

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN GAS NITROGEN
DIOKSIDA (NO₂) DAN SULFUR DIOKIDA (SO₂) PADA MASYARAKAT
DI WILAYAH YOGYAKARTA**

***ENVIRONMENTAL HEALTH RISK ANALYSIS OF EXPOSURE OF NITROGEN
DIOXIDE (NO₂) AND SULFUR DIOKIDE (SO₂) IN THE COMMUNITY OF THE
YOGYAKARTA REGION***

**Nadhira Rashifanti Maherdyta,*¹, Annisa Syafitri ², Fajar Septywantoro ³, Priamiery Annisa
Kejora ⁴, Sri Dewi Gulo, Desy Sulistiyorini ⁵**
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indonesia Maju
E-mail: nadhirarashifanti@gmail.com

ABSTRAK

Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan salah satu alat untuk pengolaan risiko yang digunakan untuk melindungi kesehatan bagi masyarakat akibat efek dari lingkungan yang buruk. Jenis dari penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan risk agent nya adalah SO₂ dan NO₂. penelitian ini dilaksanakan di lingkungan wilayah Yogyakarta untuk melihat risiko kesehatan lingkungan akibat paparan gas NO₂ dan SO₂ dengan waktu penelitian bulan Agustus 2021. Sumber data yang digunakan adalah data pemantauan kualitas udara pada tahun 2019. Variabel yang digunakan adalah analisa paparan, karakteristik risiko, analisis dosis-respon, dan manajemen risiko kesehatan lingkungan. Gas SO₂ dan NO₂ merupakan salah satu zat pencemar udara yang dapat menimbulkan bau busuk. Analisis risiko pajanan gas SO₂ dan NO₂ dalam udara ambien terhadap gangguan kesehatan mengalami risiko yang sangat tinggi. Konsentrasi SO₂ dan NO₂ diperoleh melalui pengukuran di 50 titik yang telah di tentukan. Nilai rata-rata kosentrasi SO₂ dan NO₂ di Yogyakarta adalah 35,2874 dan 34,4598. semakin banyak udara yang tercemar semakin tinggi konsentrasi SO₂ dan NO₂ yang terukur. Konsentrasi SO₂ dan NO₂ juga di pengaruhi oleh aktivitas transportasi sebagai sumber polutan. Angin memegang peranan penting dalam penyebaran polutan. Kosentrasi SO₂ dan NO₂ juga di pengaruhi oleh aktivitas transportasi sebagai sumber polutan. Angin memegang peranan penting dalam penyebaran polutan.

Kata Kunci : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), udara ambien, polusi udara

ABSTRACT

Environmental Health Risk Analysis of Nitrite (NO₂) and Sulfur Dioxide (SO₂) Exposure to Communities in the Yogyakarta Region. Environmental health risk analysis is one of the tools for risk management used to protect public health due to the effects of a bad environment. is a descriptive study with the risk agents are SO₂ and NO₂. This research was carried out in the Yogyakarta area to see environmental health risks due to exposure to No₂ and SO₂ gases with a research time of August 2021. The data source used is air quality monitoring data in 2019. The variables used are exposure analysis, risk characteristics, dose analysis -response, and environmental health risk management. SO₂ and NO₂ gases are air pollutants that can cause a foul odor. Analysis of the risk of exposure to SO₂ and NO₂ gases in ambient air to health problems has a very high risk. The concentrations of SO₂ and NO₂ were obtained by measuring at 50 predetermined points. The average values of SO₂ and NO₂ concentrations in Yogyakarta were 35.2874 and 34.4598, respectively. the more polluted air the higher the measured concentrations of SO₂ and NO₂. SO₂ and NO₂ concentrations are also affected by transportation activities as a source of pollutants. Wind plays an important role in the distribution of pollutants. SO₂ and NO₂ concentrations are also affected by transportation activities as a source of pollutants. Wind plays an important role in the distribution of pollutants.

