

ANALISIS RISIKO KUALITAS UDARA AMBIEN (NO₂ DAN SO₂) DAN GANGGUAN PERNAPASAN PADA MASYARAKAT DI WILAYAH KALIANAK SURABAYA

Risk Assessment Ambient Air Quality (NO₂ And SO₂) And The Respiratory Disorders To Communities In The Kalianak Area Of Surabaya

Ani Masito

Promotor Kesehatan Puskesmas Morokrembangan
Kota Surabaya
animasito25@gmail.com

Abstrak: Gas pencemar udara yang memiliki dampak nyata terhadap kesehatan, terutama sistem pernapasan adalah NO₂ dan SO₂. Wilayah Kalianak Surabaya merupakan salah satu daerah dengan kepadatan lalu lintas tinggi lebih dari 1.500 unit kendaraan. Masyarakat paling terdampak adalah masyarakat yang tinggal di sepanjang jalan raya Kalianak. Penelitian ini bertujuan menganalisis udara ambien (NO₂ dan SO₂) di wilayah Kalianak Surabaya dan risiko gangguan pernapasan pada masyarakat sekitar. Penelitian ini bersifat deskriptif, dengan pendekatan *cross sectional*. Sampel responden dilakukan dengan teknik *purposive sampling* sebesar 19 responden. Spirometer digunakan untuk mengetahui status fungsi paru. Variabel yang diteliti adalah usia, lama tinggal, kebiasaan merokok, dan Indeks Massa Tubuh. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Masyarakat (ARKL). Hasil ARKL menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut tidak aman dengan konsentrasi NO₂ sesuai dengan hasil pengukuran. Hasil menunjukkan bahwa lebih dari 50% responden mengalami gangguan pernapasan (68,4%) dengan mayoritas responden berusia 46-55 tahun (31,6%), lama tinggal >20 tahun (47,4%), responden bukan perokok (47,4%), dan Indeks Massa Tubuh normal (36,8%). Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah kualitas udara ambien (NO₂ dan SO₂) di wilayah Kalianak Surabaya masih memenuhi baku mutu, tetapi terdapat nilai RQ>1 untuk parameter NO₂ sehingga tingkat risikonya tidak aman. Disarankan agar ada upaya untuk melakukan pengendalian pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor dengan penanaman tanaman yang dapat mereduksi polutan udara ambien.

Kata kunci: kualitas udara ambien (NO₂ dan SO₂), gangguan pernapasan.

Abstract: Air pollutant gas that has a real impact on the respiratory system is NO₂ and SO₂. Kalianak Surabaya is one of the areas with high traffic density more than 1.500 vehicles every hour. The most affected communities are the people living along the Kalianak highway. This study aims to analyze the ambient air (NO₂ and SO₂) in Kalianak and the risk of respiratory distress in the surrounding community. This research is descriptive, with cross sectional approach. The sample of this research is 19 respondents was done by purposive sampling. Spirometers were used to determine the status of lung function. The variables studied were age, length of stay, smoking habit, and Body Mass Index. The collected data were analyzed with environmental health risk assessment. Environmental Health Risk Assessment showed that the people living in this area unsafe with concentration of NO₂ as measured. The results showed that more than 50% of respondents have respiratory problems (68,4%) with the majority of respondents aged 46-55 years old (31,6%), length of stay >20 years (47,4%), non smokers (47,4%), and normal Body Mass Index (36,8%). The conclusion from this research is ambient air quality (NO₂ and SO₂) in Kalianak Surabaya still meet the quality standard, and the RQ>1 for NO₂, it means that the risk level is unsafe. It is recommended that there is an efforts to control air pollution caused by motor vehicle activity by planting plants that can reduce ambient air pollutants.

Keywords: Ambient air quality (NO₂ and SO₂), Respiratory disorders.

PENDAHULUAN

Dewasa ini pertumbuhan sektor transportasi semakin menunjukkan peningkatan setiap tahun. Kondisi peningkatan tersebut, selain memberikan dampak positif terhadap perekonomian, di sisi lain juga memberi dampak negatif berupa pencemaran udara akibat peningkatan emisi kendaraan bermotor. Peningkatan jumlah kendaraan ini dapat dilihat berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS, 2014), dimana pada update terakhir tahun 2013 melaporkan bahwa jumlah kendaraan bermotor di Indonesia dari 61.685.063 melonjak tajam menjadi 104.118.969 unit kendaraan.

