

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN SULFUR DIOKSIDA (SO₂) DAN TOTAL SUSPENDED PARTICULATES (TSP) TERHADAP PENYAKIT ISPA DI SEKITAR KAWASAN *CENTRE POINT OF INDONESIA* (CPI) KOTA MAKASSAR

¹ Nirmala, ² Suwandi N, ³ Fachrie Rezka Ayyub

^{1,2} Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Universitas Mega Buana Palopo

³ Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Sulawesi Selatan, 90126, Makassar, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history :

Received 2025-Jan-20

Received in revised form 2025-Feb-30

Accepted 2025-Feb-06

Keywords :

Health Risks

Air Pollution

Transportation Impacts

Makassar City

Kata Kunci :

Risiko Kesehatan

Pencemaran Udara

Dampak Transportasi

Kota Makassar

ABSTRACT

Makassar City as one of the largest cities in Indonesia, is experiencing rapid industrial and transportation growth. This contributes to increased air pollution, especially by pollutants such as SO₂ and TSP. The purpose of this study was to analyze the environmental health risks of Acute Respiratory Infections (ARI) incidents around the Center Point Of Indonesia (CPI) area of Makassar City. This type of research is quantitative research with the Environmental Quality Risk Analysis method which was carried out in October - December 2024 in Maccani Village, Tamalate District, Makassar City. Data on SO₂ and TSP concentration measurements sourced from the results of ambient air quality monitoring by the Environmental Laboratory and surveys using public health questionnaires related to ARI cases conducted at 3 (three) points, namely Jalan Metro Tanjung Bunga, in front of CCC and Jalan Masuk SPBU Mall Trans Studio is a densely populated area. The measurement results show that the concentration of each risk agent is still below the safe limit of ambient air quality standards. The results of the risk analysis show the risk level of SO₂ and TSP agents for the adult population, namely RQ <1, meaning that there is no risk for the adult population for the next 30 years. In addition, the risk level for the child population is only the SO₂ agent which has RQ >1, meaning that there is a risk for the child population for the next 30 years, while the TSP agent has a risk of having an RQ value <1, meaning that there is no risk for children for the next 30 years.

Correspondence :

Email : lukmannirmala40@gmail.com

ABSTRAK

Kota Makassar sebagai salah satu kota terbesar di Indonesia, mengalami pertumbuhan industri dan transportasi yang pesat. Hal ini berkontribusi terhadap peningkatan polusi udara, terutama oleh polutan seperti SO₂ dan TSP. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan terhadap kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) di sekitar kawasan *Centre Point Of Indonesia* (CPI) Kota Makassar. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode Analisis Risiko Kualitas Lingkungan yang dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2024 di Kelurahan Maccani, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar. Data pengukuran konsentrasi SO₂ dan TSP yang bersumber dari hasil pemantauan kualitas udara ambien oleh Laboratorium Lingkungan dan survei menggunakan kuesioner kesehatan masyarakat terkait kasus ISPA yang dilakukan di 3 (tiga) titik yaitu Jalan Metro Tanjung Bunga, Depan CCC dan Jalan Masuk SPBU Mall Trans Studio merupakan wilayah padat penduduk. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi dari masing-masing agen risiko masih berada di bawah batas aman baku mutu udara ambien. Hasil analisis risiko menunjukkan tingkat risiko dari agen SO₂ dan TSP untuk populasi dewasa yaitu RQ <1, artinya tidak berisiko untuk populasi dewasa sampai 30 tahun mendatang. Selain itu tingkat risiko untuk populasi anak-anak hanya agen SO₂ yang memiliki RQ >1 artinya berisiko untuk populasi anak-anak sampai 30 tahun mendatang, sedangkan agen TSP memiliki risiko memiliki nilai RQ <1, artinya tidak berisiko untuk anak-anak sampai 30 tahun mendatang.