Keywords : Environmental Health Risk Analysis, ambient air, air pollution, NO₂, SO₂

PENDAHULUAN

Pencemaran udara adalah suatu masalah yang memerlukan perhatian khusus, khususnya pada daerah-daerah kota besar. Pencemaran udara berasal dari asap kendaraan bermotor, asap pabrik, ataupun partikel-partikel yang lain. Pada saat ini mulai dilakukan suatu upaya pemantauan pencemaran udara. Kadar pencemaran udara ditentukan oleh adanya zat-zat seperti karbon dioksida, debu/partikel, sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO₂), hidrokarbon dan hidrogen sulfida (H₂S) serta partikel lainnya. Zat-zat ini 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 influenza¹. Menurut estimasi *World Health Organization* (WHO) 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)^{2,3}.

NO₂ merupakan gas yang beracun yang berwarna coklat kemerah-merahan dan berbau yang menyengat seperti asam nitrat. Jenis nitrogen oksida yang sering di jumpai di dalam atmosfer adalah NO, NO₂ ataupun N₂O adalah zat yang tidak pernah ada di dalam udara yang bersih. Senyawa ini dapat merusak saluran pernapasan, iritasi paru-paru dan mata, dan juga berkontribusi terhadap kerusakan jantung, paru-paru, hati, dan ginjal. Masyarakat yang menggunakan bahan bakar yang terus menerus akan memberikan dampak negatif pada lingkungan yaitu tingginya tingkat pencemaran diudara akibat emisil hasil proses pembakaran bahan bakar fosil. Gas SO₂ adalah gas polutan yang banyak dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung unsur belerang seperti minyak, gas, batubara, maupun kokas. Konsentrasi gas SO₂ di udara akan mulai mendeteksi oleh indera manusia konsentrasinya berkisar antara 0,3-1 ppm.⁴ Pengaruh paparan polusi udara dapat terjadi pada kondisi kronis atau akut. Dalam jangka pendek, gas pencemar udara (Pb, NO₂, SO₂,

TSP, dan debu) dapat menyebabkan gangguan pernapasan seperti lemas, batuk, sesak napas, bronkopneumonia, edema paru, sianosis, dan methemoglobinemia⁵.

Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) adalah yaitu karakterisasi efek yang potensial merugikan kesehatan manusia oleh paparan bahaya lingkungan, dengan memerhatikan karakteristik yang melekat pada agent itu dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik⁶⁻⁸. Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan salah satu alat untuk pengolaan risiko yang digunakan untuk melindungi kesehatan bagi masyarakat akibat efek dari lingkungan yang buruk. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah suatu pendekatan untuk menghitung dan memperkirakan risiko kesehatan pada manusia, termasuk juga identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada suau agen yang menjadi pusat perhatian dan juga karakteristik dari saaran yang spesifik. Dalam peraturan perundang-undangan indonesia ARKL merupakan pendekatan ADKL. Landasan hukum dari ARKL untuk ADKL adalah PerMenLH No 08/2006 tentang pedoman penyusunan amdal, dan KepMenKes No.876/MenKes/SK/VIII/2001 tentang pedoman teknik ADKL⁹.

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 berurut yaitu: Palembang, Bandung, Jakarta, Banjarmasin, Medan, Surabaya, Yogyakarta, dan Semarang¹⁰. Peneliti melihat besarnya kemungkinan masyarakat sekitar yang berada di wilayah Yogyakarta terhadap paparan polutan udara sehingga perlu adanya penelitian risiko gangguan pernapasan yang dirasakan terhadap pajanan kedua gas pencemar tersebut. Rumusan masalah dalam penelitian ini, yakni bagaimanakah analisis risiko kualitas udara ambien (NO₂ dan SO₂) dan gangguan pernapasan pada masyarakat di wilayah Yogyakarta.

METODE PENELITIAN

Jenis dari penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan risk agent nya adalah NO₂ dan SO₂. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data pemantauan kualitas udara ambien yang dilakukan oleh Pemerintah Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2019 berupa data konsentrasi¹¹. analisa paparan, karakteristik risiko, analisis dosis-respon, dan manajemen risiko kesehatan lingkungan. Karakteristik risiko dinyatakan dengan tingkat risiko (*risk quotient*) merupakan pembagian antara asupan (*I*) dan *reference concentration (RfC)* (persamaan 2). Selain itu untuk menentukan asupan insalasi dibutuhkan juga parameter antropometri (berat badan dan laju inhalasi), pola aktivitas (waktu, frekuensi, dan durasi pemajanan) dan sebagainya. Tingkat risiko dihitung dengan persamaan 1 dan asupan inhalasi (*I*) dihitung dengan menggunakan persamaan 2¹².