Pertambahan jumlah kendaraan ini tidak diimbangi dengan kapasitas jalan sehingga

kondisi ini menjadi penyebab kemacetan terutama di kota-kota besar dan berdampak pada peningkatan penggunaan bahan bakar minyak (BBM). Kendaraan bermotor yang semakin banyak dalam menggunakan bahan bakar akan berpotensi menyebabkan pencemaran udara yang semakin tinggi akibat adanya pembakaran mesin kendaraan bermotor terutama pembakaran yang tidak sempurna karena kurangnya perhatian terhadap perawatan mesin. Kondisi pencemaran udara tersebut dapat memberikan dampak negatif terhadap status kesehatan manusia apabila terhirup secara terus menerus. Hal ini sesuai dengan Ismayanti, et al. (2014) bahwa sektor transportasi menyumbang 85% pencemaran

udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor yang buruk.

Gas nitrogen dioksida (NO₂) merupakan polutan udara ambien bersama unsur nitrogen monoksida (NO) yang biasanya dihasilkan dari kegiatan manusia seperti pembakaran bahan bakar mesin kendaraan, pembakaran sampah, pembakaran batubara dan industri. Karakteristik gas ini memiliki bau tajam dan berwarna cokelat dimana dampaknya terhadap kesehatan terutama adalah penurunan fungsi paru, menyebabkan sesak napas, bahkan berujung pada kematian (Suyono, 2014). Berdasarkan informasi *Material Safety Data Sheet*, pajanan gas NO₂ dapat menyebabkan iritasi lendir, sinus, faring, respirasi tidak teratur, bahkan edema paru (*Nitrogen dioxide MSDS*, 2016). Efek terhadap gas toksik ini bergantung pada dosis serta lamanya pajanan. Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor tiap tahun dapat berdampak pada peningkatan NO₂ dan akan memberi efek negatif pada kesehatan manusia (Wijayanti, 2012).

Sulfur dioksida (SO₂) adalah komponen pencemar udara dengan jumlah paling banyak. Gas ini memiliki karakteristik tidak berwarna dan berbau tajam, apabila bereaksi dengan uap air di udara akan menjadi H₂SO₄ atau dikenal sebagai hujan asam yang dapat menimbulkan kerusakan baik material, benda, maupun tanaman (Suyono, 2014). Dampak negatif dari bahan pencemar tersebut pada manusia ialah iritasi saluran pernapasan dan penurunan fungsi paru dengan gejala batuk, sesak napas, dan meningkatkan penyakit asma (Muziansyah, *et al.*, 2015). Berdasarkan informasi *Material Safety Data Sheet*, pajanan gas SO₂ dapat menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, sinus, edema paru, bahkan berujung pada kematian (*Sulfur dioxide MSDS*, 2016). Kedua gas pencemar tersebut, baik NO₂ maupun SO₂ memberikan dampak negatif terutama pada saluran pernapasan sebab masuk melalui proses inhalasi.

Salah satu tempat yang memiliki peranan penting terhadap pencemaran udara baik gas polutan NO₂ atau SO₂ adalah wilayah Kalianak Surabaya, dimana berdasarkan hasil observasi tingkat kepadatan lalu lintas >1.500 kendaraan melalui wilayah ini setiap jamnya. Kepadatan ini terutama terjadi pada waktu pagi hari. Jumlah kendaraan pribadi yang semakin banyak memang didominasi oleh sepeda motor dan mobil, tetapi kendaraan berat seperti truk dan tronton juga selalu melintasi jalur tersebut. Kepadatan lalu lintas tersebut tidak menyurutkan aktivitas warga terutama di daerah padat penduduk sekitar Pasar Kalianak Surabaya. Hal ini menyebabkan besarnya kemungkinan risiko pajanan polutan udara ambien NO₂ dan SO₂ pada masyarakat sekitar yang tinggal di pinggir jalan Jl. Kalianak karena melakukan aktivitas sehari-hari lebih dari 8 jam per hari pada jam padat lalu lintas.