PENDAHULUAN

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) adalah penyakit yang menginfeksi saluran pernapasan atas dan bahkan seluruh bagian pernapasan bawah (*alveoli*) seperti jaringan sinus, pleura dan rongga telinga tengah. Penyakit ini berlangsung hingga 14 hari sehingga dapat dikatakan penyakit tersebut termasuk infeksi akut. ISPA memiliki gejala seperti demam, batuk kurang dari dua minggu, pilek/hidung tersumbat dan sakit tenggorokan. ISPA merupakan salah satu penyakit pembunuh nomor satu pada balita di dunia, jika dibandingkan dengan masalah kesehatan lainnya seperti malaria, campak dan AIDS. ISPA biasa disebut sebagai *The Forgotten Pandemic* atau pandemi yang terlupakan.

Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang mempunyai dampak serius pada kesehatan manusia dan kualitas lingkungan. Pencemaran udara umumnya terjadi di negara berkembang dan biasanya dihasilkan oleh lalu lintas kendaraan dan aktivitas industri. Indonesia sebagai salah satu negara di Asia yang sedang berkembang menjadi negara industri baru juga menghadapi masalah pencemaran udara yang paling sering disebabkan oleh kendaraan bermotor dan debu pabrik. Tingkat pencemaran udara khususnya di kota-kota besar di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun sehingga menyebabkan permasalahan kesehatan, khususnya berhubungan dengan gangguan saluran pernapasan.

Untuk mengetahui dampak kesehatan akibat paparan gas SO_2 dan debu TSP terhadap gejala pernapasan dapat dilakukan dengan cara Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). ARKL merupakan suatu pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik.

Hasil studi dari penelitian sebelumnya mengenai analisis dan manajemen risiko kesehatan pencemaran udara, studi kasus di sembilan kota besar padat transportasi, menunjukkan secara keseluruhan frekuensi kejadian tingkat bahaya yang berisiko kesehatan ($RQ > 1$) menurut kotanya secara berurutan yaitu: Palembang, Bandung, Jakarta, Banjarmasin, Medan, Surabaya, Yogyakarta dan Semarang. Menurut hasil penelitian Ma'rufi (2017), seluruh lokasi jalan utama di Kota Surabaya tidak aman untuk dijadikan tempat tinggal karena nilai RQ TSP berkisar di antara 2,089-3,6588 dengan kadar TSP tertinggi yaitu di Bundaran Waru sebesar $2,46 \text{ mg/m}^3$. Hasil penelitian Sari dkk. (2013), terdapat sebanyak 38 responden (90,5%) dikategorikan memiliki gejala gangguan saluran pernapasan dan 4 responden (9,5%) tidak memiliki gejala gangguan saluran pernapasan. Hal ini disebabkan kadar TSP di lokasi penelitian yang melebihi nilai batas aman. Berdasarkan hasil penelitian Sari dkk. (2013) dengan beberapa titik pengukuran di Jalan Raya Indarung Kota Padang, titik pengukuran TSP tertinggi terdapat di Jalan Tanjung Saba dengan kadar TSP sebesar $234,20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Konsentrasi ini melebihi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 di mana batas maksimal untuk kadar TSP di udara ambien adalah $230 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Kawasan *Centre Point Of Indonesia* (CPI) adalah sebuah kawasan yang terletak di Kota Makassar, daerah yang rawan terhadap pencemaran udara akibat kegiatan industri, transportasi, kepadatan penduduk dan aktivitas

ekonomi yang tinggi. Berdasarkan urainya di atas maka dianggap perlu untuk melakukan penelitian terkait Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan paparan SO₂ dan TSP terhadap penyakit ISPA di sekitar Kawasan *Centre Point Of Indonesia* (CPI) Kota Makassar.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dan dilakukan secara observasional (Kemenkes, 2024). Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober – Desember 2024 yang bertempat di Kelurahan Maccani, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar. Polulasi dalam penelitian ini adalah di sekitar Kawasan CPI. Sampel penelitian ini sebanyak 80 orang 20 pedagang, 20 pejalan kaki, 20 masyarakat, 20 anak-anak yang di pilih secara *purposive sampling*. Pengumpulan data menggunakan pengukuran konsentrasi SO₂ dan TSP yang bersumber dari hasil pemantauan kualitas udara ambien oleh Laboratorium Lingkungan dan survei menggunakan kuesioner kesehatan masyarakat terkait kasus ISPA.

