau dapat diasumsikan setara dengan periode paparan yang dialami oleh responden dalam penelitian ini.<sup>5</sup>

(b) Dikonversi menjadi mg/m<sup>3</sup> karena satuan RfC dinyatakan sebagai milligram (mg) zat per meter kubik (m<sup>3</sup>) udara, disingkat mg/m<sup>3</sup>.<sup>15</sup>

$$\text{mg/m}^3 = 3 \text{ ppm} \times \frac{28,01 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 1.000 \frac{\text{mg}}{\text{gr}}}{24,45 \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}} = 3,435 \text{ mg/m}^3$$

(c) Dilakukan koreksi dengan faktor ketidakpastian (UF) dengan ketentuan UF<sub>A</sub> (interspecies) sebesar 10 untuk mengkompensasi perbedaan antara hewan uji dengan manusia dikarenakan nilai

NOAEL dari studi pada hewan tikus.  $UF_S$  (Subkronik-kronik) sebesar 10 dikarenakan nilai NOAEL hanya dilakukan studi pada tikus selama 13 minggu, sedangkan penelitian ini akan melihat paparan jangka panjang pada responden.<sup>17</sup> Maka nilai UF yang digunakan sebesar  $10(UF_A) \times 10(UF_S) = 100$ .

$$RfC = \frac{NOAEL \left( \frac{mg}{m^3} \right)}{UF} = \frac{3,435 \frac{mg}{m^3}}{100} = 0,03435 \text{ mg/m}^3$$

- (d) Konsentrasi referensi ini dinormalisasikan menjadi satuan mg/kg/hari dengan cara memasukkan laju inhalasi dan berat badan dikarenakan akan dibandingkan dengan nilai intake dengan satuan yang sama.<sup>15</sup>

$$RfC = \frac{C \times IR}{BW} = \frac{0,03435 \frac{mg}{m^3} \times 20 \frac{m^3}{hari}}{55 \text{ kg}}$$

$$RfC = 0,0125 \text{ mg/kg/hari}$$

### 3) Analisa Paparan (*Exposure assessment*)

Analisis paparan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake/asupan dari agen risiko. Untuk menghitung intake digunakan persamaan atau rumus yang berbeda. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan dapat berupa data primer (hasil pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan sendiri) atau data sekunder (pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan oleh pihak lain yang dipercaya seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll), dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai default yang tersedia. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Ink = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Keterangan:

Ink (*Intake non karsinogenik*) : Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk kedalam tubuh manusia dengan

|                                     |                                                                                               |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | berat badan tertentu (kg) setiap harinya<br>(mg/kg x hari)                                    |
| C ( <i>Concentration</i> )          | : Konsentrasi agen risiko pada media udara<br>(udara emisi) (mg/m <sup>3</sup> )              |
| R ( <i>Rate</i> )                   | : Laju inhalasi atau banyaknya volume<br>udara yang masuk setiap jamnya (m <sup>3</sup> /jam) |
| tE ( <i>Time of exposure</i> )      | : Lamanya atau jumlah jam terjadinya<br>paparan setiap harinya (jam/hari)                     |
| fE ( <i>Frequency of exposure</i> ) | : Lamanya atau jumlah hari terjadinya<br>paparan setiap tahunnya (hari/tahun)                 |
| Dt ( <i>Duration time</i> )         | : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya<br>paparan (tahun)                                     |
| Wb ( <i>Weight of body</i> )        | : Berat badan (kg)                                                                            |
| Tavg ( <i>Time average</i> )        | : Periode waktu rata-rata untuk efek non-<br>karsinogenik (10.950 hari)                       |

#### 4) Karakterisasi Risiko (*Risk characterization*)

Langkah ARKL yang terakhir adalah karakterisasi risiko yang dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat (dengan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi paparan yang tertentu) atau tidak. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan / membagi intake dengan dosis /konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko adalah intake (yang didapatkan dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (RfD) / konsentrasi referensi (RfC). Rumus yang digunakan untuk menghitung RQ yaitu:

$$RQ = \frac{Ink}{Rfc}$$

Keterangan:

RQ (*Risk quotient*) : Tingkat risiko untuk efek non-karsinogenik

Ink (*Intake non karsinogenik*) : Intake/asupan (mg/kg x hari)

RfC (*Reference concentration*) : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan inhalasi (mg/kg/hari)

Tingkat risiko AMAN jika nilai intake  $\leq$  RfC atau dinyatakan RQ  $\leq$

1. Tingkat risiko dianggap tidak aman jika nilai intake  $>$  RfC atau dinyatakan sebagai RQ  $>$  1.

#### 5) Pengelolaan Risiko

Pengelolaan risiko bukan termasuk langkah ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan bilamana hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman ataupun unacceptable. Dalam melakukan pengelolaan risiko perlu dibedakan antara strategi pengelolaan risiko dengan cara pengelolaan risiko.



Tabel 2. 2 Alternatif pengelolaan risiko dan penggunaannya<sup>15</sup>

| Alternatif Pengelolaan<br>Risiko                                           | Penggunaan                                                            |                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                            | Pada lingkungan khusus (tempat kerja, sekolah, dll)<br>Inhalasi Udara | Pada lingkungan permanen (pemukiman)<br>Inhalasi Udara |
| Penurunan konsentrasi hingga ke batas aman (konsentrasi aman)              | ✓                                                                     | ✓                                                      |
| Pengurangan konsumsi hingga ke batas aman (jumlah konsumsi aman)           |                                                                       |                                                        |
| Pembatasan waktu paparan hingga ke batas aman (waktu paparan aman)         | ✓                                                                     |                                                        |
| Pembatasan frekuensi paparan hingga ke batas aman (frekuensi paparan aman) | ✓                                                                     |                                                        |
| Pembatasan durasi paparan hingga ke batas aman (durasi paparan aman)       |                                                                       | ✓                                                      |

Sumber : Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Strategi pengelolaan risiko pada lingkungan kerja hanya meliputi penentuan batas aman pada 3 hal, yaitu:

- Konsentrasi agen risiko (C)
- Waktu paparan (tE)
- Frekuensi paparan (fE)

Setelah batas aman ditentukan, selanjutnya perlu dilakukan penapisan alternatif terhadap batas aman yang mana yang akan dijadikan sebagai target atau sasaran pencapaian dalam pengelolaan risiko. Batas aman yang dipilih adalah batas aman yang lebih rasional dan realistis untuk dicapai. Untuk ditempat kerja/ pedagang kaki lima strategi pengelolaan risiko yang dihitung adalah  $C_{aman}$ ,  $tE_{aman}$ , dan  $fE_{aman}$ .

Adapun cara pengelolaan risiko adalah cara atau metode yang akan digunakan untuk mencapai batas aman tersebut. Cara pengelolaan risiko meliputi beberapa pendekatan yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosial - ekonomis, dan pendekatan institusional. Penjelasan lebih lanjut langkah – langkah dalam pengelolaan risiko adalah sebagai berikut :

a) Strategi Pengelolaan Risiko

(1) Penentuan Batas Aman

Batas aman disini adalah batas atau nilai terendah yang menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman (tidak dapat diterima). Oleh karenanya nilai yang aman adalah nilai di bawah batas amannya sedangkan nilai yang sama dengan batas aman tersebut akan menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman.

(a) Penentuan konsentrasi aman ( $C_{aman}$ )

Dalam penentuan konsentrasi aman semua variabel dan nilai yang digunakan sama dengan variabel dan nilai pada perhitungan intake. Akan tetapi nilai intake yang digunakan adalah  $RfD$  atau  $RfC$  agen risikonya. Untuk menghitung konsentrasi aman digunakan rumus berikut:

$$C_{aman} = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{R \times tE \times fE \times Dt}$$

## Keterangan:

|                                        |                                                                                                                  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $C_{\text{aman}}$ (Konsentrasi aman)   | : Konsentrasi agen risiko pada udara ambien yang aman                                                            |
| RfC ( <i>Reference concentration</i> ) | : Nilai kuantitatif atau konsentrasi suatu agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh |
| R (Rate)                               | : Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )                 |
| tE ( <i>Time of exposure</i> )         | : Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya (jam/hari)                                           |
| fE ( <i>Frecuency of exposure</i> )    | : Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)                                       |
| Dt ( <i>Duration time</i> )            | : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)                                                           |
| Wb ( <i>Weight of body</i> )           | : Berat badan (kg)                                                                                               |
| Tavg ( <i>Time average</i> )           | : Periode waktu rata-rata untuk efek non-karsinogenik (10.950 hari)                                              |

## (b) Penentuan waktu pajanan aman (tE)

Waktu pajanan aman dapat dikelola bila pemajanan terjadi pada lingkungan kerja ataupun lingkungan pendidikan yang tidak permanen seperti pada lingkungan tempat tinggal (pemukiman). Pengelolaan waktu pajanan dilakukan dengan mengurangi jumlah jam terpapar setiap harinya, oleh karenanya hanya dapat dilakukan pada populasi pekerja maupun siswa bukan pada populasi

penduduk (masyarakat). Penerapannya dilakukan untuk pemajanan inhalasi, sedangkan untuk pemajanan ingesti (melalui makanan atau air minum) cukup dilakukan dengan pembatasan jumlah konsumsi saja. Untuk menghitung waktu pajanan aman digunakan rumus sebagai berikut :

$$tE_{\text{aman}} = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{C \times R \times fE \times Dt}$$

Keterangan:

RfC (*Reference concentration*) : Nilai kuantitatif atau konsentrasi suatu agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh

R (Rate) : Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya (m<sup>3</sup>/jam)

fE (*Frecuency of exposure*) : Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)

Dt (*Duration time*) : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)

Wb (*Weight of body*) : Berat badan (kg)

Tavg (*Time average*) : Periode waktu rata-rata untuk efek non-karsinogenik (10.950 hari)

#### (c) Penentuan frekuensi pajanan aman (fE)

Frekuensi pajanan aman dapat dikelola bila pemajanan terjadi pada lingkungan kerja ataupun lingkungan pendidikan yang tidak permanen seperti pada lingkungan tempat tinggal (pemukiman). Pengelolaan frekuensi pajanan dilakukan dengan mengurangi jumlah hari terpapar

dalam satu tahun, oleh karenanya hanya dapat dilakukan pada populasi pekerja maupun siswa bukan pada populasi penduduk (masyarakat). Penerapannya dilakukan untuk pemajanan inhalasi. Untuk menghitung frekuensi pajanan aman digunakan rumus sebagai berikut :

$$fE_{\text{aman}} = \frac{RfC \times Wb \times t_{\text{avg}}}{C \times R \times tE \times Dt}$$

Keterangan:

RfC (*Reference concentration*) : Nilai kuantitatif atau konsentrasi suatu agen risiko yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman bagi tubuh

R (Rate) : Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya (m<sup>3</sup>/jam)

tE (*Time of exposure*) : Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya (jam/hari)

Dt (*Duration time*) : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)

Wb (*Weight of body*) : Berat badan (kg)

Tavg (*Time average*) : Periode waktu rata-rata untuk efek non-karsinogenik (10.950 hari)

#### b) Cara Pengelolaan Risiko

Pengelolaan risiko selain membutuhkan strategi yang tepat juga harus dilakukan dengan cara atau metode yang tepat. Dalam aplikasinya cara pengelolaan risiko dapat dilakukan melalui 3 pendekatan yaitu :

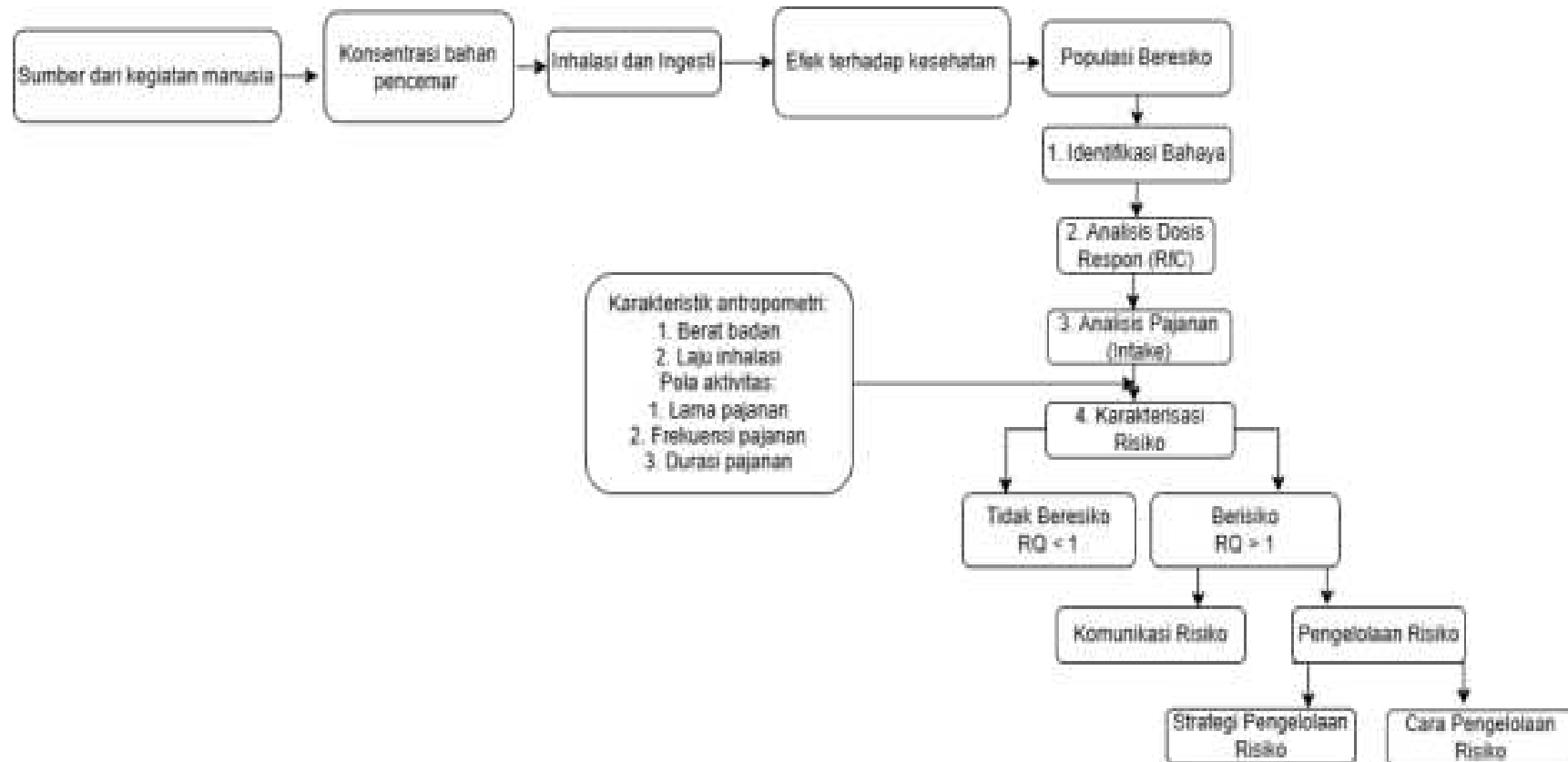
- (1) Pendekatan teknologi Pengelolaan risiko menggunakan teknologi yang tersedia meliputi penggunaan alat, bahan, dan metode, serta teknik tertentu. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan teknologi yaitu penanaman tanaman penyerap polutan.
- (2) Pendekatan sosial - ekonomis Pengelolaan risiko menggunakan pendekatan sosial - ekonomis meliputi pelibat- sertaan pihak lain, efisiensi proses, substitusi, dan penerapan sistem kompensasi. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan sosial – ekonomis yaitu pemberdayaan masyarakat yang berisiko.
- (3) Pendekatan institusional Pengelolaan risiko dengan menempuh jalur dan mekanisme kelembagaan dengan cara melakukan kerjasama dengan pihak lain. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan institusional antara lain : mendukung pengawasan yang dilakukan oleh pemerintah, menyampaikan laporan kepada instansi yang berwenang, dll.

#### 6) Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan ARKL dan merupakan tanggung jawab dari pemrakarsa atau pihak yang menyebabkan terjadinya risiko. Bahasa yang digunakan haruslah bahasa umum dan mudah dipahami, serta memuat seluruh informasi yang dibutuhkan tanpa ada yang ditutup - tutupi. Komunikasi risiko dapat dilakukan dengan teknik atau metode ceramah ataupun diskusi interaktif, dengan menggunakan media komunikasi yang ada seperti media massa, televisi, radio, ataupun penyajian dalam format pemetaan menggunakan geographical information system (GIS)<sup>15</sup>.

### D. Kerangka Teori

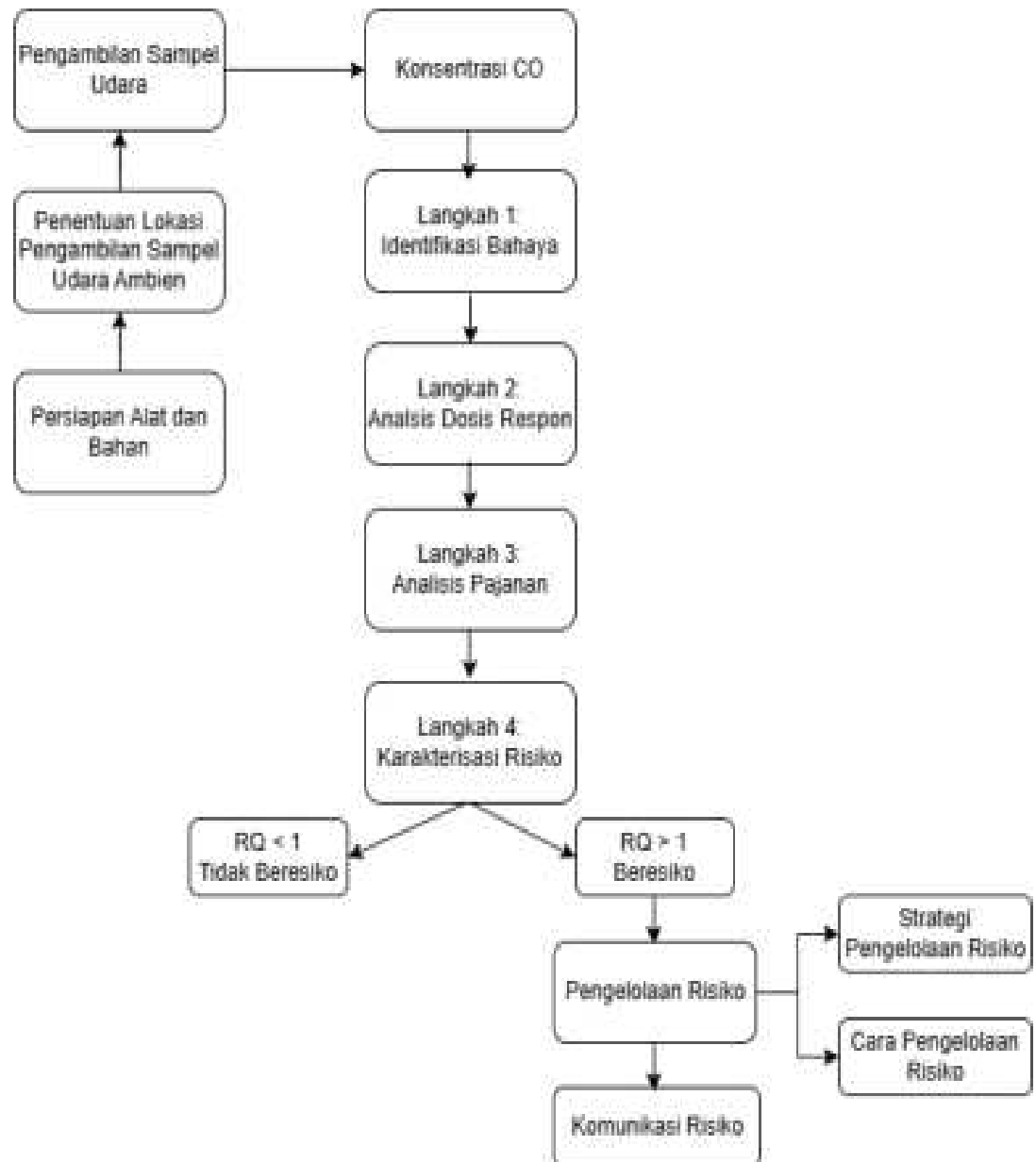
Berdasarkan dasar teori yang telah diuraikan, maka dikembangkan suatu kerangka teori yaitu:



Gambar 2. 2 Kerangka Teori <sup>1318</sup>

### E. Alur Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan penyederhanaan pemikiran dan memfokuskan penelitian pada permasalahan. Penelitian ini difokuskan pada analisis risiko kesehatan lingkungan karbon monoksida:



Gambar 2. 3 Alur Penelitian<sup>13</sup>



## F. Definisi Operasional

Tabel 2. 3 Definisi Operasional<sup>13</sup>

| Variabel                           | Definisi                                                                                                                                                                       | Cara Ukur                                                                | Alat Ukur                                                                   | Hasil Ukur                           | Skala Ukur |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|
| Identifikasi Bahaya                | Proses mengenali adanya suatu bahaya secara spesifik, agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan                                                           | Mengetahui konsentrasi CO menggunakan Air Sampler Impinger dan kuesioner | Air Sampler Impinger, wawancara                                             | 1. Ada bahaya<br>2. Tidak ada bahaya | Rasio      |
| Analisis dosis respon (RfC)        | Konsentrasi dari paparan harian agen risiko non karsinogenik yang diestimasi tidak menimbulkan efek yang mengganggu walaupun pajanannya terjadi sepanjang hayat (seumur hidup) | Menggunakan persamaan                                                    | Turunan dari nilai NOAEL                                                    | mg/kg/hari                           | Rasio      |
| Analisis Paparan ( <i>intake</i> ) | Jumlah CO yang masuk kedalam tubuh pedagang kaki lima dengan berat badan tertentu                                                                                              | Menggunakan persamaan, kuesioner, timbangan                              | Intake=<br>$\frac{CxRxtExfExDt}{Wbxtavg}$<br>Wawancara, pengukuran langsung | mg/kgx hari                          | Rasio      |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |                   |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Karakterisasi risiko / RQ                | Tingkat risiko pajanan CO pada pedagang kaki lima                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Menggunakan persamaan                                                                                                                | Persamaan $RQ = I/RfC$                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1. $RQ \leq 1$<br>Tidak Beresiko<br>2. $RQ > 1$<br>Beresiko                                                                                         | Ordinal           |
| Pengelolaan Risiko dan Komunikasi Risiko | (Pengelolaan Risiko) tindak lanjut yang harus dilakukan bilamana hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman atau $RQ > 1$<br>Pengelolaan Risiko terbagi menjadi 2 yaitu strategi pengelolaan risiko dan cara pengelolaan risiko<br><br>(Komunikasi Risiko) penyampaian informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), | Menggunakan persamaan dan melalui 3 pendekatan teknologi, sosial ekonomis, dan institusional<br><br>Ceramah, pemberdayaan masyarakat | Persamaan strategi pengelolaan risiko<br>$C_{aman} = \frac{RfCxwbxtavg}{RxtExfExDt}$<br>$tE_{aman} = \frac{RfCxWbxtavg}{CxRxExDt}$<br>$fE_{aman} = \frac{RfCxWbxtavg}{CxRxtExDt}$<br>Cara pengelolaan risiko melalui pendekatan teknologi, pendekatan sosial ekonomis, pendekatan institusional<br><br>Metode FGD ( <i>Focus</i> | $C_{aman} =$<br>mg/m <sup>3</sup><br>$tE_{aman} =$<br>Jam/hari<br>$fE_{aman} =$<br>Hari/tahun<br><br>1. Dikomunikasikan<br>2. Tidak dikomunikasikan | Rasio dan nominal |

|  |                                                            |  |                              |  |  |
|--|------------------------------------------------------------|--|------------------------------|--|--|
|  | pemerintah, dan<br>pihak yang<br>berkepentingan<br>lainnya |  | <i>Group<br/>Discussion)</i> |  |  |
|--|------------------------------------------------------------|--|------------------------------|--|--|

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Desain Penelitian**

##### **1. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). ARKL merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan tingkat risiko pada kesehatan yang diterima suatu populasi akibat adanya pajanan agen pencemar yaitu CO.

##### **2. Desain Penelitian**

Desain penelitian ini adalah deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan karakteristik atau fenomena tertentu tanpa mencari hubungan antarvariabel.

#### **B. Waktu dan Tempat**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Juni tahun 2025 di Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kecamatan Pauh, Kota Padang .

#### **C. Populasi dan Sampel**

##### **1. Populasi**

###### **a. Populasi Udara**

Populasi udara pada penelitian ini adalah udara disekitar lokasi yaitu di Jalan Pasar Baru, Cupak tengah Kota Padang.

###### **b. Populasi Pedagang Kaki Lima**

Populasi Pedagang Kaki Lima pada penelitian ini adalah pedagang kaki lima yang berjualan disepanjang Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kota Padang yang berjumlah 60 orang.

## 2. Sampel

### a. Sampel Udara

Sampel udara CO pengukurannya melalui penggunaan Midget Impinger. Tahapan dalam mengambil sampel CO di lokasi dimulai dari penentuan lokasi dengan melihat titik mana yang paling beresiko terhadap pedagang kaki lima dan harus dekat dengan lokasi PKL tersebut berjualan seperti pada gambar dibawah:



Gambar 3. 1 Denah Titik Pengambilan Sampel

Tabel 3. 1 Jarak Pengambilan Titik Sampel

| Titik Lokasi | Jarak ke Titik Selanjutnya |
|--------------|----------------------------|
| Titik 1      | 40 Meter                   |
| Titik 2      | 40 Meter                   |
| Titik 3      | 40 Meter                   |

b. Sampel Pedagang Kaki Lima

Sampel yang diambil adalah pedagang yang terpapar di sepanjang Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kecamatan Pauh, Kota Padang. Dalam menghitung sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini, maka teknik pengambilan sampel menggunakan simple random sampling dimana pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu, dengan menggunakan rumus berikut<sup>19</sup>:

$$n = \frac{NZ\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)^2 P(1-P)}{Nd^2 + Z\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)^2 P(1-P)}$$

$$n = \frac{60(1,96)^2 0,5(1-0,5)}{60(0,1)^2 + (1,96)^2 0,5(1-0,5)}$$

$$n = \frac{57,624}{1,5604}$$

$$n = 36,9 \approx 37 \text{ orang}$$

Keterangan:

n : Besar sampel

N : Besar populasi

$Z\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)^2$  : Nilai sebaran normal baku, besarnya tergantung tingkat kepercayaan (TK), jika TK 90% = 1,64, TK 95% = 1,96 dan TK 99% = 2,57

P : Proporsi kejadian, jika tidak diketahui dianjurkan = 0,5

d : Besar penyimpangan; 0,1

Setelah mendapatkan jumlah sampel sebanyak 37 orang, untuk pengambilan sampel yang digunakan adalah *Accidental Sampling*. Menurut Sugiyono, (2016;124) *Accidental Sampling* adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, bila dipandang orang yang ditemui itu cocok sebagai sumber data. Pemilihan sampel dengan metode ini dilakukan seadanya berdasarkan kemudahan dalam menemukan sampel<sup>20</sup>.

Sampel pedagang kaki lima yang akan diambil secara accidental sampling memiliki beberapa karakteristik yaitu: telah berjualan dilokasi selama minimal 1 tahun, berjualan minimal 5 hari dalam seminggu, dan berjualan dilokasi penelitian selama minimal 5 jam sehari.

## **D. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data**

### **1. Data Primer**

Data primer pada penelitian ini diperoleh dengan pengukuran konsentrasi gas CO secara langsung oleh peneliti menggunakan alat khusus pengambilan sampel CO yaitu *midget impinger*. Data antropometri diukur menggunakan timbangan, data pola aktivitas responden didiaptakn menggunakan kuesioner.

### **2. Data Sekunder**

Data sekunder pada penelitian ini mencakup data geofrafis jalan raya pasar baru, gambaran umum lokasi penelitian dan data pedagang kaki lima di sepanjang Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kecamatan Pauh, Kota Padang.

## **E. Pengolahan Data**

Pengolahan data pada penelitian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:<sup>20</sup>

1. *Editing*, yaitu kegiatan melakukan pengecekan kembali terhadap data yang sudah dikumpulkan seperti pengecekan kelengkapan data, kejelasan data, relevansi data, dan konsistensi data.
2. *Coding*, yaitu proses mengubah data yang dalam bentuk huruf menjadi data dalam bentuk angka. Ini khususnya dilakukan untuk data yang bersifat kategorik atau dilakukan pengelompokkan data terhadap data data numerik.
3. *Entry/processing*, yaitu kegiatan untuk memproses data sehingga data siap dianalisis.
4. *Cleanning*, yaitu kegiatan untuk mengecek kembali data yang sudah dientry apakah sudah sesuai dengan jawaban yang ada di kuesioner.

## **F. Analisis Data**

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis univariat dan analisis risiko kesehatan lingkungan yang dilaksanakan dengan tujuan meninjau gambaran distribusi karakteistik variabel yang telah melalui pengukuran dalam penelitian.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di trotoar sepanjang Jalan Pasar Baru, Cupak Tengah, Kota Padang, salah satu daerah wilayah kecamatan Pauh yang memiliki panjang sekitar 200 meter. Lokasi ini dipilih karena tingginya aktivitas pedagang kaki lima (PKL) yang beroperasi di sepanjang trotoar, dengan total  $\pm 60$  PKL yang mengelola  $\pm 40$  lapak. Para PKL berjualan dari sore hingga malam hari, dimulai dari pukul 16.00 hingga 22.00 WIB, menggunakan sarana seperti gerobak, meja kecil, dan tenda yang dapat dibongkar pasang.

Keberadaan PKL yang ramai sering menyebabkan kemacetan di sepanjang ruas jalan, terutama pada jam sibuk sore hari ketika jam pulang kerja serta banyaknya pembeli yang datang, terutama pada Kelurahan Cupak Tengah, yang memiliki luas wilayah 2,99 km<sup>2</sup>, dengan jumlah penduduknya urutan kedua terbanyak dari semua kelurahan di Kecamatan Pauh yaitu 8.539 jiwa.

Hal ini berkontribusi pada peningkatan emisi CO di area tersebut. Selain itu, kepadatan kendaraan di Jalan Pasar Baru juga dipengaruhi oleh keberadaan kampus di sekitarnya, menjadikannya jalur utama bagi pengendara yang beraktivitas di kampus tersebut.

Karbon monoksida (CO) merupakan polutan udara yang signifikan, terutama di daerah dengan kepadatan lalu lintas tinggi. Kendaraan bermotor menyumbang sekitar 59,2% dari total emisi CO, sehingga konsentrasi CO di udara sangat dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan. Semakin banyak kendaraan yang melintas, semakin tinggi pula tingkat polusi CO yang dihasilkan.

#### **B. Hasil Penelitian**

##### **1. Identifikasi Bahaya**

Dalam penelitian ini, agent risiko pada media lingkungan potensial udara di lingkungan kerja pada pedagang kaki lima yang diambil berasal dari gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan. Gas buang kendaraan ini menghasilkan berbagai macam polutan udara seperti CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan HC. Bahaya yang

dihasilkan dari kendaraan dengan berbahan bakar bensin maupun solar. Masing-masing polutan tersebut memiliki potensi risiko kesehatan, namun untuk melakukan analisis yang mendalam dan terfokus, perlu dipilih satu agen risiko yang paling representatif terhadap sumber pencemar utama di lokasi penelitian.

Karbon Monoksida (CO) ditetapkan sebagai agen risiko utama dalam penelitian ini berdasarkan pertimbangan karena perannya sebagai indikator utama dari ancaman polusi lalu lintas, volume emisinya yang signifikan dari kendaraan bermotor, serta sifat toksisitasnya yang berbahaya bagi kesehatan dan relevan dengan keluhan yang dikaji pada populasi pedagang. Oleh karena itu, pengukuran konsentrasi CO menjadi langkah awal yang esensial untuk mengonfirmasi adanya potensi bahaya kesehatan yang nyata di lokasi penelitian.

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi CO yang telah dilakukan di lokasi penelitian, didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025

| Titik Pengukuran | Hasil Konsentrasi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nilai Baku Mutu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Waktu Pengukuran | Titik Koordinat                    | Waktu Pengambilan Sampel (WIB) |
|------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Titik 1          | 211,665                                        | 10.000                                       | 1 jam            | 0°55'40.93"LS,<br>100°25'45.53"BT  | 17.15-18.15                    |
| Titik 2          | 212,998                                        | 10.000                                       | 1 jam            | 0°55'41.67" LS,<br>100°25'45.85"BT | 18.22-19.22                    |
| Titik 3          | 237,514                                        | 10.000                                       | 1 jam            | 0°55'41.20" LS,<br>100°25'47.21"BT | 19.33-20.33                    |
| Maksimal         | 237,514                                        |                                              |                  |                                    |                                |
| Minimal          | 211,665                                        |                                              |                  |                                    |                                |
| Rata-rata        | 220,78                                         |                                              |                  |                                    |                                |

*Sumber : Analisis Penelitian 2025*

Pemilihan waktu pengambilan sampel pada sore hingga malam hari (17.15–20.33 WIB) didasarkan pada pertimbangan untuk mengukur konsentrasi CO secara langsung pada jam operasional pedagang kaki lima di lokasi tersebut. Periode ini juga merupakan representasi dari waktu puncak lalu lintas saat jam pulang kerja, di mana emisi kendaraan bermotor diperkirakan mencapai level

tertinggi. Adapun perbedaan waktu antar titik pengukuran disebabkan oleh durasi pengambilan sampel selama satu jam di setiap titik serta waktu teknis yang dibutuhkan untuk memindahkan dan menyiapkan peralatan.

Tabel di atas menyajikan hasil pengukuran konsentrasi polutan di tiga titik berbeda, dengan masing-masing titik diukur selama 1 jam. Setiap titik pengukuran menunjukkan hasil konsentrasi dalam satuan mikrogram per meter kubik ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dan dibandingkan dengan nilai baku mutu yang ditetapkan sebesar  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil pengukuran yang disajikan dalam tabel menunjukkan bahwa semua titik pengukuran menunjukkan konsentrasi polutan yang tidak melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan sebesar  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran dilokasi Penelitian

| Titik Pengukuran | Waktu Pengambilan Sampel | Suhu                | Kelembapan | Kecepatan Angin |
|------------------|--------------------------|---------------------|------------|-----------------|
| Titik 1          | 17.15-18.15              | 32,3 <sup>0</sup> C | 47%        | 1.43 m/s        |
| Titik 2          | 18.22-19.22              | 31,1 <sup>0</sup> C | 51%        | 0.76 m/s        |
| Titik 3          | 19.33-20.33              | 30,7 <sup>0</sup> C | 50%        | 0.62 m/s        |

*Sumber : Analisis Penelitian 2025*

Pengukuran CO dilakukan pada sore hari hingga menjelang malam hari dengan keadaan cuaca yang cerah. Suhu dan kecepatan angin tertinggi berada pada titik pertama yaitu 32,3<sup>0</sup>C dan 1.43 m/s, suhu dan kecepatan angin terendah yaitu pada titik ketiga sebesar 30,7<sup>0</sup>C dan 0.62 m/s. Kelembaban tertinggi berada pada titik kedua yaitu 51% dan kelembaban terendah yaitu pada titik pertama yaitu 50%.

Setelah dilakukan pengukuran, dilakukan pula pengisian hasil kuesioner mengenai keluhan kesehatan yang pernah dirasakan responden, yang dapat dikaitkan dengan paparan karbon monoksida (CO) yang bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai kemungkinan dampak kesehatan yang dirasakan oleh pedagang selama beraktivitas di lokasi yang berisiko. Data gangguan kesehatan yang pernah dialami responden selama berjualan dilokasi penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 3 Data Gangguan Kesehatan

| No. | Gangguan Kesehatan                                                             | Jumlah (%) |            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
|     |                                                                                | Ya         | Tidak      |
| 1.  | Riwayat penyakit jantung                                                       | -          | 37 (100%)  |
| 2.  | Riwayat gangguan detak jantung                                                 | 4 (10,8%)  | 33 (89.2%) |
| 3.  | Mengalami perubahan ritme detak jantung                                        | 12 (32.4%) | 25 (67.6%) |
| 4.  | Merokok                                                                        | 13 (35.1%) | 24 (64.9%) |
| 5.  | Riwayat gangguan tekanan darah                                                 | 4 (10.8%)  | 33 (89.2%) |
| 6.  | Mengalami gangguan tekanan darah                                               | 4 (10.8%)  | 33 (89.2%) |
| 7.  | Merasa sakit kepala atau pusing apabila tercium maupun terhirup asap kendaraan | 15 (40.5%) | 22 (59.5%) |
| 8.  | Merasa mual, rasa ingin muntah apabila tercium maupun terhirup asap kendaraan  | 13 (35.1%) | 24 (64.9%) |

*Sumber: Analisis Penelitian 2025*

Aspek yang dikaji mencakup riwayat penyakit jantung, gangguan irama detak jantung, riwayat tekanan darah, kebiasaan merokok, serta keluhan yang muncul selama bekerja seperti pusing, mual, atau perubahan ritme jantung setelah terpapar asap kendaraan. Hasil kuesioner terhadap 37 responden menunjukkan bahwa meskipun tidak ada yang memiliki riwayat penyakit jantung, sejumlah keluhan kesehatan yang relevan dengan paparan CO dilaporkan. Keluhan yang paling banyak dirasakan adalah sakit kepala atau pusing (40,5%), diikuti oleh rasa mual atau ingin muntah (35,1%) dan perubahan ritme detak jantung (32,4%) selama beraktivitas. Selain itu, teridentifikasi bahwa 35,1% responden merupakan perokok aktif, sebuah faktor yang dapat memperburuk dampak paparan CO. Sementara itu, riwayat gangguan detak jantung dan tekanan darah ditemukan pada sebagian kecil responden (10,8%). Data ini memberikan gambaran awal mengenai kondisi kesehatan populasi berisiko.

## 2. Konsentrasi Referensi atau RfC

Analisis dalam proses perhitungan RfC dilakukan dengan menurunkan nilai dari dosis eksperimental NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) sehingga didapatkan nilai sebesar 0,0125 mg/kg/hari. Efek kritis dari paparan CO adalah respons kardiovaskular. Ketika kadar karboksihemoglobin (COHb) meningkat, tubuh akan memberikan respons kompensasi berupa peningkatan detak jantung dan perubahan aliran darah untuk mengatasi penurunan kapasitas

pengangkutan oksigen (O<sub>2</sub>) oleh darah. Paparan CO yang lebih tinggi, yang menyebabkan kadar COHb mencapai 20,5%, mengakibatkan penurunan kemampuan fisik atau kinerja latihan. Hal ini terjadi karena berkurangnya kemampuan darah untuk mengangkut oksigen yang vital untuk aktivitas fisik. Selain itu, paparan berkelanjutan pada subjek sehat, termasuk perokok, yang menghasilkan kadar COHb sebesar 2,4% dan 5,1%, menunjukkan bahwa meskipun paparannya tidak mencapai tingkat yang sangat tinggi, tetap ada efek yang terukur pada tubuh.<sup>5</sup> Efek kritis dari polutan CO diatas relevan dengan gangguan kesehatan yang pernah dialami oleh pekerja dilokasi penelitian. Hal ini dapat menjadi titik awal dari analisis risiko kesehatan dari paparan CO.