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{Avg}} \quad (1)$$

Keterangan :

- I = asupan intake, mg/kg xhari
- C = konsentrasi *risk agent*, mg/M³ untuk medium udara, mg/L untuk air minum,
- R = laju asupan atau konsumsi, 0,83 M³/jam untuk inhalasi orang dewasa, L/hari untuk air minum, g/hari untuk makanan
- t_E = waktu pajanan, jam/hari
- f_E = frekuensi pajanan, hari/tahun
- D_t = durasi pajanan, tahun (*real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai *default* residensial)

W_b = berat badan, kg

t_{avg} = perioda waktu rata-rata (Dx365 hari/tahun untuk zat nonkarsinogen, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen)

Setelah dilakukan perhitungan nilai asupan paparan, maka dilakukan perhitungan kembali untuk menghitung besaran tingkat risiko (*risk quotient*) akibat paparan sulfur dioksida. Sesuai dengan karakteristik sulfur dioksida yang tidak menyebabkan kanker, maka data disebut tingkat risiko non-karsinogenik. Perhitungan menggunakan rumus berikut **Error! Reference source not found.**⁶ sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfD \text{ atau } RfC} \quad (2)$$

Keterangan:

I: Intake hasil perhitungan penilaian pajanan (mg/kg/hari)

RfC : Dosis zat kimia yang memajani manusia melalui jalur inhalasi (mg/kg/hari)

HASIL PENELITIAN

Gas NO₂ dan SO₂ merupakan salah satu zat pencemar udara yang dapat menimbulkan bau busuk. Analisis risiko pajanan gas NO₂ dan SO₂ dalam udara ambien terhadap gangguan kesehatan mengalami risiko yang sangat tinggi. Konsentrasi NO₂ dan SO₂ diperoleh melalui pengukuran di 50 titik yang telah di tentukan. Tabel 1 menjelaskan tentang detail lokasi titik sampling untuk pengukuran konsentrasi NO₂ dan SO₂ di udara.

Tabel 1.
Hasil Perhitungan Asupan (Intake) Gas NO₂ dan SO₂

Lokasi	C NO ₂ (mg/m ³)	C SO ₂ (mg/m ³)	R (m ³ / jam)	Dt (tahun)	Te (jam/ hari)	Fe (hari/ tahun)	Wb (kg)	Tavg	Ink NO ₂	Ink SO ₂
1	0,04	0,01	0,83	30	24	350	70	365	0,00	0,01
2	0,01	0,01	0,83	30	24	350	70	365	0,00	0,00
3	0,01	0,01	0,83	30	24	350	70	365	0,00	0,00
4	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
5	0,04	0,04	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01

6	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
7	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
8	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,00	0,00
9	0,01	0,01	0,83	30	24	350	70	365	0,00	0,00
10	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
11	0,05	0,05	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
12	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
13	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
14	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
15	0,04	0,04	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
16	0,06	0,06	0,83	30	24	350	70	365	0,02	0,02
17	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,00	0,00
18	0,01	0,01	0,83	30	24	350	70	365	0,00	0,00
19	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
20	0,02	0,02	0,84	30	24	350	70	365	0,01	0,01
21	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
22	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
23	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
24	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
25	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
26	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
27	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
28	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
29	0,08	0,07	0,83	30	24	350	70	365	0,02	0,02
30	0,05	0,05	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
31	0,06	0,06	0,83	30	24	350	70	365	0,02	0,02
32	0,04	0,04	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
33	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
34	0,04	0,04	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
35	0,04	0,04	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
36	0,09	0,09	0,83	30	24	350	70	365	0,03	0,03
37	0,05	0,05	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
38	0,04	0,04	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
39	0,05	0,05	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
40	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
41	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
42	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
43	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
44	0,06	0,06	0,83	30	24	350	70	365	0,02	0,02
45	0,08	0,08	0,83	30	24	350	70	365	0,02	0,02
46	0,02	0,02	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
47	0,03	0,03	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
48	0,04	0,04	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
49	0,05	0,05	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01
50	0,05	0,05	0,83	30	24	350	70	365	0,01	0,01