Lokasi pemantauan udara ambien dilakukan di sekitar lokasi tapak proyek dengan titik pemantauan sebagai berikut:

- U1: Di sekitar Jalan Metro Tanjung Bunga/H.M. Patompo depan RS Siloam, (S: 05° 08'57,4" & E: 119°24'24,1").
- U2: Di depan Permukiman Masyarakat Kel. Lette depan CCC, (S: 05°09'12,5" & E: 119°24'15,9").
- U3: Di sekitar Jalan Masuk SPBU Mall Trans Studio, (S: 05° 09'37,4" & E:119°23'44,3").

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini yaitu mengidentifikasi bahaya, mengidentifikasi sumber, menganalisis pajanan, menganalisis dosis respon, karakterisasi risiko, dan manajemen risiko kesehatan lingkungan.

1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya dilakukan dengan menghitung kandungan gas SO₂ dan TSP di udara ambien di Jalan Metro Tanjung Bunga, Depan CCC, Jalan Masuk SPBU Mall Trans Studio.

2. Analisis Dosis Respon

Dosis Respon (RfC) risk agent SO₂ dan TSP dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Nilai Dosis Respon Risk Agent

No.	Agen Risiko	RfC	Efek Gangguan
1.	SO ₂	2,6E-2	Gangguan saluran pernapasan
2.	TSP	2,42	Gangguan saluran pernapasan

Sumber: www.epa.gov/iris dalam Kemenkes, 2024

Analisis pajanan dilakukan dengan mengukur besarnya pajanan, dengan mengestimasi jumlah asupan (*intake*) gas yang terhirup setiap harinya. Untuk menentukan asupan inhalasi dibutuhkan juga parameter antropometri (berat badan dan laju inhalasi), pola aktivitas (waktu, frekuensi dan durasi pemajanan) dan sebagainya. Untuk parameter antropometri menggunakan nilai default sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai Default Untuk Parameter Antropometri

Reseptor	Laju inhalasi (m ³ /jam)	F. Pajanan (Jam)	Berat Badan (Kg)	Durasi Pajanan (Tahun)	Frekuensi (Hari/Tahun)
Anak-anak	0,5	18	15	30	350
Dewasa	0,83	24	55	30	350

Sumber : www.epa.gov/iris dalam Kemenkes, 2024

Untuk perhitungan intake menggunakan rumus sebagai berikut

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan :

I : Asupan Inhalasi (mg risk agent/kg berat badan Individu/hari)

C : Konsentrasi risk agent di udara (mg risk agent/m³ udara)

R : Laju Inhalasi (m³ udara/jam)

t_E: Lama pajanan (jam/hari)

f_E : Frekuensi pajanan, 350 hari/tahun untuk nilai default bagi populasi residensial

D_t : Durasi Pajanan

W_b : Berat badan Individu (Kg)

t_{Avg} : Periode waktu rata-rata

3. Karakteristik Risiko

Karakteristik risiko dinyatakan dengan tingkat risiko (*Risk Quotient*) merupakan pembagian antara asupan inhalasi (I) dan *Reference Concentration* (RfC), dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Risk Quotient (RQ)} = \frac{I}{RfC}$$

Hasil perhitungan RQ dapat menunjukkan tingkat risiko kesehatan masyarakat akibat menghirup udara yang mengandung SO₂ dan TSP. Apabila RQ <1 menunjukkan pajanan masih berada di bawah batas normal dan masyarakat yang menghirup udara tersebut aman dari risiko kesehatan oleh gas SO₂ dan TSP.

HASIL

Pengukuran konsentrasi SO₂ dan TSP yang dilakukan pada 3 titik yang berlokasi di pinggir jalan raya yang tidak jauh dari pemukiman warga. Pengukuran ini dilakukan selama satu jam dengan frekuensi pengambilan sampel udara sebanyak tiga kali pada jam padat lalu lintas, yakni pagi, siang dan sore hari supaya lebih mewakili kondisi di lapangan. Suhu udara rata-rata saat dilakukan pengukuran sebesar 33°C - 34,8°C. Suhu udara yang tinggi dapat menyebabkan udara renggang dan polutan bahan pencemar semakin rendah. Akibatnya terjadi gangguan pernapasan karena polutan berada lebih dekat dengan saluran pernapasan manusia.