### 3. Analisis Paparan

#### a. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas

Pengukuran karakteristik antropometri serta pola aktivitas dilakukan terhadap sekelompok 37 pedagang kaki lima. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan data yang komprehensif mengenai ukuran fisik dan kebiasaan kerja mereka. Hasil dari pengukuran karakteristik antropometri dan pola aktivitas para pedagang kaki lima tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 4 Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas pedagang Kaki Lima di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025

| No | Nama Responden | Jenis Kelamin | Umur | Berat Badan (kg) | Waktu Paparan (jam/hari) | Durasi Paparan (tahun) | Frekuensi Paparan (hari/tahun) |
|----|----------------|---------------|------|------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|
|    | Rata-rata      | P=15          | 24   | 58               | 7                        | 2,2                    | 314                            |
|    | Maksimum       | L=22          | 35   | 87               | 9                        | 5                      | 358                            |
|    | Minimum        |               | 19   | 38               | 4                        | 1                      | 255                            |

*Sumber: Analisis Penelitian 2025*

Tabel diatas menunjukkan data 37 responden pedagang kaki lima, didapatkan data umur bervariasi dari 19 hingga 35 tahun, dengan rata-rata 24 tahun. Berat badan responden berkisar antara 38 hingga 87 kilogram, dengan rata-rata 58 kilogram. Waktu paparan terhadap karbon monoksida rata-rata 7 jam per hari, dengan rentang 4 hingga 9 jam. Durasi paparan berlangsung rata-

rata 2,2 tahun, dari 1 hingga 5 tahun. Frekuensi pajanan harian bervariasi dari 255 hingga 358 hari, dengan rata-rata 314 hari.

b. Perhitungan Nilai Intake

Nilai intake diukur sebagai total pajanan yang masuk ke dalam tubuh individu per kilogram berat badan per hari, yang dapat dihitung untuk periode realtime dan lifetime. Masa realtime merujuk pada durasi kerja yang telah dilalui, sedangkan lifetime menggunakan estimasi pajanan selama 30 tahun. Durasi 30 tahun ini diperkirakan sebagai waktu yang diperlukan agar efek non-karsinogenik dapat terwujud dalam tubuh. Berikut adalah hasil perhitungan nilai intake yang telah dilakukan:

Tabel 4. 5 Intake Realtime dan Intake Lifetime Pada Pedagang Kaki Lima di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang Tahun 2025

| No | Nama Responden | Titik Sampel | Intake Realtime (mg/kg/hari) | Intake 10 Tahun (mg/kg/hari) | Intake 20 Tahun (mg/kg/hari) | Intake Lifetime 30 Tahun (mg/kg/hari) |
|----|----------------|--------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|    | Rata-rata      |              | 0,0015                       | 0,0066                       | 0,0132                       | 0,0198                                |
|    | Maksimum       |              | 0,0052                       | 0,0107                       | 0,0213                       | 0,032                                 |
|    | Minimum        |              | 0,0004                       | 0,0033                       | 0,0067                       | 0,01                                  |

Sumber: Analisis Penelitian 2025

Setelah dilakukan penggabungan hasil pengolahan data, maka dapat dicari intake paling berisiko dengan memiliki berat badan paling rendah dari total 37 responden yaitu 38 kg, dengan perhitungan analisis pajanan sebagai berikut:

1) Intake paling berisiko untuk pajanan realtime

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{C_{\max} \times R_{\max} \times tE_{\max} \times fE_{\max} \times Dt(\text{realtime})}{W_{\text{bmin}} \times T_{\text{avg}}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{0,238 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 9 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 358 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 5 \text{ tahun}}{38 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{3.182,3694 \text{ mg}}{416.100 \text{ kg} \times \text{hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = 0,008 \text{ mg/kg.hari}$$

## 2) Intake paling berisiko untuk pajanan 10 tahun

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{C_{\max} \times R_{\max} \times tE_{\max} \times fE_{\max} \times Dt(10 \text{ th})}{Wb_{\min} \times T_{\text{avg}}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{0,238 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 9 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 358 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 10 \text{ tahun}}{38 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{6.364,7388 \text{ mg}}{416.100 \text{ kg} \times \text{hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = 0,015 \text{ mg/kg/hari}$$

## 3) Intake paling berisiko untuk pajanan 20 tahun

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{C_{\max} \times R_{\max} \times tE_{\max} \times fE_{\max} \times Dt(20 \text{ th})}{Wb_{\min} \times T_{\text{avg}}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{0,238 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 9 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 358 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 20 \text{ tahun}}{38 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{12.729,4776 \text{ mg}}{416.100 \text{ kg} \times \text{hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = 0,031 \text{ mg/kg/hari}$$

## 4) Intake paling berisiko untuk pajanan lifetime 30 tahun

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{C_{\max} \times R_{\max} \times tE_{\max} \times fE_{\max} \times Dt(30 \text{ th})}{Wb_{\min} \times T_{\text{avg}}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{0,238 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 9 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 358 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{38 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = \frac{19.094,2164 \text{ mg}}{416.100 \text{ kg} \times \text{hari}}$$

$$\text{Intake Paling Berisiko} = 0,046 \text{ mg/kg/hari}$$

Data 37 responden yang berisi nilai paparan karbon monoksida, didapatkan konsentrasi CO bervariasi dengan nilai minimum 0,212 mg/m<sup>3</sup>, maksimum 0,238 mg/m<sup>3</sup>, dan rata-rata 0,2208 mg/m<sup>3</sup>. Untuk nilai intake real-time, nilai terendah adalah 0,0004 mg/kg/hari, tertinggi 0,0052 mg/kg/hari, dengan rata-rata 0,0015 mg/kg/hari. Sedangkan untuk nilai intake paling berisiko untuk realtime selama 5 tahun, yaitu 0,008 mg/kg/hari, untuk 10 tahun yaitu 0,015 mg/kg/hari, untuk 20 tahun yaitu 0,031 mg/kg/hari, dan untuk lifetime selama 30 tahun yaitu 0,046 mg/kg/hari.

### c. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko dilakukan untuk menentukan tingkat risiko, yang berarti menilai apakah agen risiko yang terkait dengan konsentrasi tertentu, yang dianalisis melalui ARKL, dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pedagang kaki lima. Proses karakterisasi risiko diperoleh dengan membagi nilai intake dengan nilai RfC. Selanjutnya, nilai karakterisasi risiko atau nilai RQ dihitung, dan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 6 Karakterisasi Risiko Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Kaki Lima di Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang Tahun 2025

| No | Nama Responden | Titik Sampel | RQ Realtime<br>(mg/kg/hari) | RQ 10 Tahun<br>(mg/kg/hari) | RQ 20 Tahun<br>(mg/kg/hari) | RQ Lifetime 30 Tahun<br>(mg/kg/hari) |
|----|----------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
|    | Rata-rata      |              | 0,1228                      | 0,5286                      | 1,0562                      | 1,5855                               |
|    | Maksimum       |              | 0,416                       | 0,856                       | 1,704                       | 2,56                                 |
|    | Minimum        |              | 0,032                       | 0,264                       | 0,536                       | 0,8                                  |

*Sumber: Analisis Penelitian 2025*

Setelah dilakukan penggabungan hasil pengolahan data, maka dapat dicari RQ paling berisiko dengan membagi nilai intake paling berisiko yang telah dihitung sebelumnya dengan nilai RfC, perhitungan RQ paling berisiko sebagai berikut:

- 1) RQ paling berisiko untuk pajanan realtime

$$\text{RQ Paling Berisiko} = \frac{\text{Intake Paling Berisiko}}{\text{RfC}}$$

$$\text{RQ Paling Berisiko} = \frac{0,008 \text{ mg/kgxhari}}{0,0125 \text{ mg/kgxhari}}$$

$$\text{RQ Paling Berisiko} = 0,64$$

- 2) RQ paling berisiko untuk pajanan 10 tahun

$$\text{RQ Paling Berisiko} = \frac{\text{Intake Paling Berisiko}}{\text{RfC}}$$

$$\text{RQ Paling Berisiko} = \frac{0,015 \text{ mg/kgxhari}}{0,0125 \text{ mg/kgxhari}}$$

$$\text{RQ Paling Berisiko} = 1,2$$



## 3) RQ paling berisiko untuk pajanan 20 tahun

$$RQ \text{ Paling Berisiko} = \frac{\text{Intake Paling Berisiko}}{RfC}$$

$$RQ \text{ Paling Berisiko} = \frac{0,031 \text{ mg/kgxhari}}{0,0125 \text{ mg/kgxhari}}$$

$$RQ \text{ Paling Berisiko} = 2,48$$

## 4) RQ paling berisiko untuk pajanan lifetime (30 tahun)

$$RQ \text{ Paling Berisiko} = \frac{\text{Intake Paling Berisiko}}{RfC}$$

$$RQ \text{ Paling Berisiko} = \frac{0,046 \text{ mg/kgxhari}}{0,0125 \text{ mg/kgxhari}}$$

$$RQ \text{ Paling Berisiko} = 3,68$$

Data 37 responden yang berisi nilai paparan karbon monoksida, didapatkan nilai RQ real-time bervariasi dari 0,032 mg/kg/hari hingga 0,416 mg/kg/hari, dengan rata-rata 0,1228 mg/kg/hari, menunjukkan bahwa semua responden tidak berisiko karena  $RQ \leq 1$ . Serta RQ paling berisiko untuk proyeksi individu yang paling rentan pada pajanan 10 tahun sebesar 1,2, untuk pajanan 20 tahun sebesar 2,48 dan untuk pajanan lifetime (30 tahun) sebesar 3,68.

## d. Pengelolaan Risiko

## 1) Strategi Pengelolaan Risiko

## Penentuan Batas Aman

(a) Penentuan Batas Aman ( $C_{\text{aman}}$ )

$$C_{\text{aman}} = \frac{RfC \times Wb_{\text{min}} \times T_{\text{avg}}}{R \times tE_{\text{max}} \times fE_{\text{max}} \times Dt_{\text{max}}}$$

$$C_{\text{aman}} = \frac{0,0125 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \text{hari} \times 38 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}{0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 9 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 358 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 20 \text{ tahun}}$$

$$C_{\text{aman}} = \frac{5.201,25 \text{ mg}}{53.485,2 \text{ m}^3}$$

$$C_{\text{aman}} = 0,097 \text{ mg/m}^3$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, nilai konsentrasi aman ( $C_{\text{aman}}$ ) untuk paparan karbon monoksida (CO) diperoleh sebesar 0,097 mg/m<sup>3</sup>. Nilai ini menunjukkan ambang batas

paparan CO yang masih dapat diterima oleh tubuh tanpa menimbulkan risiko kesehatan, dengan mempertimbangkan berat badan, durasi paparan harian, serta periode eksposur jangka panjang selama 20 tahun.

(b) Penentuan Waktu Paparan Aman ( $tE_{\text{aman}}$ )

$$tE_{\text{aman}} = \frac{RfC \times Wb_{\text{min}} \times T_{\text{avg}}}{C_{\text{max}} \times R \times fE_{\text{max}} \times Dt_{\text{max}}}$$

$$tE_{\text{aman}} = \frac{0,0125 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \text{hari} \times 38 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}{0,238 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 358 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 20 \text{ tahun}}$$

$$tE_{\text{aman}} = \frac{5.201,25 \text{ mg}}{1.414,3864 \frac{\text{mg}}{\text{jam}} \times \text{hari}}$$

$$tE_{\text{aman}} = 3,7 \text{ jam/hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh bahwa waktu paparan aman ( $tE_{\text{aman}}$ ) terhadap karbon monoksida (CO) adalah sebesar 3,7 jam per hari. Nilai ini menunjukkan durasi maksimum seseorang dapat terpapar CO setiap harinya dalam kondisi konsentrasi udara yang diukur, agar asupan zat tetap berada di bawah nilai ambang batas.

(c) Penentuan Frekuensi Aman ( $fE_{\text{aman}}$ )

$$fE_{\text{aman}} = \frac{RfC \times Wb_{\text{min}} \times T_{\text{avg}}}{C_{\text{max}} \times R \times tE_{\text{max}} \times Dt_{\text{max}}}$$

$$fE_{\text{aman}} = \frac{0,0125 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \text{hari} \times 38 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}{0,238 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 9 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 20 \text{ tahun}}$$

$$fE_{\text{aman}} = \frac{5.201,25 \text{ mg}}{35,5572 \frac{\text{mg}}{\text{hari}} \times \text{tahun}}$$

$$fE_{\text{aman}} = 146 \text{ hari/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh bahwa frekuensi paparan aman ( $fE_{\text{aman}}$ ) terhadap karbon monoksida (CO) adalah sebesar 146 hari per tahun. Artinya, dalam kondisi konsentrasi CO lingkungan seperti yang terukur pada lokasi penelitian, seseorang dengan karakteristik berat badan dan pola aktivitas tertentu hanya dapat terpapar CO selama maksimal 146 hari dalam setahun agar asupan hariannya tidak melebihi nilai ambang batas.

### C. Pembahasan

#### 1. Identifikasi Bahaya

Lokasi dekat jalan raya merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap tingginya kadar karbon monoksida (CO) di sepanjang Jalan Pasar Baru, Kota Padang, Sumatera Barat. Jalur ini sering dilalui oleh kendaraan bermotor, baik roda dua maupun roda empat. Banyak masyarakat yang menggunakan jalur tersebut setelah pulang kerja dan kuliah, terutama antara pukul 16.00 hingga 19.00 WIB, yang sering menyebabkan kemacetan lalu lintas dan meningkatkan emisi CO di kawasan jalan tersebut. Tingginya konsentrasi gas CO dapat disebabkan oleh minimnya tempat parkir untuk pembeli sehingga mengakibatkan kemacetan. Banyak pembeli yang memarkir kendaraan mereka di sepanjang jalan raya karena tidak adanya alternatif tempat parkir. Beberapa pelanggan bahkan memilih untuk bertransaksi langsung dengan pedagang kaki lima tanpa mematikan mesin kendaraan mereka, sehingga sering terjadi kepadatan dan kemacetan di sepanjang Jalan Pasar Baru.

Analisis terhadap data konsentrasi karbon monoksida (CO) di lokasi penelitian mengungkapkan sebuah gambaran, di mana tingkat paparan yang terukur secara kuantitatif masih berada dalam batas aman menurut standar nasional, namun menunjukkan variasi yang signifikan ketika dibandingkan dengan penelitian lain. Secara spesifik, hasil pengukuran di tiga titik sepanjang Jalan Pasar Baru menunjukkan variasi konsentrasi antara 211,665  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga 237,514  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan nilai rata-rata terukur sebesar 220,726  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Temuan krusial dari data ini adalah bahwa seluruh hasil pengukuran secara signifikan masih berada di bawah ambang batas aman 10.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  yang ditetapkan dalam Peraturan Kementerian Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023.<sup>1</sup>

Diperlukan interpretasi terhadap tingkat keamanan ini dengan hasil penelitian lain, baik dalam skala lokal maupun internasional. Pada skala lokal Kota Padang, konsentrasi di Jalan Pasar Baru tercatat lebih rendah jika dibandingkan dengan studi oleh Sulthan Alvin (2021) di area Pasar Bandar Buat, yang melaporkan konsentrasi CO pada rentang 406,52  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga 512,59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>11</sup> Perbedaan ini memperkuat hipotesis bahwa risiko paparan CO

bersifat sangat lokal (*hyper-local*), di mana faktor pembeda seperti volume lalu lintas, efek topografi jalanan (*street canyon*), serta sirkulasi udara mikro menjadi determinan utama yang menghasilkan tingkat paparan yang berbeda secara signifikan antar-kawasan komersial dalam satu kota.

Lebih lanjut, jika ditempatkan dalam penelitian yang lebih luas, tingkat konsentrasi rata-rata di lokasi studi (setara dengan  $0,221 \text{ mg/m}^3$ ) berada pada ujung terendah dari rentang yang umum dilaporkan dalam literatur global. Sebagai perbandingan, data yang dirangkum oleh WHO dari berbagai studi oleh Lee et al menunjukkan bahwa tingkat CO rata-rata di berbagai lokasi urban berkisar antara  $0,35 \text{ mg/m}^3$  hingga  $4,56 \text{ mg/m}^3$ . Fakta bahwa temuan penelitian ini bahkan lebih rendah dari batas bawah rentang tersebut menunjukkan kondisi paparan yang relatif ringan di Jalan Pasar Baru pada saat pengukuran.

Kondisi ini berkontras tajam dengan penelitian oleh Eka Wahyuni, yang menemukan konsentrasi CO di lokasi studi lain bisa mencapai  $2,5 \text{ mg/m}^3$  hingga  $11,25 \text{ mg/m}^3$ , yang menggambarkan betapa ekstremnya variasi paparan yang mungkin terjadi.<sup>21</sup> Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa meskipun lokasi penelitian saat ini memenuhi standar baku mutu nasional dan bahkan tergolong rendah dalam konteks global, hal ini tidak serta-merta mencerminkan kondisi di semua area serupa, dan menegaskan kembali pentingnya analisis risiko berbasis lokasi spesifik untuk mendapatkan gambaran yang akurat mengenai potensi dampak kesehatan di setiap lingkungan mikro yang berbeda.

Gas karbon monoksida yang dapat dihasilkan baik dari proses alami maupun aktivitas manusia ini merupakan salah satu polutan utama yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan biomassa yang tidak sempurna. Paparan karbon monoksida pada konsentrasi tinggi dalam jangka waktu tertentu dapat berakibat fatal bagi manusia. Sementara itu, pada konsentrasi yang lebih tinggi dan jangka panjang, gas ini dapat menyebabkan masalah pada jantung, otak, dan sistem kardiovaskular.

Karbon monoksida yang terdapat di udara dapat dengan cepat masuk ke dalam tubuh, termasuk ke dalam darah, otak, jantung, dan otot. Ketika

dihirup, karbon monoksida akan segera diserap ke dalam aliran darah, diangkut ke alveoli, larut dalam plasma kapiler paru, dan berdifusi ke dalam eritrosit serta jaringan lainnya. Hemoglobin (Hb) dalam darah berfungsi untuk mengikat oksigen, tetapi karbon monoksida memiliki afinitas yang lebih tinggi untuk mengikat Hb dibandingkan oksigen, sehingga membentuk karboksihemoglobin (COHb) yang dapat mengganggu fungsi normal hemoglobin.<sup>5</sup>

## 2. Konsentrasi Referensi (RfC)

Untuk mengevaluasi tingkat risiko kesehatan pada populasi pedagang, penelitian ini menetapkan sebuah nilai konsentrasi referensi (RfC) yang berfungsi sebagai tolok ukur paparan aman terhadap karbon monoksida (CO). Nilai RfD, RfC, dan SF merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.<sup>15</sup>

Melalui pendekatan ini, ditetapkanlah nilai RfC sebesar 0,0125 mg/kg/hari yang menjadi acuan utama untuk proses karakterisasi risiko dalam studi ini. Maksud dari nilai 0,0125 mg/kg/hari ini adalah sebagai estimasi dosis harian maksimum yang dapat dihirup oleh populasi responden tanpa menimbulkan risiko efek kesehatan non-karsinogenik yang berarti. Dalam proses karakterisasi risiko, nilai ini berfungsi sebagai tolok ukur toksisitas untuk dibandingkan secara langsung dengan *intake* responden.

Pentingnya penetapan RfC ini tidak hanya sebagai angka pembanding, tetapi juga sebagai jembatan untuk memahami potensi dampak kesehatan. Efek kritis yang menjadi dasar penurunan nilai ini adalah respons kardiovaskular, termasuk perubahan detak jantung dan penurunan kapasitas pengangkutan oksigen oleh darah. Hal ini menjadi sangat relevan ketika dihubungkan dengan hasil kuesioner, di mana 32,4% responden melaporkan mengalami perubahan ritme detak jantung dan 40,5% merasakan pusing atau sakit kepala, gejala klasik dari hipoksia atau kekurangan oksigen akibat paparan CO.