Berdasarkan observasi di Jalan Kalianak dapat diketahui bahwa kepadatan lalu lintas di lokasi tersebut cukup tinggi bahkan sering mengalami kemacetan pada rentang waktu pukul 07.00 sampai pukul 18.00. Kepadatan ini terutama

terjadi pada jam sibuk (*peak hour*), yakni pukul 06.00-09.00 dan jam sore pukul 15.00-18.00 sehingga kemungkinan masyarakat sekitar yang tinggal di pinggir jalan Jl. Kalianak terpajan NO₂ dan SO₂ yang sangat tinggi. Peneliti melihat besarnya kemungkinan masyarakat sekitar yang berada di pinggir jalan Jl. Kalianak Surabaya 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 Kalianak Surabaya.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian kualitatif ini menggunakan metode observasional yang bersifat deskriptif karena dilakukan dengan menggambarkan suatu keadaan atau objek yang diteliti secara objektif. Rancangan penelitian adalah *cross sectional* dimana pajanan dan *outcome* dikumpulkan dalam waktu bersamaan atau dalam suatu waktu tertentu. Populasi penelitian adalah semua penduduk yang tinggal di pinggir jalan sekitar wilayah Jl. Kalianak Surabaya, sedangkan jumlah sampel responden dilakukan dengan metode *non probability sampling*, yakni *purposive sampling* dimana responden diambil pada jarak 300 meter dari titik pengambilan sampel udara. Sebagaimana dijelaskan bahwa radius 300 meter merupakan yang paling terdampak dan perlu adanya monitoring.

Kriteria lain adalah usia responden minimal 20 tahun dan maksimal 55 tahun, bertempat tinggal di pinggir jalan raya minimal 1 tahun dan pintu utama menghadap ke jalan raya dimana dengan keadaan tersebut maka potensi terjadi gangguan pernapasan akibat polusi udara lebih tinggi, berkegiatan sehari-hari di wilayah penelitian minimal 8 jam per hari antara pukul 08.00 hingga 18.00 pada jam padat lalu lintas, tidak menderita penyakit paru sebelumnya, dan bersedia menjadi responden. Berdasarkan kriteria tersebut, maka diperoleh sebanyak 19 responden penelitian. Pengambilan parameter lingkungan sampel gas NO₂ dan SO₂ dengan menggunakan alat *impinger* yang dilakukan di satu titik pada jam padat lalu lintas dengan pengukuran 3 kali, yakni pagi, siang, dan sore hari oleh petugas dari Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Surabaya.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah gangguan pernapasan pada masyarakat sekitar di wilayah Kalianak Surabaya meliputi penurunan fungsi paru dengan uji fungsi paru menggunakan spirometer MIR Spirobank II new S/N Y03545 dan kuisioner untuk mengetahui adanya keluhan pernapasan yang dirasakan oleh responden. Variabel bebasnya adalah usia, lama tinggal, kebiasaan merokok, dan Indeks Massa Tubuh (IMT). Data yang diperoleh selanjutnya dijabarkan secara deskriptif untuk menggambarkan besar

risiko gangguan pernapasan masyarakat sekitar akibat polutan NO₂ dan SO₂ menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah Kalianak merupakan daerah dataran rendah dengan ketinggian 15 meter di atas permukaan laut. Keadaan ini membuat angin cenderung membawa polutan terbang dan memperluas penyebarannya sehingga dapat mencemari wilayah lain di sekitarnya. Pengukuran suhu udara di wilayah ini dilakukan pada saat penelitian dengan rata-rata suhu sebesar 33°C hingga 36°C, dimana menurut Sari, *et al.*, (2013) suhu udara yang semakin tinggi akan menyebabkan udara renggang dan polutan bahan pencemar semakin rendah. Kondisi polutan yang semakin rendah ini akan lebih berpotensi menyebabkan terjadinya gangguan pernapasan karena lebih dekat dengan saluran pernapasan manusia. Pengukuran kualitas udara ambien (NO₂ dan SO₂) di Wilayah Kalianak Surabaya diambil pada jam padat lalu lintas dengan titik lokasi di pinggir jalan raya yang tidak jauh dari pemukiman warga. Pengukuran ini dilakukan sesaat 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.

Konsentrasi terukur dari kedua parameter selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2009 Tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur. Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi udara ambien baik NO₂ dan SO₂ masih dalam status aman karena dibawah nilai baku mutu, meskipun kadar NO₂ pada pengukuran pertama (P₁) telah mendekati nilai baku mutu yang berlaku, Parameter lingkungan dalam penelitian ini dilakukan pada satu titik dengan estimasi jarak 300 meter adalah wilayah paling terdampak dari titik pengambilan sampel.