Hasil pengukuran konsentrasi SO₂ dan TSP menunjukkan semua parameter masih berada dibawah baku mutu udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Konsentrasi SO₂ tertinggi berada pada Lokasi Jl. Metro Tanjung Bunga, yang sedang berada pada Lokasi Disekitar Jalan Masuk SPBU TSM, sedangkan yang terendah berada pada Lokasi Depan Gedung CCC. Untuk konsentrasi TSP yang paling tinggi berada pada Lokasi Disekitar Jalan Masuk SPBU TSM, yang sedang berada pada Lokasi Depan Gedung CCC, sedangkan yang terendah berada pada Lokasi Jl Metro Tanjung Bunga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Konsentrasi SO₂ dan TSP di Udara Ambien

Titik Sampel	Lokasi	SO ₂ (mg/m ³)	TSP (mg/m ³)
TS 1	Jl. Merto Tanjung Bunga	0,0365	0,0288
TS 2	Depan Gedung CCC	0,0483	0,0306
TS 3	Disekitar Jalan Masuk SPBU Mall Trans Studio	0,0314	0,0267

Sumber: Data Primer, 2024

Analisis risiko digunakan untuk mengidentifikasi factor risiko dan mengkategorikan tingkat risiko yang terkait pajanan bahaya lingkungan. Elemen dasar dalam analisis risiko yaitu identifikasi bahaya, penilaian dosis respon, penilaian paparan dan karakterisasi risiko.

1. Identifikasi Bahaya

Agen risiko SO₂ dan TSP memiliki efek non karsinogenik terutama yaitu menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia yang terpajan akibat gas ini. Risiko terpajan lebih berpotensi pada masyarakat yang tinggal dipinggir jalan raya dengan tingkat kepadatan yang tinggi, hal ini dikarenakan sumber pencemar utama dari pajanan ini yaitu berasal dari transportasi dan asap kendaraan bermotor.

2. Penilaian Dosis Respon

Penilaian dosis respon digunakan untuk memperkirakan efek samping dari agen risiko yang terjadi pada populasi yang terpajan. Dosis respon dinyatakan dalam reference Concentration (RfC). Angka RfC pada penelitian ini memakai dosis referensi inhalasi berdasarkan literatur dari *database Integrated Risk Information System (IRIS) U.S. EPA* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

3. Penilaian Paparan

Pada tahap penilaian paparan dibutuhkan data terkait antropometri dari populasi yang terpajan untuk menetapkan intake atau asupan yang diterima oleh populasi tersebut. Adapun karakteristik antropometri yang diukur antara lain berat badan (Wb), pajanan harian (tE), frekuensi pajanan tahunan (fE) dan durasi pajanan (Dt). Dalam penelitian ini menggunakan nilai default antropometri, yang tercantum pada Tabel 2.

Hasil perhitungan intake menunjukkan bahwa jumlah asupan populasi berisiko masih berada dibawah batas aman yang diperbolehkan. Hal ini dikarenakan nilai konsentrasi dari agen risiko (SO₂ dan TSP) masih di bawah baku mutu udara ambien. Hasil perhitungan intake untuk masing-masing agen risiko SO₂ dan TSP dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Intake Populasi Dewasa dan Anak-anak Akibat Paparan Gas SO₂

Titik Sampel	Usia	Konsentrasi (mg/m)	Laju Inhalasi (m ³)	Lama Pajanan (Jam/hari)	Frekuensi pajanan (Hari/Tahun)	Durasi Pajanan (Tahun)	Berat Badan (Kg)	Periode waktu Rata-rata	Intake
TS 1	Dewasa	0,0365	0,83	24	350	30	55	10950	0,0127
	Anak-anak	0,0365	0,5	18	350	30	15	10950	0,0210
TS 2	Dewasa	0,0483	0,83	24	350	30	55	10950	0,0168
	Anak-anak	0,0483	0,5	18	350	30	15	10950	0,0278
TS 3	Dewasa	0,0314	0,83	24	350	30	55	10950	0,0109
	Anak-anak	0,0314	0,5	18	350	30	15	10950	0,0181