Meskipun nilai konsentrasi pencemar di udara saat ini masih di bawah baku mutu, adanya keluhan kesehatan yang selaras dengan efek kritis CO

mengindikasikan bahwa populasi ini sudah menunjukkan kerentanan awal. Nilai RfC sebesar 0,0125 mg/kg/hari menjadi penegas ilmiah bahwa paparan CO di lokasi penelitian, meskipun tidak menimbulkan risiko akut, merupakan ancaman kronis yang nyata. Oleh karena itu, penetapan batas aman ini secara langsung menjadi justifikasi ilmiah yang kuat untuk merumuskan rekomendasi pengelolaan risiko yang proaktif, guna mencegah manifestasi gejala yang lebih serius dan meluas di masa mendatang.

### 3. Analisis Paparan

#### a. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas

Data mengenai karakteristik antropometri dan pola aktivitas sangat penting untuk diperoleh agar dapat menghitung nilai asupan (intake) karbon monoksida (CO) yang diterima oleh populasi yang berisiko. Karakteristik antropometri dan pola aktivitas mencakup umur, berat badan (Wb), lama paparan (tE), frekuensi paparan (fE), dan durasi paparan (Dt). Besarnya nilai intake berbanding lurus dengan konsentrasi zat pencemar, laju asupan, frekuensi paparan, dan durasi paparan. Artinya, semakin tinggi nilai variabel tersebut, semakin besar pula intake yang diterima oleh individu. Data mengenai karakteristik antropometri dan pola aktivitas sangat penting untuk diperoleh agar dapat menghitung nilai asupan (intake) karbon monoksida (CO) yang diterima oleh populasi yang berisiko.

Di sisi lain, variabel berat badan memiliki hubungan terbalik dengan nilai intake, yang berarti bahwa semakin tinggi berat badan seseorang, semakin rendah risiko kesehatan yang mungkin dihadapinya. Berat badan orang dewasa yang diukur berkisar antara 38 hingga 87 kg, dengan rata-rata 52,22 kg. Rata-rata berat badan ini lebih rendah dibandingkan dengan berat badan normal yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (Dirjen P2PL), yaitu 55 kg.

Pola aktivitas memiliki dampak signifikan terhadap nilai intake yang diterima oleh populasi, termasuk lama paparan dan frekuensi paparan. Pedagang kaki lima di lokasi penelitian biasanya bekerja minimal 4 jam, maksimal 9 jam dan rata-rata 6,8 jam dalam sehari. Nilai ini tidak jauh

berbeda dari penelitian yang dilakukan oleh Rionaldo, Sulistiyani, dan Mursyid (2017), yang mencatat lama pajanan rata-rata sebesar 7,4 jam per hari.<sup>22</sup> Penelitian oleh Ashar dan Rosliana (2018) juga menunjukkan bahwa semakin lama seseorang bekerja, semakin banyak zat berbahaya yang terpapar ke dalam tubuh akibat lingkungan kerja yang tidak sehat.<sup>23</sup>

Pola aktivitas berikutnya adalah frekuensi pajanan, yang berkisar antara 255 hari hingga 358 hari per tahun, dengan rata-rata 322 hari per tahun. Di sisi lain, durasi pajanan bervariasi, dengan nilai tertinggi 5 tahun dan terendah 1 tahun dengan rata-rata 2,2 tahun. Data frekuensi pajanan ini sedikit berbeda dari penelitian yang dilakukan oleh Eka Wahyuni dan rekan-rekannya (2018), yang mencatat frekuensi pajanan rata-rata sebesar 327,37 hari per tahun.<sup>21</sup>

#### b. Nilai Intake

Dalam analisis risiko kesehatan lingkungan, salah satu aspek penting yang dianalisis adalah besarnya *intake* atau asupan agen risiko terhadap tubuh manusia. Dalam konteks pajanan terhadap karbon monoksida (CO) di udara ambien, perhitungan *intake* dilakukan dengan mempertimbangkan dua pendekatan waktu, yaitu *lifetime exposure* dan *realtime exposure*.

Perhitungan *intake lifetime* digunakan untuk memperkirakan besarnya paparan harian CO per satuan berat badan (mg/kg(BB)/hari) yang diterima seseorang sepanjang masa hidupnya. Nilai ini dihitung berdasarkan faktor aktivitas harian rata-rata serta durasi pajanan jangka panjang, yang dalam studi ini mengacu pada periode 10, 20, dan 30 tahun atau setara dengan 10.950 hari, sesuai dengan acuan dalam pedoman teknis Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) oleh Kementerian Kesehatan RI (2012).<sup>15</sup>

Sementara itu, *intake realtime* memberikan gambaran mengenai jumlah paparan aktual yang telah diterima oleh individu sejak mereka mulai melakukan aktivitas tertentu (misalnya berdagang atau bekerja di lokasi tertentu) hingga waktu pelaksanaan penelitian. Pendekatan ini bersifat lebih kontekstual dan spesifik karena memperhitungkan riwayat pajanan

berdasarkan pengalaman aktual responden. Kedua pendekatan ini digunakan dalam tahapan analisis pemajanan dalam kerangka ARKL, yang merupakan bagian dari empat langkah utama.

Data yang digunakan dalam perhitungan dapat berasal dari dua sumber utama. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung konsentrasi CO di lokasi penelitian serta data antropometri dan pola pajanan responden, seperti berat badan dan lama bekerja. Sedangkan data sekunder berasal dari referensi baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah atau lembaga resmi seperti Kementerian Kesehatan dan Kementerian Lingkungan Hidup.

Penggunaan data primer dalam penelitian ini mengacu pada metode ARKL lapangan (*field study*), yang dinilai lebih representatif dalam menggambarkan kondisi riil paparan di lingkungan kerja informal, seperti lokasi aktivitas pedagang kaki lima. Hal ini sesuai dengan panduan yang tercantum dalam Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Kemenkes RI, 2012), yang menyarankan penggunaan data lapangan untuk memperkuat validitas estimasi risiko. Dengan menerapkan pendekatan *lifetime* dan *realtime*, perhitungan *intake* tidak hanya memberikan gambaran kuantitatif terhadap paparan CO, tetapi juga menjadi dasar dalam proses karakterisasi risiko, sehingga dapat digunakan untuk menentukan tingkat bahaya di lokasi penelitian.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *intake realtime* tertinggi adalah 0,0052 mg/kg/hari, yang diperoleh dari responden NS pada Titik 3. Sedangkan nilai terendah sebesar 0,0004 mg/kg/hari, tercatat pada responden RI di Titik 2. Rata-rata *intake realtime* seluruh responden adalah 0,0015 mg/kg/hari. Sementara itu, perhitungan *intake* selama 10 tahun menunjukkan nilai tertinggi sebesar 0,0107 mg/kg/hari, nilai tertinggi intake pajanan selama 20 tahun yaitu 0,0213 mg/kg/hari, dan nilai intake tertinggi pajanan *lifetime* selama 30 tahun sebesar 0,032 mg/kg/hari (responden FU, Titik 3).



Variasi nilai *intake* yang diperoleh antar responden menunjukkan adanya pengaruh dari berbagai faktor, seperti konsentrasi CO di lingkungan, berat badan individu, frekuensi paparan (hari/tahun), durasi paparan harian (jam/hari), dan lama waktu paparan (tahun). Secara teoretis, nilai *intake* memiliki hubungan positif dengan konsentrasi CO, laju inhalasi, durasi, dan frekuensi paparan, serta berbanding terbalik dengan berat badan dan periode waktu rata-rata. Seperti seorang responden dengan berat badan 87 kg memiliki nilai *intake realtime* sebesar 0,0004 mg/kg/hari, yang menunjukkan bahwa meskipun berat badan tinggi, risiko pajanan tetap ada apabila durasi atau intensitas paparan tinggi.

Meskipun nilai konsentrasi rata-rata dalam penelitian ini (0,2208 mg/m<sup>3</sup>) mungkin tampak lebih rendah dibandingkan beberapa studi di kota metropolitan yang sangat padat, hasil perhitungan *intake* dan karakterisasi risiko tetap menunjukkan adanya potensi bahaya. Perbedaan tingkat konsentrasi bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kepadatan lalu lintas, jenis kendaraan yang dominan (motor vs. mobil), kondisi meteorologi saat pengukuran (kecepatan angin, kelembapan), dan topografi lokasi penelitian. Namun, kesimpulan utamanya tetap sama: aktivitas harian di lingkungan tepi jalan raya dalam jangka waktu panjang berpotensi memberikan dosis paparan CO yang melebihi batas aman yang dapat diterima tubuh.

Selain itu, jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu oleh Ammaulidyyah (2021) yang dilakukan pada pedagang dipasar Kota Malang, nilai *intake* pedagang dengan berat badan 124,35 kg menunjukkan jumlah *intake* yang diterima sebesar 0,665 mg/kg/hari menunjukkan bahwa semakin tinggi berat badan pedagang semakin kecil nilai laju asupan yang diterima, sehingga nilai *intake* pun masih dalam batas aman.<sup>9</sup> Hasil *intake* pada responden dengan berat badan tertinggi pada penelitian Ammaulidyyah lebih tinggi dari hasil penelitian ini dimana nilai *intake* pada responden dengan berat badan tertinggi yaitu 87 kg menunjukkan jumlah *intake* yang diterima sebesar 0,0039 mg/kg/hari.

Temuan ini juga konsisten dengan hasil yang dilaporkan oleh Okta Risa (2018), yang menyatakan bahwa paparan CO di Jalan M. Yamin juga masih dalam batas aman jika dianalisis menggunakan pendekatan *lifetime exposure*.<sup>10</sup> Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa pemahaman terhadap paparan CO tidak hanya ditentukan oleh nilai konsentrasi lingkungan semata, tetapi juga memerlukan analisis menyeluruh terhadap data antropometri, karakteristik aktivitas, serta durasi dan frekuensi paparan setiap individu. Pendekatan ini penting sebagai dasar dalam karakterisasi risiko.

Namun, jika dihitung lebih jauh hingga paparan intake lifetime hingga 30 tahun, terjadi peningkatan nilai intake pada paparan selama 10 tahun, 20 tahun, hingga 30 tahun. Nilai intake paling berisiko yang telah dihitung sebelumnya menunjukkan nilai yang selalu meningkat setiap 10 tahunnya. Nilai intake paling berisiko dengan paparan *realtime* yaitu paparan selama 5 tahun mendapatkan nilai intake 0,008 mg/kg/hari. Lalu pada paparan selama 10 tahun, didapatkan nilai intake sebesar 0,015 mg/kg/hari. Begitupula dengan nilai intake pada paparan selama 20 tahun mendapatkan nilai intake sebesar 0,031 mg/kg/hari. Hingga nilai intake sebesar 0,046 mg/kg/hari pada paparan *lifetime* selama 30 tahun mendatang.

Implikasi dari temuan ini adalah perlunya peningkatan kesadaran mengenai risiko kesehatan bagi pekerja sektor informal di lingkungan jalan raya dalam rentang waktu jangka panjang. Walaupun nilai intake *realtime* paparan saat ini masih dalam kategori aman, namun dapat dilihat nilai paparan akan meningkat seiring waktu hingga dapat menyebabkan risiko kesehatan pada pedagang kaki lima.

#### 4. Karakterisasi Risiko

Tahap final dalam kerangka kerja ARKL pada penelitian ini adalah kuantifikasi tingkat risiko melalui karakterisasi risiko. Pada tahap ini, potensi dampak kesehatan dari paparan CO pada populasi pedagang dievaluasi secara kuantitatif dengan membandingkan dosis paparan yang diterima setiap individu (nilai *intake*) dengan batas paparan aman yang dapat ditoleransi tubuh

(nilai RfD sebesar 0,0125 mg/kg/hari). Perbandingan ini menghasilkan nilai *Risk Quotient* (RQ), di mana  $RQ < 1$  mengindikasikan risiko yang dapat diterima, sementara  $RQ \geq 1$  menandakan adanya potensi dampak kesehatan yang perlu diwaspadai.

Hasil analisis karakterisasi risiko menunjukkan sebuah paradoks yang menjadi temuan utama penelitian ini. Untuk paparan jangka pendek (*realtime*), nilai RQ seluruh responden (100%) berada di bawah angka 1, dengan nilai rata-rata 0,1228. Hal ini mengindikasikan bahwa pada saat ini, aktivitas berdagang di Jalan Pasar Baru belum menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan bagi para pedagang. Temuan ini konsisten dengan hasil pengukuran konsentrasi CO di lokasi yang masih berada jauh di bawah baku mutu udara ambien nasional.

Akan tetapi, gambaran berubah secara drastis ketika risiko diproyeksikan untuk paparan jangka panjang (*lifetime*). Analisis menunjukkan adanya peningkatan risiko yang mengkhawatirkan seiring berjalannya waktu. Pada proyeksi 10 tahun, seluruh responden masih berada dalam kategori aman ( $RQ < 1$ ). Akan tetapi, pada proyeksi 20 tahun, ditemukan bahwa 54% responden mulai memasuki kategori berisiko ( $RQ \geq 1$ ). Angka ini melonjak tajam pada proyeksi 30 tahun, di mana 95% responden diperkirakan akan berisiko mengalami dampak kesehatan non-karsinogenik. Rata-rata RQ *lifetime* mencapai 1,58, dengan nilai tertinggi tercatat sebesar 2,56, yang menegaskan adanya ancaman kesehatan kronis yang nyata.

Temuan ini menggambarkan sebuah prinsip penting bahwa paparan kronis pada level rendah yang terjadi secara terus-menerus dapat lebih berbahaya dalam jangka panjang. Jika dibandingkan dengan penelitian lain, hasil ini menunjukkan karakteristik unik dari populasi studi. Misalnya, penelitian oleh Rionaldo di Semarang menemukan adanya risiko pada paparan *realtime* dan *lifetime* sebesar 8,6%, yang menunjukkan kondisi paparan awal yang lebih tinggi..<sup>22</sup> Sebaliknya, penelitian di Sidoarjo tidak menemukan adanya risiko sama sekali, kemungkinan karena durasi atau intensitas paparan yang lebih rendah..<sup>24</sup>

Perbedaan ini memperkuat argumen bahwa risiko di Jalan Pasar Baru bersifat laten. Meskipun konsentrasi CO saat ini tidak se-ekstrem beberapa lokasi lain, kombinasi antara durasi pajanan harian yang panjang dan frekuensi pajanan yang tinggi menciptakan sebuah "bom waktu" kesehatan. Paparan yang dialami pedagang setiap hari secara perlahan namun pasti akan terakumulasi hingga melampaui kemampuan tubuh untuk mentoleransinya dalam dua hingga tiga dekade mendatang.

Setelah mempertimbangkan seluruh hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa meskipun tidak ada bahaya langsung, paparan CO di Jalan Pasar Baru merupakan ancaman kesehatan jangka panjang yang serius. Secara fisiologis, paparan CO yang berkelanjutan memaksa jantung untuk bekerja lebih keras dalam memompa darah guna mengkompensasi berkurangnya kapasitas pengangkutan oksigen oleh hemoglobin. Dalam jangka waktu puluhan tahun, beban kerja ekstra pada jantung ini dapat memicu atau memperburuk kondisi patologis seperti aterosklerosis (pengerasan pembuluh darah), iskemia miokard, dan peningkatan risiko kejadian kardiovaskular lainnya.

Kondisi ini harus dimonitor secara berkala, mengingat potensi peningkatan emisi di masa depan akibat bertambahnya volume kendaraan. Oleh karena itu, temuan ini menjadi dasar yang kuat untuk segera merancang dan mengimplementasikan upaya pengelolaan risiko yang proaktif, guna mencegah manifestasi gangguan kesehatan yang lebih serius, terutama pada sistem kardiovaskular, pada populasi pedagang di masa yang akan datang.

## 5. Pengelolaan Risiko

### a) Strategi Pengelolaan Risiko

#### Penentuan Batas Aman

##### 1) Penentuan Batas Aman ( $C_{\text{aman}}$ )

Nilai konsentrasi aman ( $C_{\text{aman}}$ ) untuk paparan karbon monoksida (CO) diperoleh sebesar  $0,097 \text{ mg/m}^3$  yang menunjukkan ambang batas paparan CO yang masih dapat diterima oleh tubuh tanpa menimbulkan risiko kesehatan, dengan mempertimbangkan berat badan, durasi pajanan harian, serta periode eksposur jangka panjang selama 20 tahun.

Menurut ambang batas maksimum yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, dalam regulasi tersebut, nilai ambang batas paparan CO ditetapkan sebesar  $10 \text{ mg/m}^3$  ( $10.000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ) untuk durasi pengukuran 1 jam. Dengan demikian, hasil perhitungan konsentrasi aman dalam penelitian ini masih konsisten dengan standar nasional, terutama untuk durasi pajanan menengah hingga panjang. Namun, temuan ini sekaligus mengindikasikan bahwa jika paparan terjadi terus-menerus melebihi nilai  $C_{\text{aman}}$  yang dihitung, maka dapat menimbulkan risiko kesehatan jangka panjang bagi populasi terpapar, khususnya kelompok rentan seperti pedagang kaki lima.

## 2) Penentuan Waktu Pajanan Aman ( $tE_{\text{aman}}$ )

Waktu pajanan aman ( $tE_{\text{aman}}$ ) terhadap karbon monoksida (CO) adalah sebesar 3,7 jam per hari. Nilai ini menunjukkan durasi maksimum seseorang dapat terpapar CO setiap harinya dalam kondisi konsentrasi udara yang diukur, agar asupan zat tetap berada di bawah nilai ambang batas.

Nilai  $tE_{\text{aman}}$  yang diperoleh menunjukkan bahwa paparan yang lebih dari 3,7 jam per hari dalam kondisi lingkungan yang sama berpotensi melebihi batas aman intake CO harian, terutama jika berlangsung secara rutin dalam jangka panjang. Jika dibandingkan dengan waktu pajanan aktual responden di lapangan, yang umumnya berkisar antara 4 hingga 9 jam per hari, maka nilai  $tE_{\text{aman}}$  ini jauh lebih rendah. Dengan hal ini, maka penting untuk memastikan bahwa asupan harian CO tetap berada dalam batas aman sesuai standar yang berlaku.

## 3) Penentuan Frekuensi Aman ( $fE_{\text{aman}}$ )

Frekuensi paparan aman ( $fE_{\text{aman}}$ ) terhadap karbon monoksida (CO) adalah sebesar 146 hari per tahun. Artinya, dalam kondisi konsentrasi CO lingkungan seperti yang terukur pada lokasi penelitian, seseorang dengan karakteristik berat badan dan pola aktivitas tertentu hanya dapat terpapar CO selama maksimal 146 hari dalam setahun agar asupan hariannya tidak melebihi nilai ambang batas.

Hasil  $fE_{\text{aman}}$  tersebut menunjukkan bahwa apabila individu terpapar lebih dari 146 hari dalam setahun dengan durasi dan konsentrasi yang sama, maka terdapat risiko intake CO melebihi batas aman, yang dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan, khususnya pada sistem pernapasan. Apabila dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan, di mana pedagang kaki lima umumnya bekerja selama ( $\pm 255$ -358 hari per tahun), maka nilai  $fE_{\text{aman}}$  yang diperoleh ini jauh lebih rendah.

b) Cara Pengelolaan Risiko

1) Pendekatan Teknologi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di sepanjang Jalan Pasar Baru, Kota Padang, ditemukan bahwa responden akan mulai berisiko pada tahun ke 20 hingga pajanan selama 30 tahun. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi risiko kesehatan jangka panjang bagi pedagang kaki lima yang secara konsisten terpapar CO dalam aktivitas sehari-hari.