Konsentrasi parameter NO₂ dan SO₂ tertinggi diperoleh pada saat pengukuran pertama, yakni sebesar 71,91 µg/Nm³ dan 61,42 µg/Nm³. Konsentrasi pada pengukuran tersebut tinggi daripada pengukuran kedua dan ketiga diakibatkan oleh banyaknya jumlah kendaraan

bermotor dan kendaraan berat, seperti truk dan tronton yang melintasi ruas jalan ini. Kondisi kepadatan lalu lintas ini menyebabkan hasil pembakaran emis kendaraan bermotor masuk ke dalam i larutan penjerap NO₂ maupun SO₂ pada impinger menjadi lebih tinggi.

Hal ini sesuai dengan hasil observasi perhitungan tingkat kepadatan lalu lintas selama satu minggu di wilayah penelitian menunjukkan adanya kecenderungan bahwa jumlah kendaraan di pagi hari yang dilakukan pada pukul 09.00-10.00 WIB lebih tinggi, yakni rata-rata 4.316 kendaraan per jam, sedangkan sore hari pukul 15.00-16.00 WIB rata-rata 3.955 kendaraan per jam. Perhitungan ini dilakukan pada jam tersebut supaya dapat menggambarkan jumlah kendaraan berat yang melalui wilayah Kalianak sebab jam beroperasinya kendaraan berat biasanya dimulai pukul 09.00 hingga 15.00 WIB sebelum jalur dialihkan ke tol Surabaya-Gresik dan dibuka kembali pukul 18.00 WIB.

Dalam kajian Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), agen risiko NO₂ dan SO₂ memiliki efek non karsinogenik terutama pada pernapasan. Sumber pencemar utama senyawa kimia di wilayah Kalianak Surabaya berasal dari emisi sumber bergerak, yakni transportasi dan asap kendaraan bermotor. Emisi gas buang ini seringkali lebih dekat dengan masyarakat terutama yang tinggal di pinggir jalan raya dengan tingkat kepadatan lalu lintas tinggi. Keadaan demikian membuat masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut lebih berpotensi terpajan agen risiko NO₂ dan SO₂ dari hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor. NO₂ merupakan senyawa kimia berwarna cokelat kemerahan, berbau tajam, dan bersifat sangat toksik terhadap saluran pernapasan. Paparan gas ini di dalam tubuh manusia akan menyebabkan pembengkakan paru sehingga terjadi sesak napas, kejang, bahkan berujung fatal pada kematian.

SO₂ merupakan senyawa kimia yang memiliki karakteristik tidak berwarna dan berbau tajam. Gas ini apabila terakumulasi di dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan pernapasan, terutama fungsi paru, iritasi, dan asma. (Suyono, 2014). Penilaian dosis respon digunakan untuk menetapkan nilai toksisitas agen risiko dan merupakan tahapan yang paling penting karena kajian ARKL hanya dapat dilakukan apabila nilai toksisitasnya sudah diketahui.

Tabel 1.

Hasil Pengukuran NO₂ dan SO₂ di Udara Ambien di Jalan Kalianak Timur Kelurahan Morokrembangan Kecamatan Krembangan Surabaya.

Waktu Pengukuran	Kadar NO ₂ (µg/Nm ³) Baku mutu: 92,5	Kadar SO ₂ (µg/Nm ³) Baku mutu: 262	Keterangan
P1 (09.00-10.00)	71,91	61,42	Memenuhi baku mutu
P2 (12.00-13.00)	39,58	48,53	Memenuhi baku mutu
P3 (15.00-16.00)	39,57	46,57	Memenuhi baku mutu
Max	71,91	61,42	Memenuhi baku mutu
Min	39,57	46,57	Memenuhi baku mutu
Rata-rata	50,35	52,17	Memenuhi baku mutu

Tabel 2.Dosis Respon (RfC, mg/ kg/ hari) agen risiko NO₂ dan SO₂ untuk karakteristik risiko non karsinogenik.

Agen Risiko	Nilai RfC (mg/ kg/ hari)	Efek Krisis dan Referensi
Nitrogen dioksida (NO ₂)	2E-2 (0,02)	Gangguan Saluran Pernapasan (EPA/ NAAQS 1990)
Sulfur dioksida (SO ₂)	2,6E-2 (0,026)	Gangguan Saluran Pernapasan (EPA/ NAAQS 1990)

Sumber: <http://www.epa.gov/iris>

Toksisitas dinyatakan sebagai RfC (*Reference Concentration*) untuk efek non karsinogenik melalui jalur pemajanan inhalasi berdasarkan literatur dari *database Integrated Risk Information System (IRIS)*. Penilaian pada jalur inhalasi ini masuk ke dalam tubuh dalam satuan milligram per kilogram berat badan per hari serta mengetahui efek krisisnya terhadap tubuh.