Sumber: Analisis Data, 2024



Tabel 5. Hasil Intake Populasi Dewasa dan Anak-anak Akibat Paparan Gas TSP

Titik Sampel	Usia	Konsentrasi (mg/m)	Laju Inhalasi (m ³)	Lama Paparan (Jam/hari)	Frekuensi pajanan (Hari/Tahun)	Durasi Pajanan (Tahun)	Berat Badan (Kg)	Periode waktu Rata-rata	Intake
TS 1	Dewasa	0,0288	0,83	24	350	30	55	10950	0,0100
	Anak-anak	0,0288	0,5	18	350	30	15	10950	0,0166
TS 2	Dewasa	0,0306	0,83	24	350	30	55	10950	0,0106
	Anak-anak	0,0306	0,5	18	350	30	15	10950	0,0176
TS 3	Dewasa	0,0267	0,83	24	350	30	55	10950	0,0093
	Anak-anak	0,0267	0,5	18	350	30	15	10950	0,0154

Sumber: Analisis Data, 2024

4. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko merupakan proses untuk memperkirakan terjadinya efek yang merugikan terhadap kelompok terpajan yang dinyatakan dengan RQ (*Risk Quotient*). Perhitungan RQ dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang didapatkan pada analisis pajanan atau intake dan dosis respon. Nilai RQ dipakai untuk menilai tingkat risiko untuk efek non karsinogenik. Tingkat risiko dikatakan aman apabila nilai $RQ \leq 1$ dan dikatakan tidak aman apabila $RQ > 1$. Adapun hasil perhitungan RQ dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tingkat Risiko Untuk Populasi Dewasa

Lokasi	Tingkat Risiko (RQ) Populasi Dewasa	
	SO ₂	TSP
TS 1	0,4876	0,3847
TS 2	0,6452	0,4087
TS 3	0,4194	0,3566

Sumber: Analisis Data, 2024

Tabel 7. Hasil Perhitungan Tingkat Risiko Untuk Populasi Anak-anak

Lokasi	Tingkat Risiko (RQ) Populasi Anak-anak	
	SO ₂	TSP
TS 1	0,8077	0,6373
TS 2	1,0688	0,6771
TS 3	0,6948	0,5908

Sumber: Analisis Data, 2024

PEMBAHASAN

Pencemaran udara ditentukan dengan adanya zat-zat seperti karbon monoksida, debu/partikel, sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO₂), hidrokarbon dan hidrogen sulfide (H₂S) serta partikel (PM_{2.5}, PM₁₀, TSP). Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan binatang. Zat-zat tersebut dapat mengakibatkan dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia seperti sakit kepala, sesak napas, iritasi mata, batuk, iritasi saluran pernapasan, rusaknya paru-paru, bronkhitis, dan menimbulkan kerentanan terhadap virus influenza. Menurut estimasi Briggs & World Health Organization (2003) beban penyakit akibat polusi udara, lebih dari dua juta kematian dini setiap tahun dapat dikaitkan dengan efek polusi udara luar kota dan polusi udara dalam ruangan.

Beberapa studi epidemiologi telah menggambarkan bahwa paparan polusi udara berkorelasi dengan peningkatan risiko rawat inap dan kematian pada individu dengan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK).

Gas Sulfur Dioksida (SO_2) merupakan salah satu jenis dari gas-gas oksida sulfur (SO_x). Gas SO_2 sangat mudah terlarut dalam air, memiliki bau namun tidak berwarna (Wijiarti dkk., 2016). Sebagaimana O_3 , pencemar sekunder yang terbentuk dari SO_2 , seperti partikel sulfat, dapat berpindah dan terdeposisi jauh dari sumbernya (Wahyuddin *et al.*, 2021). Gas SO_2 yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lender pada hidung, tenggorokan dan saluran napas yang lain sampai ke paru-paru. Serangan gas SO_2 tersebut menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. Jika terjadi iritasi pada saluran pernapasan, SO_2 dan partikulat bisa menyebabkan pembengkakan membran mukosa. Pembentukan mukosa menimbulkan hambatan aliran udara pada saluran pernapasan (Ma'rufi, 2017).