Untuk menanggulangi hal tersebut, diperlukan langkah penting adalah dengan melakukan strategi berbasis lingkungan yang bersifat jangka panjang, salah satunya melalui fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan metode bioremediasi yang menggunakan tanaman sebagai agen alami untuk menyerap, mengakumulasi, atau mengubah polutan di lingkungan menjadi bentuk yang tidak berbahaya. Beberapa spesies tanaman diketahui memiliki kemampuan dalam menyerap gas CO dari udara melalui proses fisiologis, seperti penyerapan melalui stomata daun dan adsorpsi permukaan.

Penerapan fitoremediasi dalam bentuk penanaman vegetasi penyerap CO di sepanjang tepi jalan dapat berfungsi ganda, baik sebagai elemen penghijauan maupun sebagai sarana pengendalian kualitas udara. Jalur hijau yang dirancang secara strategis dapat berperan sebagai filter alami untuk menurunkan kadar polusi, khususnya di wilayah dengan lalu lintas kendaraan bermotor yang tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan

penelitian Izzah (2018), yang menunjukkan bahwa semakin luas area hijau yang ditanami di sepanjang jalan raya, maka semakin besar pula kapasitasnya dalam menyerap gas polutan seperti karbon monoksida. Jalur hijau juga memiliki kontribusi penting dalam menciptakan lingkungan kota yang lebih sehat dan mendukung kualitas hidup masyarakat<sup>25</sup>. Berikut adalah beberapa tanaman tersebut:

Tabel 4. 7 Jenis Tanaman Yang Dapat Mereduksi CO<sup>26</sup>

| No | Nama Lokal | Nama Ilmiah             | Daya Serap CO (kg/pohon/tahun) | Gambar                                                                               |
|----|------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Trembesi   | <i>Samanea saman</i>    | 28.448,39                      |   |
| 2. | Cassia     | <i>Cassia sp</i>        | 5.295,47                       |  |
| 3. | Kenanga    | <i>Canangium adorum</i> | 756,59                         |  |

| No | Nama Lokal | Nama Ilmiah               | Daya Serap CO (kg/pohon/tahun) | Gambar                                                                              |
|----|------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Pingku     | <i>Dysoxylum excelsum</i> | 720,49                         |   |
| 5. | Beringin   | <i>Ficus benyamina</i>    | 535,90                         |  |

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2015

## 2) Pendekatan Sosial-Ekonomis

Pendekatan sosial-ekonomis dalam pengelolaan risiko bertujuan untuk melibatkan masyarakat secara aktif, mempertimbangkan kondisi sosial dan ekonomi kelompok berisiko, serta mendorong kemandirian dalam mengurangi risiko. Pengelolaan risiko paparan karbon monoksida (CO) terhadap pedagang kaki lima dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, salah satunya adalah pendekatan sosial-ekonomis.

Pendekatan ini menitikberatkan pada pemberdayaan masyarakat, efisiensi dalam pelaksanaan, serta upaya adaptif yang sesuai dengan kondisi sosial dan ekonomi kelompok berisiko. Dalam konteks penelitian ini, pedagang kaki lima sebagai populasi yang rentan perlu diberikan perlindungan melalui strategi yang partisipatif dan terjangkau.



Salah satu bentuk penerapan pendekatan ini adalah pelibatan pihak lain seperti komunitas lokal, organisasi pedagang, dan LSM dalam kegiatan edukatif mengenai dampak paparan CO serta pentingnya penggunaan alat pelindung diri (APD). Edukasi ini dapat meningkatkan kesadaran dan kapasitas individu dalam menghadapi risiko lingkungan. Selain itu, strategi substitusi dapat dilakukan dengan memindahkan lokasi berdagang ke area yang lebih rendah tingkat polusinya, atau mengatur ulang jam operasional pedagang agar tidak bertepatan dengan waktu padat lalu lintas.

### 3) Pendekatan Institusional

Pengelolaan risiko juga dapat ditempuh melalui pendekatan institusional. Pendekatan ini melibatkan mekanisme kerja antarinstansi dan lembaga pemerintah dalam mendukung pengendalian risiko secara sistemik dan terstruktur. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan institusional dapat dilakukan melalui kerjasama antarinstansi seperti Dinas Kesehatan, Dinas Lingkungan Hidup, dan pemerintah kota untuk merancang zonasi area berdagang yang lebih aman, menyediakan fasilitas pengukuran kualitas udara, serta menyusun regulasi perlindungan terhadap kelompok informal.

Selain itu, penguatan fungsi pengawasan oleh pemerintah juga perlu dilakukan secara rutin dan terencana, misalnya dengan pengukuran kadar CO secara berkala dan terbuka di wilayah padat aktivitas ekonomi. Lebih lanjut, hasil dari penelitian ini dapat disampaikan kepada instansi yang berwenang dalam bentuk laporan atau rekomendasi kebijakan, guna mendorong pemerintah mengambil tindakan berdasarkan bukti ilmiah. Dengan demikian, pendekatan institusional dapat mendorong terciptanya kebijakan yang tidak hanya responsif terhadap situasi lokal, tetapi juga selaras dengan prinsip kesehatan lingkungan yang berkelanjutan.

### c) Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko merupakan bagian penting dalam upaya penyampaian informasi kepada kelompok masyarakat yang memiliki

tingkat kerentanan tinggi terhadap bahaya lingkungan. Dalam konteks penelitian ini, populasi yang dimaksud adalah pedagang kaki lima (PKL) yang beraktivitas di sepanjang Jalan Pasar Baru, Kota Padang. Bentuk komunikasi risiko yang dapat dilakukan mencakup pemberian informasi serta kegiatan sosialisasi mengenai potensi bahaya yang ditimbulkan oleh paparan gas karbon monoksida (CO), terutama yang berasal dari emisi kendaraan bermotor di sekitar lokasi berjualan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis risiko kesehatan lingkungan gas karbon monoksida (CO) pada pedagang kaki lima di sepanjang Jalan Pasar Baru, Kecamatan Pauh, Kota Padang tahun 2025 dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah teridentifikasi adanya bahaya paparan gas CO pada pedagang kaki lima di Jalan Pasar Baru, dengan konsentrasi terukur di lokasi penelitian berkisar antara  $211,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga  $237,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan rata-rata sebesar  $220,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
2. Hasil analisis dosis-respons menetapkan nilai Konsentrasi Referensi (RfC) untuk paparan CO sebesar  $0,0125 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$ .
3. Hasil perhitungan *intake realtime* didapatkan nilai *intake realtime* maksimum yaitu  $0,0052 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$  dan nilai *intake minimum* sebesar  $0,0004 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$  dan angka *intake rata-rata* yang nilainya  $0,0015$ . Hasil perhitungan *intake lifetime* didapatkan nilai *intake lifetime* maksimum yaitu  $0,032 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$ , angka *intake minimum* yang nilainya  $0,01 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$  dan angka *intake rata-rata* yang nilainya  $0,0198$ .
4. Karakterisasi risiko menunjukkan bahwa seluruh responden (100%) tidak berisiko pada paparan saat ini (*realtime*) dengan nilai  $RQ \leq 1$ . Akan tetapi, pada proyeksi paparan *lifetime* 30 tahun, 95% responden berada dalam kategori berisiko dengan nilai  $RQ > 1$ .
5. Analisis pengelolaan risiko menetapkan bahwa untuk melindungi kesehatan pedagang dalam jangka panjang, batas waktu pajanan aman ( $tE_{\text{aman}}$ ) di lokasi tersebut adalah  $3,7 \text{ jam}/\text{hari}$ , dengan batas konsentrasi aman ( $C_{\text{aman}}$ ) sebesar  $0,097 \text{ mg}/\text{m}^3$  dan frekuensi pajanan aman ( $fE_{\text{aman}}$ ) selama  $146 \text{ hari}/\text{tahun}$ .

## B. Saran

### 1. Bagi Institusi

Mengacu pada temuan penelitian mengenai potensi risiko kesehatan jangka panjang akibat paparan gas CO pada pedagang kaki lima, maka disarankan kepada instansi-instansi terkait sebagai berikut:

- a. Melakukan pemantauan kualitas udara secara berkala. Sebaiknya Dinas Kesehatan dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang secara rutin melakukan pengukuran kualitas udara di sekitar area Jalan Pasar Baru. Langkah ini penting sebagai bentuk deteksi dini dan pengendalian risiko terhadap paparan CO yang bersifat kronis.
- b. Menargetkan pengendalian pada sumber pencemar melalui uji emisi. Sebaiknya Dinas Perhubungan bekerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup untuk menggalakkan dan memperketat program uji emisi kendaraan bermotor secara berkala. Pengawasan terhadap kelaikan emisi, terutama pada angkutan umum dan kendaraan berusia tua, merupakan strategi proaktif untuk menekan tingkat polusi CO langsung dari sumbernya.
- c. Melaksanakan program penghijauan (fitoremediasi). Penanaman pohon atau tanaman yang terbukti mampu menyerap polusi udara sangat disarankan sebagai langkah mitigasi alami. Kegiatan ini tidak hanya akan membantu menurunkan kadar CO di udara ambien, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar.

### 2. Bagi Pedagang Kaki Lima

Diharapkan para pedagang kaki lima memiliki kesadaran yang lebih tinggi terhadap pentingnya menjaga kesehatan diri. Upaya ini dapat dilakukan dengan mengenali berbagai potensi bahaya yang mungkin timbul dari lingkungan tempat beraktivitas, serta menerapkan langkah-langkah pencegahan yang sesuai. Salah satu bentuk pencegahan yang dapat dilakukan adalah menggunakan masker selama berjualan guna meminimalkan paparan polusi udara. Selain itu, pedagang juga disarankan

untuk menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), seperti mengonsumsi makanan bergizi, rutin melakukan aktivitas fisik, menjaga keseimbangan pola hidup, dan menghindari kebiasaan merokok yang dapat memperburuk kondisi kesehatan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Published Online 2023.
2. Kementerian Lingkungan Hidup. Memprakirakan Dampak Lingkungan: Kualitas Udara.; 2007.
3. Darmawan R, Kesehatan D, Fakultas L, Masyarakat K. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kadar No 2 Serta Keluhan Kesehatan Petugas Pemungut Karcis Tol *Environmental Health Risk Assessment Of NO 2 Ambient Level And Toll Collectors Officer'S Health Complaints*. J Kesehat Lingkuingan No1. 2018;10(2):116-125.
4. Prabowo K, Muslim B. Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan Penyehatan Udara. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan; 2018.
5. *U.S. Department Of Health And Human Services. Toxicological Profile For Carbon Monoxide. Published Online 2012.*
6. Badan Pusat Statistik Kota padang, Jumlah Kendaraan Kota Padang <https://Padangkota.Bps.Go.Id/Id/Statistics-Table/2/Otujmg==/JumlahKendaraan-.Html>
7. Jusuf H, Prasetya E, Igrisa N. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Particulate Matter (PM10) Dan Karbon Monoksida (CO) Pada Masyarakat Di Desa Buata Kecamatan Botupingge. Jur Kesehat Masyarakat, Univ Negeri Gorontalo. 2023;23(1):187.Doi:10.32382/Sulolipu.V23i1.3155
8. Nurfadillah AR, Petasule S. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO Dan TSP) Di Ruas Jalan Wilayah Bone Bolango. *J Heal Sci Gorontalo J Heal Sci Community*. 2022;6(2):76-89. Doi:10.35971/Gojhes.V5i3.13544
9. Lestari A, Subhi M, Yuniastuti T. Analisis Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan CO Pada Pedagang Di Pasar Kota Malang. *Media Husada Journal Environmental Health*. 2021;1(1):1-6.
10. Risa O. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Pedagang Kaki Lima Di Jalan Samudra Kota Padang Tahun 2019.; 2019.
11. Faiz SA, Firdani F, Rahmah SP. Analisis Risiko Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Di Sepanjang Jalan Depan Pasar Bandar

- Buat Kota Padang Tahun 2021. *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan*. 2021;2(2):71-82. Doi:10.25077/Jk31.2.2.71-82.2021
12. T.Irianti T, Sugiyanto, Kuswadi M, Nuranto S. *Toksikologi Lingkungan*.; 2017.
  13. Badan Standardisasi Nasional. SNI 19-7119.9-2005 Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*. Badan Standar Nasional. Published Online 2005:1-12.
  14. Ir P, Bachtiar VS, Ph D, Indah PS, Ph D, Asisten T. *Laboratorium Kualitas Udara Kepala Laboratorium Kualitas Udara*
  15. Kementerian Kesehatan DJ PP Dan PL. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*.; 2012.
  16. Rahman A, *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Lingkungan*, FKM-UI , Depok KUI. *Prinsip Dasar, Metode, Dan Aplikasi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*. Published Online 2014:7-9.
  17. *U.S. Environmental Protection Agency, Et Al. A Review Of The Reference Dose And Reference Concentration Processes*.
  18. Nanda AM. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Mangan Pada Air Sumur Masyarakat Kelurahan Koto Pulai Kecamatan Koto Tangah Tahun 2024*. Universitas Andalas; 2024.
  19. Adiputra IMS, Trisnadewi NW, Oktaviani NPW, Munthe SA. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Yayasan Kita Menulis; 2021.
  20. Irmawartini, Nurhaedah. *Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan Metodologi Penelitian*. 1st Ed. (Said A, Ed.). Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan; 2017.
  21. Wahyuni E, Hanani YD, Setiani O. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida Pada Pedagang Kaki Lima (Studi Kasus Jalan Setiabudi Semarang)*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2018;6(6):87-93. [Http://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm](http://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm)
  22. Elen R. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Akibat Paparan Karbon Monoksida (CO) Melalui Inhalasi Pada Pedagang Di Sepanjang Jalan Depan Pasar Projo Ambarawa Kabupaten Semarang*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2017;5(5):824-831.

23. Hasairin A, Siregar R. Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (Co) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan. *Jurnal Biosains*. 2018;4(1):62. Doi:10.24114/Jbio.V4i1.9841
24. Hunafa N. *Environmental Health Risk Assessment Of Carbon Monoxide Exposure For Security Guards And Ticketing Officers At Safe N Lock Sidoarjo*. 2025;5(2):74-83.
25. Nur Izzah A, Nasrullah N, Sulistyantara B. *The Effectivity Of Roadside Green Belt In Reducing The Concentration Of CO Gas Pollutant*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 2019;24(4):337-342. Doi:10.18343/Jipi.24.4.337
26. Kementerian Lingkungan Hidup. *Juknis Penanaman Spesies Pohon Penyerap Polutan Udara*. 2015. Published Online 2015:1-128.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian



Wawancara dengan responden



Pengukuran berat badan responden



Pengambilan sampel di titik 1



Pengambilan sampel di titik 2



Pengambilan sampel di titik 3



Pembacaan hasil sampel



Hasil uji sampel pada  
spektrofotometer



Pengukuran kecepatan angin



Pengukuran suhu dan kelembapan

Lampiran 2 Master Tabel Data Responden

| MASTER TABEL PAJANAN CO |      |         |         |          |      |         |         |         |          |          |               |         |       |        |
|-------------------------|------|---------|---------|----------|------|---------|---------|---------|----------|----------|---------------|---------|-------|--------|
| NO                      | NAMA | UMUR    | Jen Kel | C        | R    | dE      | Fe      | De RT   | De 10 Th | De 20 Th | De LT (30 Th) | Wb      | Targ  | RfC    |
| 1                       | SE   | 23      | P       | 0,212    | 0,84 | 7       | 307     | 1       | 10       | 20       | 30            | 48      | 10950 | 0,0125 |
| 2                       | AG   | 19      | L       | 0,212    | 0,83 | 7,5     | 307     | 2       | 10       | 20       | 30            | 58      | 10950 | 0,0125 |
| 3                       | AL   | 22      | L       | 0,212    | 0,84 | 7       | 355     | 2       | 10       | 20       | 30            | 55      | 10950 | 0,0125 |
| 4                       | ILA  | 23      | P       | 0,212    | 0,83 | 6       | 255     | 1       | 10       | 20       | 30            | 48      | 10950 | 0,0125 |
| 5                       | WA   | 28      | L       | 0,212    | 0,84 | 6       | 351     | 3       | 10       | 20       | 30            | 68      | 10950 | 0,0125 |
| 6                       | SA   | 26      | P       | 0,212    | 0,83 | 7       | 259     | 2       | 10       | 20       | 30            | 55      | 10950 | 0,0125 |
| 7                       | AK   | 29      | L       | 0,212    | 0,84 | 6,5     | 358     | 3       | 10       | 20       | 30            | 62      | 10950 | 0,0125 |
| 8                       | LA   | 30      | P       | 0,212    | 0,83 | 7       | 265     | 1       | 10       | 20       | 30            | 70      | 10950 | 0,0125 |
| 9                       | WT   | 35      | P       | 0,212    | 0,84 | 7       | 335     | 4       | 10       | 20       | 30            | 75      | 10950 | 0,0125 |
| 10                      | HR   | 21      | L       | 0,212    | 0,83 | 8       | 358     | 2       | 10       | 20       | 30            | 49      | 10950 | 0,0125 |
| 11                      | WTJ  | 24      | P       | 0,212    | 0,84 | 7,5     | 355     | 1,4     | 10       | 20       | 30            | 54      | 10950 | 0,0125 |
| 12                      | AL   | 25      | L       | 0,212    | 0,83 | 7,5     | 355     | 1,1     | 10       | 20       | 30            | 71      | 10950 | 0,0125 |
| 13                      | HR   | 25      | L       | 0,213    | 0,84 | 7       | 353     | 1,6     | 10       | 20       | 30            | 46      | 10950 | 0,0125 |
| 14                      | IL   | 22      | P       | 0,213    | 0,83 | 7,5     | 351     | 1,3     | 10       | 20       | 30            | 52      | 10950 | 0,0125 |
| 15                      | ST   | 21      | L       | 0,213    | 0,84 | 7       | 355     | 1,5     | 10       | 20       | 30            | 65      | 10950 | 0,0125 |
| 16                      | WS   | 19      | L       | 0,213    | 0,83 | 8       | 309     | 5       | 10       | 20       | 30            | 45      | 10950 | 0,0125 |
| 17                      | NO   | 30      | L       | 0,213    | 0,84 | 5       | 303     | 1,8     | 10       | 20       | 30            | 50      | 10950 | 0,0125 |
| 18                      | U    | 21      | L       | 0,213    | 0,83 | 6,5     | 351     | 1       | 10       | 20       | 30            | 55      | 10950 | 0,0125 |
| 19                      | SC   | 25      | P       | 0,213    | 0,84 | 6,5     | 355     | 2       | 10       | 20       | 30            | 49      | 10950 | 0,0125 |
| 20                      | ML   | 19      | P       | 0,213    | 0,83 | 8       | 255     | 1,2     | 10       | 20       | 30            | 49      | 10950 | 0,0125 |
| 21                      | CA   | 25      | L       | 0,213    | 0,84 | 6       | 255     | 1,5     | 10       | 20       | 30            | 74      | 10950 | 0,0125 |
| 22                      | MA   | 26      | L       | 0,213    | 0,83 | 6,5     | 351     | 1,8     | 10       | 20       | 30            | 71      | 10950 | 0,0125 |
| 23                      | WN   | 23      | P       | 0,213    | 0,84 | 9       | 351     | 3       | 10       | 20       | 30            | 55      | 10950 | 0,0125 |
| 24                      | IP   | 20      | L       | 0,213    | 0,83 | 7,5     | 310     | 5       | 10       | 20       | 30            | 53      | 10950 | 0,0125 |
| 25                      | RT   | 29      | L       | 0,213    | 0,84 | 6       | 351     | 1       | 10       | 20       | 30            | 87      | 10950 | 0,0125 |
| 26                      | IA   | 29      | L       | 0,238    | 0,83 | 6       | 311     | 5       | 10       | 20       | 30            | 70      | 10950 | 0,0125 |
| 27                      | WT   | 23      | P       | 0,248    | 0,84 | 4       | 335     | 1,3     | 10       | 20       | 30            | 56      | 10950 | 0,0125 |
| 28                      | AL   | 22      | L       | 0,238    | 0,83 | 5       | 335     | 3       | 10       | 20       | 30            | 51      | 10950 | 0,0125 |
| 29                      | AM   | 22      | L       | 0,248    | 0,84 | 5       | 305     | 1       | 10       | 20       | 30            | 47      | 10950 | 0,0125 |
| 30                      | LK   | 30      | L       | 0,238    | 0,83 | 8       | 269     | 1       | 10       | 20       | 30            | 50      | 10950 | 0,0125 |
| 31                      | AN   | 25      | L       | 0,248    | 0,84 | 7       | 310     | 1,6     | 10       | 20       | 30            | 55      | 10950 | 0,0125 |
| 32                      | NS   | 19      | L       | 0,238    | 0,83 | 7       | 311     | 5       | 10       | 20       | 30            | 38      | 10950 | 0,0125 |
| 33                      | SV   | 23      | P       | 0,248    | 0,84 | 7       | 338     | 5       | 10       | 20       | 30            | 59      | 10950 | 0,0125 |
| 34                      | GI   | 29      | P       | 0,238    | 0,83 | 8       | 321     | 1       | 10       | 20       | 30            | 71      | 10950 | 0,0125 |
| 35                      | YTI  | 30      | P       | 0,248    | 0,84 | 7       | 312     | 1,3     | 10       | 20       | 30            | 70      | 10950 | 0,0125 |
| 36                      | FI   | 29      | L       | 0,238    | 0,83 | 8,5     | 355     | 4       | 10       | 20       | 30            | 75      | 10950 | 0,0125 |
| 37                      | FTI  | 22      | P       | 0,248    | 0,84 | 8       | 310     | 2       | 10       | 20       | 30            | 42      | 10950 | 0,0125 |
| rata rata               |      | 24,6757 | 15      | 0,220784 |      | 6,89189 | 322,216 | 2,23514 |          |          |               | 58,2162 |       |        |
| maks                    |      | 35      | 22      | 0,248    |      | 9       | 358     | 5       |          |          |               | 87      |       |        |
| min                     |      | 19      | 37      | 0,212    |      | 4       | 255     | 1       |          |          |               | 38      |       |        |