Nilai RfC dapat diperoleh dari percobaan peneliti sendiri, tetapi apabila tidak dapat dilakukan maka nilai cukup merujuk pada penelitian yang telah ada sebelumnya. Nilai toksisitas untuk agen risiko NO₂ dan SO₂ dalam kajian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Penilaian pemajanan digunakan untuk mengetahui jalur masuk agen risiko ke dalam tubuh manusia supaya laju asupan dapat dihitung. Agen risiko NO₂ dan SO₂ dalam penelitian ini masuk ke tubuh melalui jalur inhalasi. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara ambien dari pengukuran 1 (P1), pengukuran 2 (P2), dan pengukuran 3 (P3) selama masing-masing 1 jam pengukuran pada satu titik lokasi pengambilan sampel udara ambien, maka dapat diketahui konsentrasi maksimal, minimal, dan rata-rata agen risiko NO₂ dan SO₂ sehingga analisis pajanan dalam kajian ini didasarkan dari konsentrasi maksimal, minimal, dan rata-rata tersebut. Responden dalam penelitian ini merupakan masyarakat pemukiman yang tinggal di pinggir jalan raya dan berpotensi terpajan polutan udara ambien diambil berdasarkan titik 0 hingga 300 meter dari lokasi pengambilan sampel udara. Pertimbangan jarak tersebut merupakan jarak yang paling berdampak karena pengukuran hanya dilakukan pada satu titik. *Time of exposure (tE)* atau lamanya jam terjadinya pajanan setiap hari menggunakan nilai *default* 24 jam

(residensial) karena sebagian besar responden menghabiskan waktunya >8 jam dalam sehari di wilayah tersebut. Berat badan responden, peneliti melakukan pengukuran dengan menggunakan alat timbang berat badan dan diperoleh rata-rata berat badan responden adalah 55 kilogram.

Lamanya pajanan setiap hari dan berat badan digunakan sebagai acuan dalam menghitung asupan agen risiko masyarakat. Hasil perhitungan akan digunakan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan masyarakat selama berada di lokasi penelitian dalam kurun waktu tertentu (dalam hal ini diproyeksikan 30 tahun kedepan). Nilai *Risk Quotient (RQ)* menunjukkan tingkat risiko kesehatan akibat parameter pencemar (agen risiko). Tingkat risiko ini digunakan untuk mengetahui sifat toksisitas agen risiko di dalam tubuh manusia dalam proyeksi waktu tertentu apakah aman atau tidak sehingga diharapkan nantinya dapat dilakukan pengendalian apabila terdapat nilai yang tidak aman. Berikut merupakan rumus asupan (*Intake*) dan tingkat risiko dalam kajian analisis risiko kesehatan lingkungan ini:

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

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

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat nilai RQ >1 pada nilai RQ maksimal untuk parameter NO₂, dimana hasil nilai tersebut merupakan nilai tidak aman (berpotensi menimbulkan efek non karsinogenik) pada masyarakat sekitar yang berada di wilayah Kalianak Timur dengan laju asupan 0,83 m³/ jam,

Tabel 3.Hasil Perhitungan *Intake (Ink)* dan *Risk Quotient (RQ)* Non Karsinogenik Udara Ambien (NO₂ dan SO₂), serta Nilai Aman untuk Konsentrasi NO₂ dengan RQ ≥ 1 di Wilayah Kalianak Surabaya.

	<i>Ink</i>		<i>RQ</i>	
	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂
Maksimal	0,02	0,02	1,25	0,82
Minimal	0,01	0,02	0,69	0,62
Rata-rata	0,02	0,02	0,87	0,70
Manajemen Risiko	Satuan		Nilai Aman	
<i>Cnk</i> (aman)	mg/ Nm ³		0,06	
<i>tEnk</i> (aman)	jam/ hari		19,22	
<i>fEnk</i> (aman)	hari/ tahun		280,31	
<i>Dtnk</i> (aman)	tahun		24,03	

Keterangan: Nilai dicetak tebal merupakan nilai konsentrasi agen risiko dengan RQ >1, dimana kriteria tersebut tidak aman.

selama 24 jam/ hari dalam kurun waktu 350 hari/ tahun serta jangka waktu 30 tahun ke depan oleh seseorang dengan berat badan 55 kg sehingga perlu dilakukan upaya tindak lanjut, yakni dengan pengelolaan risiko untuk menghitung nilai aman pada tingkat risiko yang tidak aman. Penetapan nilai aman ini menurut Direktorat Jendral PP dan PL (2014) disebut strategi pengelolaan risiko.