Adapun *Total Suspended Particulate* (TSP) atau partikel tersuspensi total merupakan salah satu parameter penting yang harus diuji pada kualitas udara ambien karena dapat berdampak tidak hanya pada kesehatan manusia namun juga bagi makhluk hidup lainnya. Debu merupakan partikulat padat yang berukuran antara 1 mikron sampai dengan 100 mikron. Karakteristik fisik partikulat yang paling utama adalah ukuran dan distribusinya. TSP memiliki dampak jangka Panjang (reduksi fungsi paru-paru) dan jangka pendek (batuk, dahak, dan sesak napas). Gejala pernapasan yang paling sering dilaporkan akibat paparan TSP diantaranya batuk, dyspnea, bersin, dan dahak (Anwar *et al.*, 2024).

Menurut *World Health Organization* (2016) dalam Kurnia (2020), umumnya penderita penyakit ISPA melakukan konsultasi atau perawatan di fasilitas pelayanan kesehatan, terutama dalam layanan kesehatan anak. Insiden ISPA di negara Afrika dan Asia Tahun 2016 diperkirakan terjadi kematian pada golongan usia balita di atas 40 per 1000 kelahiran hidup sekitar 15%-20% pertahun. Tahun 2017, sebanyak 49% kematian pada anak usia dibawah 5 tahun di Afrika dan 24% terjadi di Asia Tenggara. Kemudian pada tahun 2018, dilaporkan sekitar 21,7%-40% dari total kematian anak akibat ISPA di seluruh dunia terjadi di Bangladesh, India, Indonesia, Nepal, Nigeria, Kenya, Filipina, Thailand, Kolombia, dan Uruguay.

Berdasarkan data laporan rutin Subdit ISPA (2018) dalam Nyomba (2022), didapatkan insiden ISPA adalah per 1000 balita sebesar 20,06% di Indonesia. Prevalensi nasional ISPA pada balita mencapai 12,8% dan beberapa provinsi dengan prevalensi ISPA tertinggi yaitu Nusa Tenggara Timur 18,6%, Banten 17,7%, Jawa Timur 17,2%, Bengkulu 16,4%, Kalimantan Tengah 15,1%, Jawa Barat 14,7 dan Papua 14,0%. Adapun prevalensi ISPA pada balita di Sulawesi Selatan mencapai 8,7%. Balita dengan ISPA tertinggi terjadi pada kelompok umur 12-23 bulan sebanyak 14,4%, umumnya balita berjenis kelamin laki-laki lebih berisiko terkena ISPA. Menurut data Dinkes (2020), total kasus ISPA pada balita mencapai 22.522 kasus. Penyakit ISPA merupakan penyakit urutan kedua dari 10 (sepuluh) penyakit terbanyak di wilayah Puskesmas Panambungan dengan jumlah kasus 3.177 kasus.

Sebanyak 7,3 juta orang meninggal akibat pencemaran udara dan kasus tertinggi terjadi di kawasan Timur Tengah dan Asia tenggara dengan rata-rata tingkat pencemaran per tahun melebihi nilai ambang batas. Tercatat 3,8 juta kematian di kawasan Timur Tengah dan Asia Tenggara dimana tercatat 567.000 kasus kematian diantaranya disebabkan oleh penyakit pernafasan yang diakibatkan oleh paparan partikel halus ($\text{PM}_{2,5}$). Kasus kematian akibat

polusi udara di Indonesia tahun 2016 meningkat menjadi 61 ribu orang dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 50.000 jiwa. Sebagian besar kasus pencemaran udara diperkotaan 70% di antaranya disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor (*World Health Organization, 2016 dalam Kurnia, 2020*).

Nilai SO_2 di permukiman masyarakat depan Gedung CCC memiliki nilai lebih tinggi karena merupakan area parkir di mana terjadi akumulasi kendaraan yang mengeluarkan emisi gas buang. Sedangkan di lokasi lainnya merupakan lokasi yang berada di *road side*, di mana kendaraan hanya melintas dan memiliki ruang yang lebih luas untuk penyebaran polutan gas SO_2 dan tidak terakumulasi pada titik tersebut. Namun Sulfur Dioksida (SO_2) pada 3 (tiga) stasiun pemantauan masih di bawah baku mutu $150 \mu g/Nm^3$.