Dengan menggunakan Persamaan 1, diperoleh hasil perhitungan asupan (intake) NO₂ dan SO₂ melalui jalur inhalasi. Adapun parameter yang digunakan untuk menentukan nilai asupan (intake) berupa parameter antropometri (berat badan dan laju inhalasi) serta data pola aktivitas (frekuensi pajanan, durasi pajanan, dan waktu pajanan). Adapun

nilai yang digunakan adalah nilai default, yaitu 70 kg untuk berat badan, 30 tahun untuk durasi pajanan, 350 hari/tahun untuk durasi pajanan, 0,83 m³ liter/jam untuk laju inhalasi, dan 24 jam/hari untuk waktu pajanan (6,7), seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis dosis-respons dinyatakan dengan istilah risk quotient (RQ) mempunyai kategori

level yang menyatakan responden berisiko atau tidak berisiko non-karsinogenik akibat paparan agen risiko. Kategori ini dinotasikan dalam bentuk $RQ \leq 1$ untuk yang tidak berisiko, dan kategori berisiko yang dinyatakan dalam $RQ > 1$. Adapun nilai RfC untuk SO_2

adalah 0,02, sedangkan nilai RfC untuk NO_2 adalah 0,026⁹. Pada penelitian ini, tingkat risiko non-karsinogenik dapat dilihat distribusinya pada Tabel 3 untuk pajanan SO_2 dan Tabel 2 untuk pajanan NO_2 .

Tabel 2
Hasil Perhitungan Intake dan Risk Quotient (RQ) Gas SO_2

Lokasi	Ink SO_2	RfC SO_2	RQ SO_2	Kategori (berisiko/tidak)
1	0,01	0,02	0,60	tidak berisiko
2	0,00	0,02	0,14	tidak berisiko
3	0,00	0,02	0,20	tidak berisiko
4	0,01	0,02	0,36	tidak berisiko
5	0,01	0,02	0,59	tidak berisiko
6	0,01	0,02	0,27	tidak berisiko
7	0,01	0,02	0,28	tidak berisiko
8	0,00	0,02	0,21	tidak berisiko
9	0,00	0,02	0,16	tidak berisiko
10	0,01	0,02	0,44	tidak berisiko
11	0,01	0,02	0,65	tidak berisiko
12	0,01	0,02	0,29	tidak berisiko
13	0,01	0,02	0,39	tidak berisiko
14	0,01	0,02	0,32	tidak berisiko
15	0,01	0,02	0,53	tidak berisiko
16	0,02	0,02	0,88	tidak berisiko
17	0,00	0,02	0,23	tidak berisiko
18	0,00	0,02	0,15	tidak berisiko
19	0,01	0,02	0,27	tidak berisiko
20	0,01	0,02	0,26	tidak berisiko
21	0,01	0,02	0,40	tidak berisiko
22	0,01	0,02	0,42	tidak berisiko
23	0,01	0,02	0,29	tidak berisiko
24	0,01	0,02	0,28	tidak berisiko
25	0,01	0,02	0,27	tidak berisiko
26	0,01	0,02	0,47	tidak berisiko
27	0,01	0,02	0,44	tidak berisiko
28	0,01	0,02	0,35	tidak berisiko
29	0,02	0,02	1,09	berisiko
30	0,01	0,02	0,63	tidak berisiko
31	0,02	0,02	0,78	tidak berisiko
32	0,01	0,02	0,50	tidak berisiko
33	0,01	0,02	0,46	tidak berisiko
34	0,01	0,02	0,51	tidak berisiko
35	0,01	0,02	0,54	tidak berisiko
36	0,03	0,02	1,27	berisiko

37	0,01	0,02	0,62	tidak berisiko
38	0,01	0,02	0,54	tidak berisiko
39	0,01	0,02	0,63	tidak berisiko
40	0,01	0,02	0,41	tidak berisiko
41	0,01	0,02	0,38	tidak berisiko
42	0,01	0,02	0,42	tidak berisiko
43	0,01	0,02	0,43	tidak berisiko
44	0,02	0,02	0,88	tidak berisiko
45	0,02	0,02	1,11	berisiko
46	0,01	0,02	0,34	tidak berisiko
47	0,01	0,02	0,36	tidak berisiko
48	0,01	0,02	0,61	tidak berisiko
49	0,01	0,02	0,74	tidak berisiko
50	0,01	0,02	0,68	tidak berisiko