Hasil perhitungan manajemen risiko pada Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai konsentrasi aman dari NO_2 adalah $0,06 \text{ mg/ Nm}^3$ atau $57,59 \mu\text{g/ Nm}^3$ waktu pajanan aman yakni 19 jam/ hari; frekuensi pajanan aman selama 280 hari/ tahun; dan durasi pajanan aman selama waktu proyeksi 24 tahun ke depan. Pengelolaan risiko selain dengan penetapan nilai aman, cara pengelolaan risiko juga perlu dilakukan, yakni dengan pendekatan teknologi, pendekatan sosial ekonomi, dan pendekatan institusional (Direktorat Jendral PP dan PL, 2014).

Cara pengelolaan risiko sebagai upaya yang dapat dilakukan guna menghadapi pencemaran udara, yakni melakukan penghijauan dan penanaman untuk mengantisipasi terjadinya pencemaran udara sesuai dengan fungsinya; pengendalian emisi akibat gas buang kendaraan bermotor dengan melakukan perawatan mesin dan pembatasan usia kendaraan; kebijakan uji emisi dalam mewujudkan udara kota yang bersih dan transportasi berkelanjutan; adanya monitoring kualitas udara ambien dan pemeriksaan kesehatan masyarakat secara berkala dan rutin; adanya penambahan alat pantau udara ISPU pada daerah padat lalu lintas sebagai media informasi bagi masyarakat; serta melakukan proteksi dini, misalnya dengan hal yang paling sederhana adalah menggunakan masker ketika beraktivitas di kawasan padat lalu lintas.

Komunikasi risiko dilakukan sebagai tindak lanjut dari perhitungan nilai aman dan cara pengelolaan risiko yang telah direncanakan sebelumnya. Komunikasi risiko ini perlu disampaikan supaya kajian analisis risiko yang telah dihitung secara sistematis tersebut dapat digunakan sebagai bahan berbenah bagi masyarakat maupun instansi terkait.

Pihak-pihak yang terkait dalam hal ini, antara lain Dinas Kesehatan Kota Surabaya untuk melakukan pemantauan kualitas udara ambien dan pemeriksaan kesehatan masyarakat pada wilayah padat lalu lintas; Badan Lingkungan Hidup supaya bekerjasama dengan Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Surabaya dalam perencanaan pembangunan tanaman pereduksi pencemaran udara ambien; dan Dinas Kesehatan bekerjasama dengan Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya untuk melakukan penyuluhan dan pendidikan pencemaran kepada masyarakat di wilayah padat lalu lintas.

Seseorang yang terpajan oleh gas polutan udara ambien yang semakin lama dan terus menerus, maka kemungkinan adanya keluhan pernapasan juga semakin besar. Kondisi fisiologis yang dirasakan oleh responden penelitian ini digambarkan dengan melihat keluhan pernapasan yang dialami, dengan menanyakan frekuensi dan

tingkat keparahan yang dirasakan. Ketentuan banyaknya hari pada masing-masing frekuensi tidak ditanyakan karena seringkali seseorang lupa atau tidak mengingat dengan tepat jumlah terjadinya keluhan dalam kurun waktu tertentu. Kondisi fisiologis yang dirasakan tersebut berupa batuk, sesak napas, tenggorokan gatal atau kering, batuk disertai sesak napas, dan hidung berair.

Kondisi fisiologis yang paling banyak dirasakan adalah keluhan batuk sebanyak 15 responden (78,9%) dengan jumlah frekuensi terbanyak adalah kadang-kadang sebanyak 13 responden (68%) dan tingkat keparahan masih dapat ditoleransi, tetapi kondisi tidak baik sebanyak 10 responden (52,6%). Sedangkan keluhan yang paling sedikit dirasakan adalah batuk disertai sesak napas sebanyak 7 responden (36,8%) dengan jumlah frekuensi terbanyak adalah tidak pernah sebanyak 10 responden (52,6%) dan tingkat keparahan tidak ada masalah sebanyak 11 responden (57,9%). Hasil ini menunjukkan bahwa lebih dari 50% responden mengaku kadang-kadang bahkan tidak pernah mengalami keluhan pernapasan sehingga dapat disimpulkan bahwa sebenarnya keluhan yang dirasakan masih dalam tingkat ringan. Akan tetapi, meskipun kondisi fisiologis yang dirasakan dalam keadaan baik pun, tetap perlu dilakukan pemeriksaan objektif supaya dapat mengetahui secara pasti apakah terdapat gangguan pernapasan atau tidak.