Lampiran 3 Master Tabel Paparan CO Per Titik Sampel

| MASTER TABEL PAJANAN CO |        |                |               |          |                |               |          |                |                   |               |                |
|-------------------------|--------|----------------|---------------|----------|----------------|---------------|----------|----------------|-------------------|---------------|----------------|
| Isotake RT              | RQ RT  | Ket RQ RT      | Isotake 10 Th | RQ 10 Th | Ket RQ         | Isotake 20 Th | RQ 20 Th | Ket RQ         | Isotake LT(30 Th) | RQ LT (30 th) | Ket RQ LT      |
| 0,0007                  | 0,046  | Tidak Berisiko | 0,0072        | 0,576    | Tidak Berisiko | 0,0144        | 1,152    | Berisiko       | 0,0216            | 1,728         | Berisiko       |
| 0,0013                  | 0,104  | Tidak Berisiko | 0,0084        | 0,512    | Tidak Berisiko | 0,0128        | 1,024    | Berisiko       | 0,0192            | 1,536         | Berisiko       |
| 0,0015                  | 0,12   | Tidak Berisiko | 0,0073        | 0,584    | Tidak Berisiko | 0,0145        | 1,16     | Berisiko       | 0,0218            | 1,744         | Berisiko       |
| 0,0005                  | 0,04   | Tidak Berisiko | 0,0051        | 0,408    | Tidak Berisiko | 0,0102        | 0,816    | Tidak Berisiko | 0,0154            | 1,232         | Berisiko       |
| 0,0015                  | 0,12   | Tidak Berisiko | 0,005         | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,01          | 0,8      | Tidak Berisiko | 0,0149            | 1,192         | Berisiko       |
| 0,0011                  | 0,068  | Tidak Berisiko | 0,0053        | 0,424    | Tidak Berisiko | 0,0106        | 0,848    | Tidak Berisiko | 0,0159            | 1,272         | Berisiko       |
| 0,0018                  | 0,144  | Tidak Berisiko | 0,006         | 0,48     | Tidak Berisiko | 0,0121        | 0,968    | Tidak Berisiko | 0,0181            | 1,448         | Berisiko       |
| 0,0004                  | 0,032  | Tidak Berisiko | 0,0043        | 0,344    | Tidak Berisiko | 0,0085        | 0,68     | Tidak Berisiko | 0,0128            | 1,024         | Berisiko       |
| 0,002                   | 0,16   | Tidak Berisiko | 0,005         | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,01          | 0,8      | Tidak Berisiko | 0,0151            | 1,208         | Berisiko       |
| 0,0019                  | 0,132  | Tidak Berisiko | 0,0094        | 0,752    | Tidak Berisiko | 0,0188        | 1,504    | Berisiko       | 0,0282            | 2,256         | Berisiko       |
| 0,0011                  | 0,068  | Tidak Berisiko | 0,0079        | 0,632    | Tidak Berisiko | 0,0156        | 1,264    | Berisiko       | 0,0238            | 1,904         | Berisiko       |
| 0,0008                  | 0,064  | Tidak Berisiko | 0,006         | 0,48     | Tidak Berisiko | 0,0121        | 0,968    | Tidak Berisiko | 0,0181            | 1,448         | Berisiko       |
| 0,0014                  | 0,112  | Tidak Berisiko | 0,0087        | 0,696    | Tidak Berisiko | 0,0173        | 1,384    | Berisiko       | 0,026             | 2,08          | Berisiko       |
| 0,0011                  | 0,068  | Tidak Berisiko | 0,0082        | 0,656    | Tidak Berisiko | 0,0163        | 1,304    | Berisiko       | 0,0245            | 1,96          | Berisiko       |
| 0,0009                  | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,0062        | 0,496    | Tidak Berisiko | 0,0123        | 0,984    | Tidak Berisiko | 0,0185            | 1,48          | Berisiko       |
| 0,0044                  | 0,162  | Tidak Berisiko | 0,0089        | 0,712    | Tidak Berisiko | 0,0177        | 1,416    | Berisiko       | 0,0266            | 2,128         | Berisiko       |
| 0,0006                  | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,0049        | 0,392    | Tidak Berisiko | 0,0098        | 0,784    | Tidak Berisiko | 0,0147            | 1,176         | Berisiko       |
| 0,0007                  | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,0067        | 0,536    | Tidak Berisiko | 0,0134        | 1,072    | Berisiko       | 0,0201            | 1,608         | Berisiko       |
| 0,0015                  | 0,12   | Tidak Berisiko | 0,0056        | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0152        | 1,216    | Berisiko       | 0,0228            | 1,824         | Berisiko       |
| 0,0008                  | 0,064  | Tidak Berisiko | 0,0067        | 0,536    | Tidak Berisiko | 0,0134        | 1,072    | Berisiko       | 0,0202            | 1,616         | Berisiko       |
| 0,0005                  | 0,04   | Tidak Berisiko | 0,0033        | 0,264    | Tidak Berisiko | 0,0067        | 0,536    | Tidak Berisiko | 0,01              | 0,8           | Tidak Berisiko |
| 0,0009                  | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,005         | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,01          | 0,8      | Tidak Berisiko | 0,0149            | 1,192         | Berisiko       |
| 0,0028                  | 0,128  | Tidak Berisiko | 0,0083        | 0,744    | Tidak Berisiko | 0,0185        | 1,48     | Berisiko       | 0,0278            | 2,224         | Berisiko       |
| 0,0025                  | 0,28   | Tidak Berisiko | 0,0071        | 0,568    | Tidak Berisiko | 0,0142        | 1,136    | Berisiko       | 0,0212            | 1,696         | Berisiko       |
| 0,0004                  | 0,032  | Tidak Berisiko | 0,0039        | 0,312    | Tidak Berisiko | 0,0078        | 0,624    | Tidak Berisiko | 0,0117            | 0,936         | Tidak Berisiko |
| 0,0024                  | 0,192  | Tidak Berisiko | 0,0048        | 0,384    | Tidak Berisiko | 0,0096        | 0,768    | Tidak Berisiko | 0,0144            | 1,152         | Berisiko       |
| 0,0006                  | 0,048  | Tidak Berisiko | 0,0043        | 0,344    | Tidak Berisiko | 0,0086        | 0,688    | Tidak Berisiko | 0,013             | 1,04          | Berisiko       |
| 0,0017                  | 0,136  | Tidak Berisiko | 0,0056        | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0112        | 0,896    | Tidak Berisiko | 0,0166            | 1,344         | Berisiko       |
| 0,0006                  | 0,048  | Tidak Berisiko | 0,0059        | 0,472    | Tidak Berisiko | 0,0117        | 0,936    | Tidak Berisiko | 0,0176            | 1,408         | Berisiko       |
| 0,0008                  | 0,064  | Tidak Berisiko | 0,0078        | 0,624    | Tidak Berisiko | 0,0155        | 1,24     | Berisiko       | 0,0233            | 1,864         | Berisiko       |
| 0,0011                  | 0,088  | Tidak Berisiko | 0,0071        | 0,568    | Tidak Berisiko | 0,0142        | 1,136    | Berisiko       | 0,0214            | 1,712         | Berisiko       |
| 0,0042                  | 0,416  | Tidak Berisiko | 0,0103        | 0,824    | Tidak Berisiko | 0,0207        | 1,656    | Berisiko       | 0,031             | 2,48          | Berisiko       |
| 0,0016                  | 0,288  | Tidak Berisiko | 0,0072        | 0,576    | Tidak Berisiko | 0,0145        | 1,16     | Berisiko       | 0,0217            | 1,716         | Berisiko       |
| 0,0007                  | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,0065        | 0,52     | Tidak Berisiko | 0,013         | 1,04     | Berisiko       | 0,0196            | 1,568         | Berisiko       |
| 0,0007                  | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,0056        | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0113        | 0,904    | Tidak Berisiko | 0,0169            | 1,352         | Berisiko       |
| 0,0029                  | 0,232  | Tidak Berisiko | 0,0079        | 0,632    | Tidak Berisiko | 0,0145        | 1,16     | Berisiko       | 0,0215            | 1,744         | Berisiko       |
| 0,0021                  | 0,168  | Tidak Berisiko | 0,0107        | 0,856    | Tidak Berisiko | 0,0213        | 1,704    | Berisiko       | 0,032             | 2,56          | Berisiko       |
| 0,0015                  | 0,1228 |                | 0,0066        | 0,5286   |                | 0,0132        | 1,0562   | 94%            | 0,0198            | 1,5855        | 95%            |
| 0,0052                  | 0,416  |                | 0,0187        | 0,856    |                | 0,0223        | 1,784    | Berisiko       | 0,032             | 2,56          | Berisiko       |
| 0,0004                  | 0,032  |                | 0,0033        | 0,264    |                | 0,0067        | 0,536    |                | 0,01              | 0,8           |                |

Lampiran 4 Master Tabel Paparan CO dengan Nilai C Rata-rata

| C RATA RATA |           |        |                |              |          |                |              |          |                |                  |               |                |
|-------------|-----------|--------|----------------|--------------|----------|----------------|--------------|----------|----------------|------------------|---------------|----------------|
| C Rata-rata | Intake RT | HQ RT  | Ket HQ RT      | Intake 10 Th | HQ 10 TH | Ket HQ         | Intake 20 Th | HQ 20 TH | Ket HQ         | Intake LT(30 Th) | HQ LT (30 th) | Ket HQ LT      |
| 0.22078     | 0.0007    | 0.0033 | Tidak Berisiko | 0.0073       | 0.4      | Tidak Berisiko | 0.0015       | 1.1      | Berisiko       | 0.0227           | 1.8           | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0013    | 0.0061 | Tidak Berisiko | 0.0066       | 0.528    | Tidak Berisiko | 0.0133       | 1.064    | Berisiko       | 0.0199           | 1.592         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0015    | 0.0071 | Tidak Berisiko | 0.0076       | 0.608    | Tidak Berisiko | 0.0151       | 1.208    | Berisiko       | 0.0227           | 1.818         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0018    | 0.0024 | Tidak Berisiko | 0.0053       | 0.424    | Tidak Berisiko | 0.0187       | 0.856    | Tidak Berisiko | 0.034            | 1.28          | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0018    | 0.0073 | Tidak Berisiko | 0.0052       | 0.418    | Tidak Berisiko | 0.0104       | 0.832    | Tidak Berisiko | 0.0145           | 1.24          | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0011    | 0.0052 | Tidak Berisiko | 0.0045       | 0.44     | Tidak Berisiko | 0.011        | 0.88     | Tidak Berisiko | 0.0165           | 1.32          | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0019    | 0.008  | Tidak Berisiko | 0.0061       | 0.584    | Tidak Berisiko | 0.0126       | 1.008    | Berisiko       | 0.0188           | 1.504         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0004    | 0.0019 | Tidak Berisiko | 0.0044       | 0.352    | Tidak Berisiko | 0.0069       | 0.712    | Tidak Berisiko | 0.0133           | 1.064         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0021    | 0.0099 | Tidak Berisiko | 0.0053       | 0.418    | Tidak Berisiko | 0.0189       | 0.84     | Tidak Berisiko | 0.0157           | 1.256         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.002     | 0.0094 | Tidak Berisiko | 0.0088       | 0.784    | Tidak Berisiko | 0.0196       | 1.568    | Berisiko       | 0.0293           | 2.344         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0012    | 0.0057 | Tidak Berisiko | 0.0033       | 0.684    | Tidak Berisiko | 0.0185       | 1.32     | Berisiko       | 0.0248           | 1.984         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0019    | 0.0042 | Tidak Berisiko | 0.0081       | 0.704    | Tidak Berisiko | 0.0126       | 1.008    | Berisiko       | 0.0188           | 1.504         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0014    | 0.0066 | Tidak Berisiko | 0.008        | 0.72     | Tidak Berisiko | 0.011        | 1.44     | Berisiko       | 0.027            | 2.16          | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0011    | 0.0052 | Tidak Berisiko | 0.0083       | 0.68     | Tidak Berisiko | 0.0169       | 1.392    | Berisiko       | 0.0254           | 2.032         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.001     | 0.0047 | Tidak Berisiko | 0.0064       | 0.312    | Tidak Berisiko | 0.0128       | 1.024    | Berisiko       | 0.0192           | 1.536         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0046    | 0.0217 | Tidak Berisiko | 0.0092       | 0.736    | Tidak Berisiko | 0.0184       | 1.472    | Berisiko       | 0.0276           | 2.208         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0008    | 0.0042 | Tidak Berisiko | 0.0051       | 0.488    | Tidak Berisiko | 0.0181       | 0.888    | Tidak Berisiko | 0.0152           | 1.216         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0007    | 0.0033 | Tidak Berisiko | 0.0069       | 0.552    | Tidak Berisiko | 0.0139       | 1.112    | Berisiko       | 0.0208           | 1.664         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0014    | 0.0059 | Tidak Berisiko | 0.0059       | 0.632    | Tidak Berisiko | 0.0198       | 1.264    | Berisiko       | 0.0236           | 1.888         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0008    | 0.0038 | Tidak Berisiko | 0.007        | 0.56     | Tidak Berisiko | 0.0139       | 1.112    | Berisiko       | 0.0209           | 1.672         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0014    | 0.0024 | Tidak Berisiko | 0.0014       | 0.28     | Tidak Berisiko | 0.0069       | 0.232    | Tidak Berisiko | 0.0104           | 0.832         | Tidak Berisiko |
| 0.22078     | 0.0008    | 0.0042 | Tidak Berisiko | 0.0012       | 0.416    | Tidak Berisiko | 0.0183       | 0.824    | Tidak Berisiko | 0.0159           | 1.24          | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0028    | 0.0137 | Tidak Berisiko | 0.0096       | 0.768    | Tidak Berisiko | 0.0192       | 1.536    | Berisiko       | 0.0288           | 2.304         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0037    | 0.0175 | Tidak Berisiko | 0.0073       | 0.584    | Tidak Berisiko | 0.0147       | 1.176    | Berisiko       | 0.023            | 1.76          | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0004    | 0.0019 | Tidak Berisiko | 0.0041       | 0.128    | Tidak Berisiko | 0.0083       | 0.648    | Tidak Berisiko | 0.0123           | 0.976         | Tidak Berisiko |
| 0.22078     | 0.0021    | 0.0104 | Tidak Berisiko | 0.0045       | 0.36     | Tidak Berisiko | 0.0069       | 0.712    | Tidak Berisiko | 0.0134           | 1.072         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0015    | 0.0024 | Tidak Berisiko | 0.004        | 0.32     | Tidak Berisiko | 0.008        | 0.64     | Tidak Berisiko | 0.012            | 0.96          | Tidak Berisiko |
| 0.22078     | 0.0016    | 0.0078 | Tidak Berisiko | 0.0052       | 0.416    | Tidak Berisiko | 0.0104       | 0.832    | Tidak Berisiko | 0.0156           | 1.248         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0015    | 0.0024 | Tidak Berisiko | 0.0054       | 0.432    | Tidak Berisiko | 0.0109       | 0.872    | Tidak Berisiko | 0.0163           | 1.304         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0007    | 0.0033 | Tidak Berisiko | 0.0072       | 0.576    | Tidak Berisiko | 0.0144       | 1.152    | Berisiko       | 0.0216           | 1.728         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0011    | 0.0052 | Tidak Berisiko | 0.0066       | 0.528    | Tidak Berisiko | 0.0132       | 1.056    | Berisiko       | 0.0198           | 1.584         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0048    | 0.0226 | Tidak Berisiko | 0.0096       | 0.768    | Tidak Berisiko | 0.0192       | 1.536    | Berisiko       | 0.0288           | 2.304         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0014    | 0.014  | Tidak Berisiko | 0.0087       | 0.536    | Tidak Berisiko | 0.0114       | 1.072    | Berisiko       | 0.0201           | 1.608         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0004    | 0.0028 | Tidak Berisiko | 0.0081       | 0.488    | Tidak Berisiko | 0.0121       | 0.968    | Tidak Berisiko | 0.0182           | 1.456         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0007    | 0.0033 | Tidak Berisiko | 0.0052       | 0.416    | Tidak Berisiko | 0.0184       | 0.832    | Tidak Berisiko | 0.0157           | 1.256         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0027    | 0.0127 | Tidak Berisiko | 0.0087       | 0.536    | Tidak Berisiko | 0.0135       | 1.08     | Berisiko       | 0.0202           | 1.616         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.001     | 0.0094 | Tidak Berisiko | 0.0069       | 0.782    | Tidak Berisiko | 0.0198       | 1.584    | Berisiko       | 0.0296           | 2.368         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0015    | 0.0073 | 0.0066         | 0.5289       |          |                | 0.0132       | 1.0582   | 58%            | 0.0198           | 1.5864        | 92%            |
| 0.22078     | 0.0048    | 0.0226 | 0.0099         | 0.792        |          |                | 0.0198       | 1.584    | Berisiko       | 0.0296           | 2.368         | Berisiko       |
| 0.22078     | 0.0004    | 0.0019 | 0.0035         | 0.28         |          |                | 0.0069       | 0.552    |                | 0.0104           | 0.832         |                |