Merujuk pada Tabel 1 dan 3 di atas dapat terlihat bahwa sejumlah 3 lokasi dari total 50 lokasi memiliki nilai RQ > 1 untuk pajanan SO₂ yaitu pada lokasi no 29, 36, dan 46, yaitu pada Terminal Wonosari Gunung Kidul, sebelah utara PT Madu Baru, dan sebelah selatan PC. GKBI Medari. Pada Tabel 4 terlihat bahwa nilai RQ ≤ 1 untuk semua lokasi sampling untuk pajanan NO₂.

Tabel 3
Hasil Perhitungan Intake dan Risk Quotient (RQ) Gas NO₂

Lokasi	Ink NO ₂	RfC NO ₂	RQ NO ₂	Kategori (berisiko/tidak)
1	0,00	0,026	0,16	tidak berisiko
2	0,00	0,026	0,11	tidak berisiko
3	0,00	0,026	0,16	tidak berisiko
4	0,01	0,026	0,28	tidak berisiko
5	0,01	0,026	0,45	tidak berisiko
6	0,01	0,026	0,21	tidak berisiko
7	0,01	0,026	0,21	tidak berisiko
8	0,00	0,026	0,16	tidak berisiko
9	0,00	0,026	0,12	tidak berisiko
10	0,01	0,026	0,34	tidak berisiko
11	0,01	0,026	0,50	tidak berisiko
12	0,01	0,026	0,23	tidak berisiko
13	0,01	0,026	0,30	tidak berisiko
14	0,01	0,026	0,25	tidak berisiko
15	0,01	0,026	0,41	tidak berisiko
16	0,02	0,026	0,67	tidak berisiko
17	0,00	0,026	0,17	tidak berisiko
18	0,00	0,026	0,11	tidak berisiko
19	0,01	0,026	0,21	tidak berisiko
20	0,01	0,026	0,20	tidak berisiko
21	0,01	0,026	0,31	tidak berisiko
22	0,01	0,026	0,32	tidak berisiko

23	0,01	0,026	0,23	tidak berisiko
24	0,01	0,026	0,22	tidak berisiko
25	0,01	0,026	0,21	tidak berisiko
26	0,01	0,026	0,36	tidak berisiko
27	0,01	0,026	0,34	tidak berisiko
28	0,01	0,026	0,27	tidak berisiko
29	0,02	0,026	0,71	tidak berisiko
30	0,01	0,026	0,49	tidak berisiko
31	0,02	0,026	0,60	tidak berisiko
32	0,01	0,026	0,38	tidak berisiko
33	0,01	0,026	0,35	tidak berisiko
34	0,01	0,026	0,39	tidak berisiko
35	0,01	0,026	0,42	tidak berisiko
36	0,03	0,026	0,98	tidak berisiko
37	0,01	0,026	0,47	tidak berisiko
38	0,01	0,026	0,42	tidak berisiko
39	0,01	0,026	0,48	tidak berisiko
40	0,01	0,026	0,32	tidak berisiko
41	0,01	0,026	0,30	tidak berisiko
42	0,01	0,026	0,32	tidak berisiko
43	0,01	0,026	0,33	tidak berisiko
44	0,02	0,026	0,67	tidak berisiko
45	0,02	0,026	0,85	tidak berisiko
46	0,01	0,026	0,26	tidak berisiko
47	0,01	0,026	0,28	tidak berisiko
48	0,01	0,026	0,47	tidak berisiko
49	0,01	0,026	0,57	tidak berisiko
50	0,01	0,026	0,52	tidak berisiko

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk pajanan SO₂, masih ada 3 lokasi dengan hasil perhitungan RQ > 1. Hal ini menunjukkan bahwa pajanan SO₂ berpotensi membahayakan Kesehatan di ketiga lokasi tersebut, yaitu di Terminal Wonosari Gunung Kidul, sebelah utara PT Madu Baru, dan sebelah selatan PC. GKBI Medari. Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan upaya-upaya untuk menurunkan emisi di ketiga lokasi tersebut sehingga tidak membahayakan kesehatan. Dari hasil penelitian ini juga diperoleh hasil perhitungan RQ ≤ 1 untuk pajanan NO₂. Tingkat risiko yang didapatkan adalah RQ < 1 artinya tidak memiliki risiko yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