Demikian pula dengan parameter partikel debu (TSP) pada 3 (tiga) stasiun pemantauan masih di bawah baku mutu $230 \mu g/Nm^3$. Ukuran partikel 5-10 μm ditahan oleh sistem pernafasan bagian atas, ukuran partikel 3-5 μm ditahan oleh sistem pernafasan bagian tengah, ukuran 1-3 μm ditempatkan langsung pada bagian permukaan alveoli paru dan ukuran partikel di bawah 0,1 μm menimbulkan gerak brown. Secara alamiah partikulat debu dapat dihasilkan dari debu tanah kering yang terbawa oleh angin atau berasal dari muntahan letusan gunung berapi. Pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung senyawa karbon akan murni atau bercampur dengan gas-gas organik seperti halnya penggunaan mesin diesel yang tidak terpelihara dengan baik.

Secara keseluruhan nilai RQ untuk setiap agen risiko di lokasi studi untuk populasi dewasa seluruhnya menunjukkan nilai $RQ < 1$ yang artinya tidak ada risiko non karsinogenik bagi populasi dewasa yang terpapar inhalasi dengan agen risiko SO_2 dan TSP dalam 30 mendatang. Hal ini bisa diakibatkan oleh intake yang diterima oleh kelompok terpajan masih dalam kategori rendah. Sejalan dengan penelitian Ma'rufi (2017) menunjukkan bahwa nilai RQ keseluruhan dari agen risiko SO_2 , H_2S , NO_2 dan TSP lebih dari 1 yang berarti keseluruhan agen risiko berisiko menyebabkan efek non karsinogenik pada masyarakat yang tinggal di sekitar jalan raya di Kota Surabaya.

Hasil perhitungan RQ untuk populasi anak-anak sebagian besar nilai $RQ < 1$, untuk agen risiko TSP. sedangkan untuk agen risiko SO_2 nilai RQ yang lebih dari 1 hanya pada lokasi TS 2. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Isa Ma'rufi (2017) menunjukkan bahwa nilai RQ keseluruhan dari agen risiko SO_2 , H_2S , NO_2 dan TSP untuk populasi anak-anak adalah $RQ > 1$. Dari Tabel 7 dapat dilihat agen risiko yang memiliki RQ paling besar adalah SO_2 dan paling kecil adalah TSP. Agen risiko SO_2 dan TSP merupakan beberapa jenis zat pencemar beracun dan berbahaya yang banyak ditemukan pada udara. Sumber zat pencemar ini berasal dari kegiatan industri maupun hasil emisi gas buangan kendaraan bermotor. Masuknya zat pencemar ini ke lingkungan dapat mempengaruhi aktivitas organisme yang ada di lingkungan tersebut. Terutama SO_2 yang merupakan agen risiko paling dominan dalam penelitian ini. SO_2 merupakan gas tak berwarna yang memiliki toksisitas tinggi dan berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua, anak-anak dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan dan kardiovaskular. Hal ini karena gas SO_2 yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lender pada hidung, tenggorokan dan saluran napas yang lain sampai ke paru-paru. Serangan gas SO_2 tersebut menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. Jika terjadi iritasi pada saluran pernapasan, SO_2 dan partikulat bisa menyebabkan pembengkakan membran mukosa. Pembentukan mukosa menimbulkan hambatan aliran udara pada saluran