Lampiran 5 Master Tabel Paparan CO dengan Nilai C Maksimum

| C MAKS |           |        |                |              |          |                |              |                     |                |                  |               |                |
|--------|-----------|--------|----------------|--------------|----------|----------------|--------------|---------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|
| C Max  | Isatuk-RT | RQ RT  | Ket RQ RT      | Isatuk 10 Tk | RQ 10 Tk | Ket RQ         | Isatuk 20 Tk | RQ 20 Tk            | Ket RQ         | Isatuk LT(30 Tk) | RQ LT (30 Tk) | Ket RQ LT      |
| 0,238  | 0,0008    | 0,044  | Tidak Berisiko | 0,0001       | 0,648    | Tidak Berisiko | 0,0142       | 1,296               | Berisiko       | 0,0242           | 1,936         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0014    | 0,112  | Tidak Berisiko | 0,0072       | 0,576    | Tidak Berisiko | 0,0143       | 1,144               | Berisiko       | 0,0215           | 1,72          | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0018    | 0,128  | Tidak Berisiko | 0,0082       | 0,656    | Tidak Berisiko | 0,0163       | 1,304               | Berisiko       | 0,0245           | 1,96          | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0006    | 0,048  | Tidak Berisiko | 0,0058       | 0,464    | Tidak Berisiko | 0,0115       | 0,92                | Tidak Berisiko | 0,0173           | 1,384         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0017    | 0,136  | Tidak Berisiko | 0,0056       | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0112       | 0,896               | Tidak Berisiko | 0,0168           | 1,344         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0012    | 0,096  | Tidak Berisiko | 0,0059       | 0,472    | Tidak Berisiko | 0,0119       | 0,952               | Tidak Berisiko | 0,0178           | 1,424         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,002     | 0,16   | Tidak Berisiko | 0,0068       | 0,544    | Tidak Berisiko | 0,0135       | 1,08                | Berisiko       | 0,0203           | 1,624         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0005    | 0,04   | Tidak Berisiko | 0,0048       | 0,384    | Tidak Berisiko | 0,0096       | 0,768               | Tidak Berisiko | 0,0143           | 1,144         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0023    | 0,184  | Tidak Berisiko | 0,0056       | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0113       | 0,904               | Tidak Berisiko | 0,0169           | 1,352         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0021    | 0,168  | Tidak Berisiko | 0,0105       | 0,84     | Tidak Berisiko | 0,0211       | 1,688               | Berisiko       | 0,0316           | 2,528         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0012    | 0,096  | Tidak Berisiko | 0,0089       | 0,712    | Tidak Berisiko | 0,0178       | 1,424               | Berisiko       | 0,0287           | 2,136         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0009    | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,0068       | 0,544    | Tidak Berisiko | 0,0135       | 1,08                | Berisiko       | 0,0203           | 1,624         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0016    | 0,128  | Tidak Berisiko | 0,0097       | 0,776    | Tidak Berisiko | 0,0194       | 1,572               | Berisiko       | 0,0291           | 2,328         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0012    | 0,096  | Tidak Berisiko | 0,0091       | 0,728    | Tidak Berisiko | 0,0183       | 1,464               | Berisiko       | 0,0274           | 2,192         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,001     | 0,08   | Tidak Berisiko | 0,0068       | 0,532    | Tidak Berisiko | 0,0138       | 1,104               | Berisiko       | 0,0287           | 1,856         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0005    | 0,4    | Tidak Berisiko | 0,0099       | 0,792    | Tidak Berisiko | 0,0198       | 1,584               | Berisiko       | 0,0297           | 2,376         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,001     | 0,08   | Tidak Berisiko | 0,0055       | 0,44     | Tidak Berisiko | 0,0099       | 0,872               | Tidak Berisiko | 0,0164           | 1,312         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0007    | 0,096  | Tidak Berisiko | 0,0075       | 0,6      | Tidak Berisiko | 0,015        | 1,2                 | Berisiko       | 0,0225           | 1,5           | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0017    | 0,136  | Tidak Berisiko | 0,0085       | 0,68     | Tidak Berisiko | 0,017        | 1,36                | Berisiko       | 0,0255           | 2,04          | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0009    | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,0075       | 0,6      | Tidak Berisiko | 0,015        | 1,2                 | Berisiko       | 0,0225           | 1,5           | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0006    | 0,048  | Tidak Berisiko | 0,0077       | 0,288    | Tidak Berisiko | 0,0075       | 0,6                 | Tidak Berisiko | 0,0112           | 0,896         | Tidak Berisiko |
| 0,238  | 0,001     | 0,08   | Tidak Berisiko | 0,0056       | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0113       | 0,838               | Tidak Berisiko | 0,0167           | 1,336         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0011    | 0,248  | Tidak Berisiko | 0,0104       | 0,832    | Tidak Berisiko | 0,0207       | 1,616               | Berisiko       | 0,0311           | 2,488         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,004     | 0,52   | Tidak Berisiko | 0,0079       | 0,832    | Tidak Berisiko | 0,0158       | 1,264               | Berisiko       | 0,0237           | 1,896         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0004    | 0,032  | Tidak Berisiko | 0,0044       | 0,352    | Tidak Berisiko | 0,0067       | 0,696               | Tidak Berisiko | 0,0131           | 1,048         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0024    | 0,192  | Tidak Berisiko | 0,0048       | 0,384    | Tidak Berisiko | 0,0096       | 0,768               | Tidak Berisiko | 0,0144           | 1,152         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0006    | 0,048  | Tidak Berisiko | 0,0043       | 0,344    | Tidak Berisiko | 0,0086       | 0,668               | Tidak Berisiko | 0,013            | 1,04          | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0017    | 0,136  | Tidak Berisiko | 0,0056       | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0112       | 0,896               | Tidak Berisiko | 0,0168           | 1,344         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0006    | 0,048  | Tidak Berisiko | 0,0059       | 0,472    | Tidak Berisiko | 0,0117       | 0,916               | Tidak Berisiko | 0,0176           | 1,408         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0008    | 0,064  | Tidak Berisiko | 0,0076       | 0,624    | Tidak Berisiko | 0,0155       | 1,24                | Berisiko       | 0,0213           | 1,864         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0011    | 0,088  | Tidak Berisiko | 0,0071       | 0,568    | Tidak Berisiko | 0,0142       | 1,136               | Berisiko       | 0,0214           | 1,712         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0052    | 0,416  | Tidak Berisiko | 0,0103       | 0,824    | Tidak Berisiko | 0,0207       | 1,616               | Berisiko       | 0,031            | 2,48          | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0004    | 0,288  | Tidak Berisiko | 0,0072       | 0,576    | Tidak Berisiko | 0,0145       | 1,18                | Berisiko       | 0,0217           | 1,736         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0007    | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,0065       | 0,52     | Tidak Berisiko | 0,013        | 1,04                | Berisiko       | 0,0194           | 1,568         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0007    | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,0056       | 0,448    | Tidak Berisiko | 0,0113       | 0,904               | Tidak Berisiko | 0,0169           | 1,352         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0029    | 0,232  | Tidak Berisiko | 0,0073       | 0,584    | Tidak Berisiko | 0,0145       | 1,16                | Berisiko       | 0,0218           | 1,744         | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0021    | 0,168  | Tidak Berisiko | 0,0107       | 0,856    | Tidak Berisiko | 0,0213       | 1,704               | Berisiko       | 0,032            | 2,56          | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0016    | 0,1317 |                | 0,0071       | 0,5784   |                | 0,0143       | 1,1461 <sup>*</sup> | 62%            | 0,0214           | 1,7109        | 97%            |
| 0,238  | 0,0052    | 0,416  |                | 0,0107       | 0,856    |                | 0,0213       | 1,704               | Berisiko       | 0,032            | 2,56          | Berisiko       |
| 0,238  | 0,0004    | 0,032  |                | 0,0037       | 0,286    |                | 0,0075       | 0,6                 |                | 0,0112           | 0,896         |                |

Lampiran 6 Master Tabel Paparan CO dengan Nilai C Minimum

| C MINIMUM |           |        |                |              |          |                |              |          |                |                  |               |                |
|-----------|-----------|--------|----------------|--------------|----------|----------------|--------------|----------|----------------|------------------|---------------|----------------|
| C Min     | Isatke RT | RQ RT  | Ket RQ RT      | Isatke 10 Th | RQ 10 Th | Ket RQ         | Isatke 20 Th | RQ 20 Th | Ket RQ         | Isatke LT(30 Th) | RQ LT (30 th) | Ket RQ LT      |
| 0,212     | 0,0007    | 0,058  | Tidak Berisiko | 0,0072       | 0,578    | Tidak Berisiko | 0,0144       | 1,152    | Berisiko       | 0,0216           | 1,728         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0011    | 0,109  | Tidak Berisiko | 0,0094       | 0,512    | Tidak Berisiko | 0,0128       | 1,024    | Berisiko       | 0,0191           | 1,528         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0015    | 0,12   | Tidak Berisiko | 0,0073       | 0,584    | Tidak Berisiko | 0,0145       | 1,16     | Berisiko       | 0,0218           | 1,744         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0005    | 0,04   | Tidak Berisiko | 0,0051       | 0,488    | Tidak Berisiko | 0,0102       | 0,816    | Tidak Berisiko | 0,0154           | 1,232         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0015    | 0,12   | Tidak Berisiko | 0,005        | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,01         | 0,8      | Tidak Berisiko | 0,0149           | 1,192         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0011    | 0,089  | Tidak Berisiko | 0,0053       | 0,424    | Tidak Berisiko | 0,0106       | 0,848    | Tidak Berisiko | 0,0159           | 1,272         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0018    | 0,144  | Tidak Berisiko | 0,008        | 0,48     | Tidak Berisiko | 0,0121       | 0,968    | Tidak Berisiko | 0,0181           | 1,448         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0004    | 0,032  | Tidak Berisiko | 0,0043       | 0,344    | Tidak Berisiko | 0,0085       | 0,68     | Tidak Berisiko | 0,0123           | 1,024         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,002     | 0,16   | Tidak Berisiko | 0,005        | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,01         | 0,8      | Tidak Berisiko | 0,0151           | 1,208         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0019    | 0,152  | Tidak Berisiko | 0,0094       | 0,792    | Tidak Berisiko | 0,0188       | 1,504    | Berisiko       | 0,0282           | 2,256         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0011    | 0,088  | Tidak Berisiko | 0,0079       | 0,632    | Tidak Berisiko | 0,0158       | 1,264    | Berisiko       | 0,0238           | 1,904         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0008    | 0,064  | Tidak Berisiko | 0,006        | 0,48     | Tidak Berisiko | 0,0121       | 0,968    | Tidak Berisiko | 0,0181           | 1,448         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0014    | 0,112  | Tidak Berisiko | 0,0086       | 0,888    | Tidak Berisiko | 0,0173       | 1,384    | Berisiko       | 0,0259           | 2,072         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0011    | 0,088  | Tidak Berisiko | 0,0081       | 0,648    | Tidak Berisiko | 0,0163       | 1,304    | Berisiko       | 0,0244           | 1,952         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0009    | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,0061       | 0,488    | Tidak Berisiko | 0,0123       | 0,984    | Tidak Berisiko | 0,0184           | 1,472         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0044    | 0,352  | Tidak Berisiko | 0,0088       | 0,704    | Tidak Berisiko | 0,0177       | 1,416    | Berisiko       | 0,0265           | 2,12          | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0009    | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,0049       | 0,392    | Tidak Berisiko | 0,0097       | 0,776    | Tidak Berisiko | 0,0146           | 1,168         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0007    | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,0067       | 0,536    | Tidak Berisiko | 0,0133       | 1,064    | Berisiko       | 0,02             | 1,6           | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0015    | 0,12   | Tidak Berisiko | 0,0076       | 0,608    | Tidak Berisiko | 0,0151       | 1,208    | Berisiko       | 0,0227           | 1,816         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0008    | 0,064  | Tidak Berisiko | 0,0067       | 0,536    | Tidak Berisiko | 0,0134       | 1,072    | Berisiko       | 0,0201           | 1,608         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0005    | 0,04   | Tidak Berisiko | 0,0033       | 0,264    | Tidak Berisiko | 0,0066       | 0,528    | Tidak Berisiko | 0,01             | 0,8           | Tidak Berisiko |
| 0,212     | 0,0009    | 0,072  | Tidak Berisiko | 0,005        | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,0069       | 0,592    | Tidak Berisiko | 0,0149           | 1,192         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0028    | 0,224  | Tidak Berisiko | 0,0082       | 0,736    | Tidak Berisiko | 0,0185       | 1,48     | Berisiko       | 0,0277           | 2,216         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0035    | 0,28   | Tidak Berisiko | 0,007        | 0,56     | Tidak Berisiko | 0,0141       | 1,128    | Berisiko       | 0,0211           | 1,688         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0004    | 0,032  | Tidak Berisiko | 0,0039       | 0,312    | Tidak Berisiko | 0,0078       | 0,624    | Tidak Berisiko | 0,0117           | 0,936         | Tidak Berisiko |
| 0,212     | 0,0021    | 0,168  | Tidak Berisiko | 0,0043       | 0,344    | Tidak Berisiko | 0,0088       | 0,688    | Tidak Berisiko | 0,0129           | 1,032         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0005    | 0,04   | Tidak Berisiko | 0,0038       | 0,304    | Tidak Berisiko | 0,0077       | 0,616    | Tidak Berisiko | 0,0115           | 0,92          | Tidak Berisiko |
| 0,212     | 0,0015    | 0,12   | Tidak Berisiko | 0,005        | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,01         | 0,8      | Tidak Berisiko | 0,015            | 1,2           | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0005    | 0,04   | Tidak Berisiko | 0,0052       | 0,418    | Tidak Berisiko | 0,0104       | 0,852    | Tidak Berisiko | 0,0156           | 1,248         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0007    | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,0069       | 0,552    | Tidak Berisiko | 0,0138       | 1,104    | Berisiko       | 0,0207           | 1,656         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,001     | 0,08   | Tidak Berisiko | 0,0063       | 0,504    | Tidak Berisiko | 0,0127       | 1,016    | Berisiko       | 0,019            | 1,52          | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0048    | 0,368  | Tidak Berisiko | 0,0092       | 0,736    | Tidak Berisiko | 0,0184       | 1,472    | Berisiko       | 0,0278           | 2,208         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0032    | 0,256  | Tidak Berisiko | 0,0064       | 0,512    | Tidak Berisiko | 0,0128       | 1,032    | Berisiko       | 0,0183           | 1,544         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0006    | 0,048  | Tidak Berisiko | 0,0038       | 0,464    | Tidak Berisiko | 0,0116       | 0,928    | Tidak Berisiko | 0,0174           | 1,392         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0007    | 0,056  | Tidak Berisiko | 0,005        | 0,4      | Tidak Berisiko | 0,01         | 0,8      | Tidak Berisiko | 0,018            | 1,2           | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0026    | 0,208  | Tidak Berisiko | 0,0063       | 0,52     | Tidak Berisiko | 0,0129       | 1,032    | Berisiko       | 0,0184           | 1,452         | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0019    | 0,152  | Tidak Berisiko | 0,0095       | 0,76     | Tidak Berisiko | 0,017        | 1,52     | Berisiko       | 0,0285           | 2,28          | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0015    | 0,1176 |                | 0,0063       | 0,4875   |                | 0,0127       | 1,0158   | 91%            | 0,018            | 1,4237        | 92%            |
| 0,212     | 0,0048    | 0,368  |                | 0,018        | 1,92     |                | 0,0288       | 2,28     | Berisiko       |                  |               | Berisiko       |
| 0,212     | 0,0004    | 0,032  |                | 0,0066       | 0,528    |                | 0,01         | 0,8      |                |                  |               |                |



## Lampiran 7 Perhitungan Konsentrasi CO

Perhitungan kadar gas karbon monoksida (CO) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar CO} = \frac{\left(\frac{Y+0,0099}{0,0797}\right) \times \text{Vol larutan akhir (L)} \times \text{suhu (K)} \times 760 \text{ mmHg} \times \text{Berat molekul} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right) \times 10^6}{\text{laju aliran} \left(\frac{\text{L}}{\text{menit}}\right) \times \text{waktu sampling (menit)} \times P \text{ (mmHg)} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)}$$

Keterangan:

|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| Y                    | : Absorban yang terbaca pada spektrofotometer            |
| Volume larutan akhir | : Volume absorban pada impinger (L)                      |
| Suhu                 | : Suhu udara ( <sup>0</sup> Kelvin)                      |
| Berat molekul CO     | : 28,01 (gr/mol)                                         |
| Laju aliran          | : Volume udara atau gas yang melewati impinger (L/menit) |
| Waktu sampling       | : 60 menit                                               |
| P                    | : Tekanan udara (mmHg)                                   |
| 298 <sup>0</sup> K   | : Suhu standar ( <sup>0</sup> Kelvin)                    |
| 24,45                | : Volume standar (STP)                                   |

### 1. Hasil perhitungan pada titik 1

$$\text{Kadar CO} = \frac{\left(\frac{Y+0,0099}{0,0797}\right) \times \text{Vol larutan akhir (L)} \times \text{suhu (K)} \times 760 \text{ mmHg} \times \text{Berat molekul} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right) \times 10^6}{\text{laju aliran} \left(\frac{\text{L}}{\text{menit}}\right) \times \text{waktu sampling (menit)} \times P \text{ (mmHg)} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{\left(\frac{0,076+0,0099}{0,0797}\right) \times 0,02 \text{ L} \times 305,3 \text{ K} \times 760 \text{ mmHg} \times 28,01 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 10^6}{2 \frac{\text{L}}{\text{menit}} \times 60 \text{ menit} \times 757 \text{ mmHg} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \frac{\text{L}}{\text{mol}}}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{1,0778 \times 129.982,0856 \text{ gr} \times 10^6}{661.869.324 \text{ L}}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{140.094.691.859,68 \mu\text{g}}{661.869.324 \text{ m}^3}$$

$$\text{Kadar CO} = 211,665 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ atau } 0,212 \text{ mg}/\text{m}^3$$

### 2. Hasil perhitungan pada titik 2

$$\text{Kadar CO} = \frac{\left(\frac{Y+0,0099}{0,0797}\right) \times \text{Vol larutan akhir (L)} \times \text{suhu (K)} \times 760 \text{ mmHg} \times \text{Berat molekul} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right) \times 10^6}{\text{laju aliran} \left(\frac{\text{L}}{\text{menit}}\right) \times \text{waktu sampling (menit)} \times P \text{ (mmHg)} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{\left(\frac{0,077+0,0099}{0,0797}\right) \times 0,02 \text{ L} \times 303,7 \text{ K} \times 760 \text{ mmHg} \times 28,01 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 10^6}{2 \frac{\text{L}}{\text{menit}} \times 60 \text{ menit} \times 757 \text{ mmHg} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \frac{\text{L}}{\text{mol}}}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{1,0903 \times 129.300,8824 \text{ gr} \times 10^6}{661.869.324 \text{ L}}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{140.976.752.080,72 \mu\text{g}}{661.869.324 \text{ m}^3}$$

$$\text{Kadar CO} = 212,998 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ atau } 0,213 \text{ mg}/\text{m}^3$$



3. Hasil perhitungan pada titik 3

$$\text{Kadar CO} = \frac{\left(\frac{Y+0,0099}{0,0797}\right) \times \text{Vol larutan akhir (L)} \times \text{suhu (K)} \times 760 \text{ mmHg} \times \text{Berat molekul} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right) \times 10^6}{\text{laju aliran} \left(\frac{\text{L}}{\text{menit}}\right) \times \text{waktu sampling (menit)} \times P \text{ (mmHg)} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{\left(\frac{0,087+0,0099}{0,0797}\right) \times 0,02 \text{ L} \times 304,1 \text{ K} \times 760 \text{ mmHg} \times 28,01 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 10^6}{2 \frac{\text{L}}{\text{menit}} \times 60 \text{ menit} \times 758 \text{ mmHg} \times 298 \text{ K} \times 24,45 \frac{\text{L}}{\text{mol}}}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{1,2158 \times 129.471,1832 \text{ gr} \times 10^6}{662.743.656 \text{ L}}$$

$$\text{Kadar CO} = \frac{157.411.064.534,56 \mu\text{g}}{662.743.656 \text{ m}^3}$$

$$\text{Kadar CO} = 237,514 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ atau } 0,238 \text{ mg}/\text{m}^3$$