Hasil pemeriksaan fungsi paru menggunakan alat spirometer menunjukkan bahwa dari 19 responden, 6 responden (31,6%) mempunyai hasil uji fungsi paru dengan $\%FVC_{predicted} \geq 80\%$ dan rasio $FEV_1/ FVC \geq 70\%$ yang berarti berada dalam status fungsi paru normal, 5 responden (26,3%) mempunyai hasil uji paru dengan $\%FVC_{predicted} < 80\%$ dan rasio $FEV_1/ FVC \geq 70\%$ yang berarti berada dalam status fungsi paru restriksi, dan 8 responden (42,1%) mempunyai $\%FVC_{predicted} < 80\%$ dan rasio $FEV_1/ FVC < 70\%$ yang berarti berada dalam status fungsi paru gabungan restriksi dan obstruksi. Berdasarkan hasil tersebut dapat terlihat bahwa responden yang mengalami gangguan pernapasan sebanyak 13 responden (68,4%), sedangkan yang tidak mengalami gangguan pernapasan hanya 6 responden (31,6%).

Seluruh responden dalam penelitian ini merupakan usia produktif, dimana menurut Badan Pusat Statistik (2017) usia produktif adalah usia antara 15 sampai 64 tahun. Keadaan pada usia ini, mobilitas seseorang cenderung lebih tinggi, tetapi fungsi organ pernapasan telah mengalami penurunan (Pamungkas, 2012). Usia responden dibagi kedalam empat kategori, yakni 20-27 tahun, 28-36 tahun, 37-45 tahun, dan 46-55 tahun. Berdasarkan hasil kuisioner, lebih dari 50% responden didominasi oleh usia 37-55 tahun dengan gangguan pernapasan pada usia 37-45

tahun sebanyak 3 responden (15,8%) dan usia 46-55 tahun sebanyak 6 responden (31,6%).

Hal ini sesuai dengan Rose (2014) yang menyatakan bahwa semakin bertambah usia seseorang akan berpengaruh pada jaringan tubuh dimana elastisitas paru mulai menurun dan kekuatan bernapas akan lebih sedikit. Sifat elastisitas paru cenderung menurun setelah usia 25 tahun dan hal ini terlihat nyata pada usia diatas 30 tahun.

Masyarakat di sekitar wilayah Kalianak Surabaya berisiko lebih besar terpajan polutan udara ambien (NO₂ dan SO₂) dan dapat menimbulkan penurunan fungsi paru, apabila responden sebagian besar merupakan usia 37 tahun ke atas. Selain itu, distribusi penduduk RT 01 RW 07 Kalianak Timur Tahun 2017 berdasarkan kelompok usia didominasi oleh usia 41-59 tahun dari total 411 penduduk. Pernyataan ini juga didukung oleh penelitian Sandra (2013) yang menyatakan bahwa usia ≥ 40 tahun merupakan usia dengan risiko tinggi apabila terpajan polutan udara secara terus menerus. Sejalan dengan penelitian tersebut, hasil dari penelitian Fathmaulida (2013) juga menyatakan bahwa kelompok usia ≥ 40 tahun memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami gangguan fungsi paru dan semakin meningkatnya usia seseorang semakin besar kemungkinan penurunan fungsi paru tersebut terjadi.

Variabel lama tinggal responden digunakan untuk mengetahui lama responden terpajan polutan udara ambien (NO₂ dan SO₂) di wilayah Kalianak Surabaya. Data lama tinggal responden ini diperoleh melalui pengisian kuisioner dengan satuan hitung dalam tahun. Lama tinggal responden penelitian dibagi menjadi lima kategori, yakni 1-5 tahun, 6-10 tahun, 11-15 tahun, 16-15 tahun, dan >20 tahun. Berdasarkan karakteristik lama tinggal responden, diperoleh hasil kebanyakan responden telah tinggal di wilayah Kalianak selama >20 tahun (53%) dengan lama paparan >8 jam per hari. Hal ini menyebabkan masyarakat lebih berisiko terkena gangguan pernapasan baik berupa keluhan maupun penurunan fungsi paru. Sedangkan responden yang tinggal dalam interval waktu 11-15 tahun dan 16-20 tahun sebesar 0%.