pernapasan. Kondisi ini akan menjadi lebih parah bagi kelompok yang peka, seperti penderita penyakit jantung atau paru-paru, dan para lanjut usia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Bedasarkan hasil pengukuran dari agen risiko SO₂ dan TSP yang dilakukan pada 3 (tiga) titik sampel pada ruas Jalan Metro Tanjung Bunga, Depan CCC dan Jalan Masuk SPBU Mall Trans Makassar menunjukkan bahwa konsentrasi masing-masing agen risiko masih berada di bawah baku mutu udara ambien. Adapun hasil perhitungan analisis risiko menunjukkan tingkat risiko dari agen SO₂ dan TSP untuk populasi dewasa adalah RQ<1 yang berarti konsentrasi SO₂ dan TSP maksimal yang dihasilkan masih aman untuk penduduk dewasa yang memiliki berat badan rata-rata 55 kg, laju inhalasi 0,83 m³/jam, selama 24 jam/hari, 350 hari/ tahun serta jangka waktu 30 tahun ke depan. Selanjutnya perhitungan analisis risiko dari agen SO₂ dan TSP untuk populasi anak-anak, didapatkan hasil tingkat risiko untuk agen SO₂ yaitu RQ>1 yang artinya bahwa konsentrasi SO₂ yang dihasilkan sudah tidak aman/berisiko untuk anak-anak yang memiliki berat badan 15 kg, laju inhalasi 0,5 m³/jam, selama 16 jam/hari, 350 hari/tahun, serta jangka waktu 30 tahun ke depan. Selanjutnya untuk agen TSP didapatkan hasil RQ<1. Dari kesimpulan di atas dapat dilihat bahwa ada satu agen risiko yang berbahaya untuk populasi anak-anak, yaitu agen risiko SO₂.

Oleh karena itu perlu dilakukan manajemen risiko untuk yang dilakukan terkait pengurangan konsentrasi dan waktu paparan. Maka disarankan perlu adanya kerja sama dari Pemerintah dan masyarakat untuk melakukan pengendalian pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor serta perlu adanya pemeriksaan udara berkala terutama di wilayah padat lalu lintas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada seluruh responden yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk menjadi responden dan semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anwar, R. R., Pratikso, P., Wibowo, K., & Wardiningsih, S. (2024). Analisis Resiko Lingkungan dalam Pembangunan Gedung di Atas Tanah Lunak. *AKADEMIK: Jurnal Mahasiswa Humanis*, 4(2), 394-402.
2. Briggs, D., & World Health Organization (2003). *Making a difference: Indicators to improve children's environmental health*. World Health Organization.
3. Dinas Kesehatan Kota Makassar (Dinkes) (2020). Program Pelaporan ISPA di Kota Makassar. Makassar.
4. Kementerian Kesehatan RI (Kemenkes) (2024). Pedoman Kajian Aspek Kesehatan Masyarakat Dalam AMDAL Jakarta.
5. Kurnia, L. (2020). Studi Literatur Penggunaan *Local Exhaust Ventilation* (LEV) Dalam Meminimalisir Debu Pada Industri Furnitur.
6. Ma'rufi, I. (2017). Analisis risiko kesehatan lingkungan (SO₂, H₂S, NO₂ dan TSP) akibat transportasi kendaraan bermotor di Kota Surabaya. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 1(4), 189-196.
7. Nyomba, M. A., Wahiduddin, W., & Rismayanti, R. (2022). Faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian ISPA pada Balita di Sekitar Wilayah TPA Sampah: *Factors Associated with the Incidence of ARI in Toddlers Around Waste Disposal*. *Hasanuddin Journal of Public Health*, 3(1), 8-19.

8. Sari, M., Santi, D. N., dan Chahaya, I. (2013). Analisis Kadar CO dan NO₂ di Udara dan Keluhan Gangguan Saluran Pernapasan pada Pedagang Kaki Lima di Pasar Sangkumpul Bonang Kota Padangsidempuan Tahun 2013. *Jurnal Universitas Sumatera Utara*.
9. Wahyudin, D., Widianingsih, I., & Abdullah, O. A. (2021). Interorganizational Coordination On Car Free Day For Low Carbon Transportation. *Jurnal Reformasi Administrasi: Jurnal Ilmiah untuk Mewujudkan Masyarakat Madani*, 8(2), 120-129.
10. Wijarti, K., Darundiati, Y. H., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Analisis risiko kesehatan lingkungan paparan sulfur dioksida (SO₂) udara ambien pada pedagang kaki Lima di terminal bus pulogadung, jakarta timur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 983-991.

Peraturan Perundang-undangan:

11. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
12. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.