Lampiran 8 Tabel Karakteristik Antropmetri dan Pola Pajanan

| No        | Nama Responden | Jenis Kelamin | Umur | Berat Badan (kg) | Waktu Pajanan (jam/hari) | Durasi Pajanan (tahun) | Frekuensi Pajanan (hari/tahun) |
|-----------|----------------|---------------|------|------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 1         | SE             | P             | 23   | 48               | 7                        | 1                      | 307                            |
| 2         | AG             | L             | 19   | 58               | 7,5                      | 2                      | 307                            |
| 3         | AL             | L             | 22   | 55               | 7                        | 2                      | 355                            |
| 4         | HA             | P             | 23   | 48               | 6                        | 1                      | 255                            |
| 5         | WA             | L             | 28   | 68               | 6                        | 3                      | 351                            |
| 6         | SA             | P             | 26   | 55               | 7                        | 2                      | 259                            |
| 7         | AK             | L             | 29   | 62               | 6,5                      | 3                      | 358                            |
| 8         | LA             | P             | 30   | 70               | 7                        | 1                      | 265                            |
| 9         | WT             | P             | 35   | 75               | 7                        | 4                      | 335                            |
| 10        | HF             | L             | 21   | 49               | 8                        | 2                      | 358                            |
| 11        | WU             | P             | 24   | 54               | 7,5                      | 1,4                    | 355                            |
| 12        | AE             | L             | 25   | 71               | 7,5                      | 1,4                    | 355                            |
| 13        | HE             | L             | 25   | 46               | 7                        | 1,6                    | 353                            |
| 14        | HI             | P             | 22   | 52               | 7,5                      | 1,3                    | 351                            |
| 15        | SU             | L             | 21   | 65               | 7                        | 1,5                    | 355                            |
| 16        | WS             | L             | 19   | 45               | 8                        | 5                      | 309                            |
| 17        | NO             | L             | 30   | 50               | 5                        | 1,8                    | 303                            |
| 18        | IJ             | L             | 21   | 55               | 6,5                      | 1                      | 351                            |
| 19        | SC             | P             | 25   | 49               | 6,5                      | 2                      | 355                            |
| 20        | MI             | P             | 19   | 49               | 8                        | 1,2                    | 255                            |
| 21        | CA             | L             | 25   | 74               | 6                        | 1,5                    | 255                            |
| 22        | MA             | L             | 26   | 74               | 6,5                      | 1,8                    | 351                            |
| 23        | WN             | P             | 23   | 55               | 9                        | 3                      | 351                            |
| 24        | IP             | L             | 20   | 53               | 7,5                      | 5                      | 310                            |
| 25        | RI             | L             | 29   | 87               | 6                        | 1                      | 351                            |
| 26        | FA             | L             | 29   | 70               | 6                        | 5                      | 311                            |
| 27        | WI             | P             | 23   | 56               | 4                        | 1,3                    | 335                            |
| 28        | AI             | L             | 22   | 54               | 5                        | 3                      | 335                            |
| 29        | AM             | L             | 22   | 47               | 5                        | 1                      | 305                            |
| 30        | HR             | L             | 30   | 50               | 8                        | 1                      | 269                            |
| 31        | AN             | L             | 25   | 55               | 7                        | 1,6                    | 310                            |
| 32        | NS             | L             | 19   | 38               | 7                        | 5                      | 311                            |
| 33        | SY             | P             | 23   | 59               | 7                        | 5                      | 338                            |
| 34        | GI             | P             | 29   | 71               | 8                        | 1                      | 321                            |
| 35        | YU             | P             | 30   | 70               | 7                        | 1,3                    | 312                            |
| 36        | FI             | L             | 29   | 75               | 8,5                      | 4                      | 355                            |
| 37        | FU             | P             | 22   | 42               | 8                        | 2                      | 310                            |
| Rata-rata |                | P=15          | 24   | 58               | 7                        | 2,2                    | 314                            |
| Maksimum  |                | L=22          | 35   | 87               | 9                        | 5                      | 358                            |
| Minimum   |                |               | 19   | 38               | 4                        | 1                      | 255                            |

Lampiran 9 Tabel Nilai Intake Responden

| No        | Nama Responden | Titik Sampel | Intake Realtime<br>(mg/kg/hari) | Intake 10 Tahun<br>(mg/kg/hari) | Intake 20 Tahun<br>(mg/kg/hari) | Intake Lifetime 30 Tahun<br>(mg/kg/hari) |
|-----------|----------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|
| 1         | SE             | Titik 1      | 0,0007                          | 0,0072                          | 0,0144                          | 0,0216                                   |
| 2         | AG             | Titik 1      | 0,0013                          | 0,0064                          | 0,0128                          | 0,0191                                   |
| 3         | AL             | Titik 1      | 0,0015                          | 0,0073                          | 0,0145                          | 0,0218                                   |
| 4         | HA             | Titik 1      | 0,0005                          | 0,0051                          | 0,0102                          | 0,0154                                   |
| 5         | WA             | Titik 1      | 0,0015                          | 0,005                           | 0,01                            | 0,0149                                   |
| 6         | SA             | Titik 1      | 0,0011                          | 0,0053                          | 0,0106                          | 0,0159                                   |
| 7         | AK             | Titik 1      | 0,0018                          | 0,006                           | 0,0121                          | 0,0181                                   |
| 8         | LA             | Titik 1      | 0,0004                          | 0,0043                          | 0,0085                          | 0,0128                                   |
| 9         | WT             | Titik 1      | 0,002                           | 0,005                           | 0,01                            | 0,0151                                   |
| 10        | HF             | Titik 1      | 0,0019                          | 0,0094                          | 0,0188                          | 0,0282                                   |
| 11        | WU             | Titik 1      | 0,0011                          | 0,0079                          | 0,0158                          | 0,0238                                   |
| 12        | AE             | Titik 1      | 0,0008                          | 0,006                           | 0,0121                          | 0,0181                                   |
| 13        | HE             | Titik 2      | 0,0014                          | 0,0087                          | 0,0173                          | 0,026                                    |
| 14        | HI             | Titik 2      | 0,0011                          | 0,0082                          | 0,0163                          | 0,0245                                   |
| 15        | SU             | Titik 2      | 0,0009                          | 0,0062                          | 0,0123                          | 0,0185                                   |
| 16        | WS             | Titik 2      | 0,0044                          | 0,0089                          | 0,0177                          | 0,0266                                   |
| 17        | NO             | Titik 2      | 0,0009                          | 0,0049                          | 0,0098                          | 0,0147                                   |
| 18        | IJ             | Titik 2      | 0,0007                          | 0,0067                          | 0,0134                          | 0,0201                                   |
| 19        | SC             | Titik 2      | 0,0015                          | 0,0076                          | 0,0152                          | 0,0228                                   |
| 20        | MI             | Titik 2      | 0,0008                          | 0,0067                          | 0,0134                          | 0,0202                                   |
| 21        | CA             | Titik 2      | 0,0005                          | 0,0033                          | 0,0067                          | 0,01                                     |
| 22        | MA             | Titik 2      | 0,0009                          | 0,005                           | 0,01                            | 0,0149                                   |
| 23        | WN             | Titik 2      | 0,0028                          | 0,0093                          | 0,0185                          | 0,0278                                   |
| 24        | IP             | Titik 2      | 0,0035                          | 0,0071                          | 0,0142                          | 0,0212                                   |
| 25        | RI             | Titik 2      | 0,0004                          | 0,0039                          | 0,0078                          | 0,0117                                   |
| 26        | FA             | Titik 3      | 0,0024                          | 0,0048                          | 0,0096                          | 0,0144                                   |
| 27        | WI             | Titik 3      | 0,0006                          | 0,0043                          | 0,0086                          | 0,013                                    |
| 28        | AI             | Titik 3      | 0,0017                          | 0,0056                          | 0,0112                          | 0,0168                                   |
| 29        | AM             | Titik 3      | 0,0006                          | 0,0059                          | 0,0117                          | 0,0176                                   |
| 30        | HR             | Titik 3      | 0,0008                          | 0,0078                          | 0,0155                          | 0,0233                                   |
| 31        | AN             | Titik 3      | 0,0011                          | 0,0071                          | 0,0142                          | 0,0214                                   |
| 32        | NS             | Titik 3      | 0,0052                          | 0,0103                          | 0,0207                          | 0,031                                    |
| 33        | SY             | Titik 3      | 0,0036                          | 0,0072                          | 0,0145                          | 0,0217                                   |
| 34        | GI             | Titik 3      | 0,0007                          | 0,0065                          | 0,013                           | 0,0196                                   |
| 35        | YU             | Titik 3      | 0,0007                          | 0,0056                          | 0,0113                          | 0,0169                                   |
| 36        | FI             | Titik 3      | 0,0029                          | 0,0073                          | 0,0145                          | 0,0218                                   |
| 37        | FU             | Titik 3      | 0,0021                          | 0,0107                          | 0,0213                          | 0,032                                    |
| Rata-rata |                |              | 0,0015                          | 0,0066                          | 0,0132                          | 0,0198                                   |
| Maksimum  |                |              | 0,0052                          | 0,0107                          | 0,0213                          | 0,032                                    |
| Minimum   |                |              | 0,0004                          | 0,0033                          | 0,0067                          | 0,01                                     |

Lampiran 10 Tabel Nilai RQ Responden

| No        | Nama Responden | Titik Sampel | RQ Realtime<br>(mg/kg/hari) | RQ 10 Tahun<br>(mg/kg/hari) | RQ 20 Tahun<br>(mg/kg/hari) | RQ Lifetime<br>30 Tahun<br>(mg/kg/hari) |
|-----------|----------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | SE             | Titik 1      | 0,056                       | 0,576                       | 1,152                       | 1,728                                   |
| 2         | AG             | Titik 1      | 0,104                       | 0,512                       | 1,024                       | 1,528                                   |
| 3         | AL             | Titik 1      | 0,12                        | 0,584                       | 1,16                        | 1,744                                   |
| 4         | HA             | Titik 1      | 0,04                        | 0,408                       | 0,816                       | 1,232                                   |
| 5         | WA             | Titik 1      | 0,12                        | 0,4                         | 0,8                         | 1,192                                   |
| 6         | SA             | Titik 1      | 0,088                       | 0,424                       | 0,848                       | 1,272                                   |
| 7         | AK             | Titik 1      | 0,144                       | 0,48                        | 0,968                       | 1,448                                   |
| 8         | LA             | Titik 1      | 0,032                       | 0,344                       | 0,68                        | 1,024                                   |
| 9         | WT             | Titik 1      | 0,16                        | 0,4                         | 0,8                         | 1,208                                   |
| 10        | HF             | Titik 1      | 0,152                       | 0,752                       | 1,504                       | 2,256                                   |
| 11        | WU             | Titik 1      | 0,088                       | 0,632                       | 1,264                       | 1,904                                   |
| 12        | AE             | Titik 1      | 0,064                       | 0,48                        | 0,968                       | 1,448                                   |
| 13        | HE             | Titik 2      | 0,112                       | 0,696                       | 1,384                       | 2,08                                    |
| 14        | HI             | Titik 2      | 0,088                       | 0,656                       | 1,304                       | 1,96                                    |
| 15        | SU             | Titik 2      | 0,072                       | 0,496                       | 0,984                       | 1,48                                    |
| 16        | WS             | Titik 2      | 0,352                       | 0,712                       | 1,416                       | 2,128                                   |
| 17        | NO             | Titik 2      | 0,072                       | 0,392                       | 0,784                       | 1,176                                   |
| 18        | IJ             | Titik 2      | 0,056                       | 0,536                       | 1,072                       | 1,608                                   |
| 19        | SC             | Titik 2      | 0,12                        | 0,608                       | 1,216                       | 1,824                                   |
| 20        | MI             | Titik 2      | 0,064                       | 0,536                       | 1,072                       | 1,616                                   |
| 21        | CA             | Titik 2      | 0,04                        | 0,264                       | 0,536                       | 0,8                                     |
| 22        | MA             | Titik 2      | 0,072                       | 0,4                         | 0,8                         | 1,192                                   |
| 23        | WN             | Titik 2      | 0,224                       | 0,744                       | 1,48                        | 2,224                                   |
| 24        | IP             | Titik 2      | 0,28                        | 0,568                       | 1,136                       | 1,696                                   |
| 25        | RI             | Titik 2      | 0,032                       | 0,312                       | 0,624                       | 0,936                                   |
| 26        | FA             | Titik 3      | 0,192                       | 0,384                       | 0,768                       | 1,152                                   |
| 27        | WI             | Titik 3      | 0,048                       | 0,344                       | 0,688                       | 1,04                                    |
| 28        | AI             | Titik 3      | 0,136                       | 0,448                       | 0,896                       | 1,344                                   |
| 29        | AM             | Titik 3      | 0,048                       | 0,472                       | 0,936                       | 1,408                                   |
| 30        | HR             | Titik 3      | 0,064                       | 0,624                       | 1,24                        | 1,864                                   |
| 31        | AN             | Titik 3      | 0,088                       | 0,568                       | 1,136                       | 1,712                                   |
| 32        | NS             | Titik 3      | 0,416                       | 0,824                       | 1,656                       | 2,48                                    |
| 33        | SY             | Titik 3      | 0,288                       | 0,576                       | 1,16                        | 1,736                                   |
| 34        | GI             | Titik 3      | 0,056                       | 0,52                        | 1,04                        | 1,568                                   |
| 35        | YU             | Titik 3      | 0,056                       | 0,448                       | 0,904                       | 1,352                                   |
| 36        | FI             | Titik 3      | 0,232                       | 0,584                       | 1,16                        | 1,744                                   |
| 37        | FU             | Titik 3      | 0,168                       | 0,856                       | 1,704                       | 2,56                                    |
| Rata-rata |                |              | 0,1228                      | 0,5286                      | 1,0562                      | 1,5855                                  |
| Maksimum  |                |              | 0,416                       | 0,856                       | 1,704                       | 2,56                                    |
| Minimum   |                |              | 0,032                       | 0,264                       | 0,536                       | 0,8                                     |

Lampiran 11 Hasil Cek Turnitin

| Viona_Rahmanda_Turnitin-1751285988729 |                                                    |              |                |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------|----------------|
| ORIGINALITY REPORT                    |                                                    |              |                |
| 20%                                   | 17%                                                | 8%           | 5%             |
| SIMILARITY INDEX                      | INTERNET SOURCES                                   | PUBLICATIONS | STUDENT PAPERS |
| PRIMARY SOURCES                       |                                                    |              |                |
| 1                                     | media.neliti.com<br>Internet Source                |              | 2%             |
| 2                                     | scholar.unand.ac.id<br>Internet Source             |              | 1%             |
| 3                                     | docplayer.info<br>Internet Source                  |              | 1%             |
| 4                                     | journal.poltekkes-mks.ac.id<br>Internet Source     |              | 1%             |
| 5                                     | www.sumbarfokus.com<br>Internet Source             |              | 1%             |
| 6                                     | vdokumen.com<br>Internet Source                    |              | 1%             |
| 7                                     | repositori.uin-alaududin.ac.id<br>Internet Source  |              | 1%             |
| 8                                     | Submitted to Sriwijaya University<br>Student Paper |              | 1%             |
| 9                                     | www.scribd.com<br>Internet Source                  |              | 1%             |
| 10                                    | Submitted to Universitas Andalas<br>Student Paper  |              | 1%             |
| 11                                    | lib.ui.ac.id<br>Internet Source                    |              | <1%            |
| 12                                    | ejournal3.undip.ac.id<br>Internet Source           |              | <1%            |

## KUESIONER



**POLITEKNIK KESEHATAN PADANG**

## ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) GAS KARBON MONOKSIDA (CO) TAHUN 2025

Dengan Hormat,

Saya Mahasiswa Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Padang Bapak/Ibu. Kami sedang melakukan penelitian tentang **“ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN”**.

Saya sangat mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi formulir kuesioner ini, karena sangat berguna bagi ilmu pengetahuan, khususnya pemerintah dalam mengatasi masalah pencemaran udara.

Kuesioner ini tidak berpengaruh terhadap Bapak/Ibu. Perlu kami tegaskan bahwa:

1. Saya menjamin kerahasiaan identitas pribadi serta jawaban yang Bapak/Ibu berikan.
2. Jawaban jujur dari Bapak/Ibu sangat kami harapkan dan bermanfaat untuk kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Kesehatan.
3. Setelah penelitian ini selesai, kuesioner ini akan saya amankan.

Dalam kegiatan penelitian ini ketenangan dan waktu Bapak/Ibu mungkin akan terganggu karena kami akan menanyakan beberapa data antropometri, seperti berat badan, pola aktivitas (lama paparan dan frekuensi paparan) serta karakteristik demografi (umur dan jenis kelamin). Saya mengharapkan kerjasama Bapak/Ibu untuk menjelaskan hal-hal yang kami butuhkan dengan sejujurnya dan serinci-rincinya. Penelitian ini insyaAllah bermanfaat bagi kita semua. Untuk itu saya mengucapkan terimakasih atas partisipasi Bapak/Ibu sebagai responden.

## Pewawancara

## Responden

$$\left( \begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} \right) \left( \begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} \right)$$

## 1. DATA UMUM

1. Nama :
2. Umur : tahun (Minimal umur Responden 18 tahun)
3. Jenis Kelamin :
4. Alamat rumah :

## 2. Kosentrasi Paparan (C): Hasil Pengukuran Langsung Lapangan

- Nilai C Titik 1 :
- Nilai C Titik 2 :
- Nilai C Titik 3 :

## 3. KARAKTERISTIK ANTROPOMETRI DAN POLA AKTIVITAS

1. Berat Badan : kg (Untuk Mendapatkan Wb)
2. Lama Berjualan : a ..... jam/hari (Pukul.....s/d. .... ) (Untuk Mendapatkan tE)  
b ..... hari/minggu (Untuk Mendapatkan Fe)  
c. lama berjualan .....th (Untuk Mendapatkan Dt)
3. Lama Libur Berjualan : a. Dalam 1 minggu : ..... hari (Untuk Mendapatkan Fe)  
b. Dalam 1 bulan : ..... hari (Untuk Mendapatkan Fe)  
c. Libur Lebaran : ..... hari (Untuk Mendapatkan Fe)  
d. Total Libur dalam 1 tahun: .....hari (Untuk Mendapatkan Fe)

## 2. DATA KESEHATAN : Sesuai efek Paparan

Isilah dengan memberikan Bapak/Ibu *check list* (✓) pada kotak yang tersedia.

1. Apakah Bapak/Ibu sebelumnya ada riwayat penyakit jantung? YA ☐ TIDAK ☐
2. Apakah Bapak/Ibu sebelumnya ada riwayat gangguan detak jantung yang tidak teratur, terlalu cepat atau terlalu lambat? YA ☐ TIDAK ☐
3. Selama berjualan disini, apakah Bapak/Ibu mengalami perubahan ritme detak jantung? Terlalu cepat atau terlalu lambat? YA ☐ TIDAK ☐
4. Apakah Bapak/Ibu adalah seorang perokok? YA ☐ TIDAK ☐
5. Apakah Bapak/Ibu sebelumnya ada riwayat gangguan dengan tekanan darah? Baik hipertensi maupun hipotensi? YA ☐ TIDAK ☐
6. Selama berjualan disini, apakah Bapak/Ibu mengalami gangguan dengan tekanan darah? Baik

hipertensi maupun hipotensi? YA ☐ TIDAK ☐

7. Selama Bapak/Ibu bekerja disini, apakah Bapak/Ibu merasa pusing atau sakit kepala apabila tercium maupun terhirup asap kendaraan? YA ☐ TIDAK ☐

8. Selama Bapak/Ibu bekerja disini, apakah Bapak/Ibu merasa mual, rasa ingin muntah apabila tercium maupun terhirup asap kendaraan? YA ☐ TIDAK ☐