Penelitian sebelumnya pada tahun 2015

di Terminal Ampera Palembang menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan risiko paparan SO₂ pada pedagang kaki lima (PKL) menunjukkan bahwa ada sebanyak 10 orang pedagang (11,9%) pedagang yang berisiko akibat paparan SO₂, sedangkan perhitungan risiko paparan NO₂ menunjukkan bahwa seluruh pedagang (100%) tidak berisiko akibat paparan NO₂¹⁰. Penelitian pada tahun 2019 di Kendari terkait paparan NO₂ dan SO₂ terhadap risiko Kesehatan petugas stasiun pengisian bahan bakar menunjukkan hasil bahwa nilai RQ < 1 untuk pajanan NO₂ dan SO₂ yang masih dalam kondisi aman untuk operator¹³.

Penelitian lain tentang analisis risiko paparan SO₂ terhadap risiko non karsinogenik hasil perhitungan RQ ≤ 1 pada pekerja penyapu jalan di Kota Samarinda dengan

konsentrasi SO₂ sebesar 0,0043 mg/m³. Hal ini menunjukkan bahwa belum ditemukan adanya risiko kesehatan nonkarsinogenik berdasarkan durasi pajanan realtime dan lifetime¹⁴. Studi sebelumnya tentang analisis risiko akibat pajanan gas NO₂ pada pedagang pisang epe di Jalan Penghibur Kota Makassar menunjukkan bahwa nilai Risk Quotient (RQ) tidak ada yang melebihi 1 dengan nilai maksimal 0,25. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa risiko kesehatan akibat pajanan NO₂ pada pedagang pisang epe di jalan penghibur Kota Makassar masih berada di kategori aman¹⁵.

Penelitian lain yang serupa terkait pajanan SO₂ dan NO₂ pada pedagang di pasar Siteba, Padang diperoleh hasil rata-rata konsentrasi SO₂ sama dengan 113 mg/m³, dan konsentrasi NO₂ rata-rata sebesar 3 mg/m³. Hasil perhitungan asupan (*intake*) SO₂ dan NO₂ pada pedagang masing-masing sebesar 0,005204 mg/kg/hari dan 0,00015604 mg/kg/hari. Selain itu, hasil perhitungan karakterisasi risiko pajanan SO₂ dan NO₂ berada pada level risiko (RQ) <1¹⁶.

Karakteristik risiko adalah upaya untuk menentukan apakah populasi yang terpapar berisiko terhadap agen risiko yang masuk ke dalam tubuh yang dinyatakan oleh RQ dengan menggabungkan nilai-nilai yang diperoleh dalam analisis asupan (*intake*) melalui jalur inhalasi dan dosis respons. Tingkat risiko non-karsinogenik diperoleh melalui hasil pembagian asupan harian dengan nilai dose-response atau Reference Concentration (RfC). Jika RQ 1, SO₂ dan NO₂ dapat menyebabkan gangguan kesehatan, tetapi jika RQ <1 maka SO₂ dan NO₂ tidak dapat menyebabkan gangguan kesehatan⁶.

Rute masuk bahan kimia di udara ke dalam tubuh melalui inhalasi atau sistem pernapasan.¹⁷ Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan pendekatan prediktif untuk melihat potensi agen risiko dalam memberikan dampak terhadap kesehatan masyarakat. Risiko selalu ada dan tidak dapat dihilangkan sepenuhnya dari suatu aktivitas. Satu-satunya hal yang dapat dilakukan terkait risiko ini adalah mengendalikan setiap aktivitas yang dipandang sebagai sumber risiko. Penelitian ini berhasil memberikan informasi tentang risiko yang ditanggung pedagang akibat paparan SO₂ dan NO₂ yang sejauh ini mampu diprediksi untuk 30 tahun ke depan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tingkat risiko kesehatan SO₂ dan NO₂ di wilayah Yogyakarta tidak menimbulkan risiko, artinya masih aman untuk 30 tahun ke depan kecuali di tiga lokasi yaitu di Terminal Wonosari Gunung Kidul, sebelah utara PT Madu Baru, dan sebelah selatan dengan nilai RQ > 1 untuk pajanan SO₂. Manajemen risiko perlu dilakukan untuk mengendalikan dampak paparan SO₂ di ketiga lokasi tersebut. Pemerintah Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta harus selalu memantau secara berkala konsentrasi polutan dan polutan di udara ambien agar tidak melebihi batas aman yang direkomendasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Pemerintah Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta atas ketersediaan data pemantauan kualitas udara yang dapat kami gunakan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arissa, R. & Kiswandono, A. A. Kajian Indeks Standar Polusi Udara (Ispu) Pm10, So2, O3, Dan No2 Di Kota Bandar Lampung. *Anal. Anal. Environ. Chem.* **2**, 38–46 (2017).
2. Gao, N. *et al.* Lung function and systemic inflammation associated with short-Term air pollution exposure in chronic obstructive pulmonary disease patients in Beijing, China. *Environ. Heal. A Glob. Access Sci. Source* **19**, 1–10 (2020).
3. Jeong, S. J. The impact of air pollution on human health in Suwon City. *Asian J. Atmos. Environ.* **7**, 227–233 (2013).
4. Masito, A. Risk Assessment Ambient Air Quality (NO₂ And SO₂) and The Respiratory Disorders to Communities in the Kalianak Area of Surabaya. *J. Kesehat. Lingkungan.* **10**, 394 (2018).
5. Sunarsih, E., Suheryanto, S., Mutahar, R. & Garmini, R. Risk Assesment of Air Pollution Exposure (NO₂, SO₂, Total Suspended Particulate, and Particulate Matter 10 micron) and

- Smoking Habits on The Lung Function of Bus Drivers in Palembang City. *Kesmas J. Kesehat. Masy. Nas. (National Public Heal. Journal)* **13**, 202–206 (2019).
6. Rahman, A. Public Health Assessment : Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan dan Aplikasinya untuk Manajemen Risiko Kesehatan. *Public Heal. Assess.* 1–21 (2007).
 7. Djafri, D. Prinsip dan metode analisis risiko kesehatan lingkungan. *J. Kesehat. Masy. Andalas* **8**, 100–104 (2014).
 8. WHO. *WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards.* (World Health Organization, 2010).
 9. Ma'rufi, I. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (SO₂, H₂S, NO₂ dan TSP) Akibat Transportasi Kendaraan Bermotor di Kota Surabaya. *MPI (Media Pharm. Indones.* **1**, 189–196 (2017).
 10. Arista, G., Sunarsih, E. & Mutahar, R. Analisis Risiko Kesehatan Paparan Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Sulfur Dioksida (SO₂) pada Pedagang Kaki Lima di Terminal Ampera Palembang Tahun 2015. *J. Ilmu Kesehat. Masy.* **6**, 113–120 (2015).
 11. Pemerintah Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemantauan Kualitas Udara. (2019).
 12. Louvar, J. F. & Louvar, B. D. *Health and Environmental Risk Analysis.* **2**, (Prentice Hall, 1998).
 13. Alchamdani. Paparan NO₂ Dan SO₂ terhadap Risiko Kesehatan Petugas Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Kota Kendari. *J. Kesehat. Lingkung.* **11**, 319 (2019).
 14. Ramdan, I. M., Adawiyah, R. & Firdaus, A. R. Analisis Risiko Paparan Sulfur Dioksida(SO₂) Terhadap Risiko Non Karsinogenik Pada Pekerja Penyapu Jalan di Kota Samarinda. *Husada Mahakam J. Kesehat.* **4**, 255 (2018).
 15. Prasetyo, M., Mallongi, A. & Amqan, H. Analisis Risiko pada Pedagang Pisang Epe Akibat Paparan Gas NO₂ Di Jalan Penghibur Kota Makassar. *Hasanuddin J. Public Heal.* **1**, 172–182 (2020).
 16. Gusti, A. Health Risk Assessment of Inhalation Exposure To So₂ and No₂ Among Traders in a Traditional Market. *Public Heal. Indones.* **5**, 30–35 (2019).
 17. Maksuk, M., Malaka, T., Suheryanto, S. & Umayah, A. Risk Quotient of Airborne Paraquat Exposure among Workers in Palm Oil Plantation. *Int. J. Public Heal. Sci.* **7**, 97 (2018).