Responden dengan lama tinggal 1-5 tahun dan 6-10 tahun mengalami gangguan pernapasan masing-masing sebesar 10,5%. Berdasarkan hasil kuisioner, dari 52,6% responden yang tinggal >20 tahun, 47,4% nya mengalami penurunan fungsi paru. Semakin lama seseorang kontak terhadap lingkungan yang mengandung polutan gas dapat mengakibatkan timbulnya keluhan pernapasan. Stres berat pada organ saluran pernapasan juga akan terjadi sehingga menimbulkan gangguan pernapasan (Sari, *et al.*, 2013).

Masalah akibat pencemaran udara berupa gas NO₂ dan SO₂ terutama adalah gangguan pernapasan, dimana pemajanan yang lama akan terjadi peradangan dan kelumpuhan pada sistem pernapasan manusia (Suyono, 2014).

Sebagian besar responden dalam penelitian ini adalah bukan perokok, yakni sebesar 14 responden (73,7%). Akan tetapi, dari semua responden yang merokok, hanya 1 responden (5,3%) yang status fungsi parunya normal. Berdasarkan penelitian, dari responden yang menyatakan perokok, 1 orang (5,3%) menghabiskan rokok sebanyak ± 6 batang per hari, 1 orang lainnya (5,3%) menghabiskan ± 30 batang rokok per hari, dan sisanya menghabiskan ± 12 batang rokok per hari (15,8%). Orang yang terbiasa merokok akan menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan. Kandungan zat berbahaya, seperti nikotin, tar, CO, dan lain-lain masuk ke dalam tubuh mengakibatkan keluhan pernapasan (Kurnia, 2011: Sari, *et al.*, 2013).

Penelitian Gold *et al.* (2005) di Amerika dalam Simanjuntak *et al.* (2013) menyatakan bahwa terdapat hubungan dosis respon antara perilaku merokok dengan rendahnya level FEV₁/FVC dan FEF 25-75%. Jumlah konsumsi rokok 10 batang setiap hari berhubungan dengan penurunan FEF (*Force Expiratory Flow*) 25-75% dibanding orang yang tidak merokok. Gangguan pernapasan pada responden yang bukan perokok dapat terjadi apabila terdapat anggota keluarga yang perokok. Berdasarkan penelitian ini, responden yang terdapat anggota keluarga perokok sebanyak 9 orang (47,4%), dimana dari responden tersebut 7 diantaranya (36,8%) mengalami gangguan pernapasan berupa penurunan fungsi paru.

Tabel 4.
Distribusi Status Fungsi Paru Responden Penelitian.

Status Fungsi Paru	Jumlah	Persentase (%)
Fungsi paru normal	6	31,6
Penurunan fungsi paru retriksi	5	26,3
Gabungan penurunan fungsi paru retriksi dan obstruksi	8	42,1
Total	19	100
Gangguan Fungsi Paru	Jumlah	Persentase (%)
Iya	13	68,4
Tidak	6	31,6
Total	19	100

Kondisi ini berpotensi terjadi penurunan fungsi paru terutama apabila anggota keluarga tersebut merokok di dalam rumah. Jumlah responden yang menyatakan bahwa terdapat anggota keluarga yang memiliki kebiasaan merokok di dalam rumah dan terdiagnosis mengalami penurunan fungsi paru sebanyak 5 responden (26,3%). Hal ini sesuai dengan penelitian Sari, *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa perokok pasif (tidak merokok, tetapi sering terpajan asap rokok) juga berisiko menderita penyakit paru obstruksi kronik (PPOK). Asap rokok menimbulkan kerusakan lokal pada saluran pernapasan, yakni penurunan fungsi bulu getar sehingga bahan polutan akan lebih mudah masuk ke paru.

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan cara sederhana untuk menilai status gizi pada orang dewasa diatas usia 18 tahun (Andriani *and* Wirjatmadi, 2012). Kategori ambang batas IMT responden dalam penelitian ini dibagi menjadi 3, yakni kurus apabila nilai IMT <18,5; normal apabila nilai IMT \geq 18,5 -25,00; dan gemuk apabila nilai IMT >25,00. Berdasarkan distribusi gangguan pernapasan berdasarkan IMT responden terlihat bahwa 52,6% responden dengan status gizi normal terdapat 3 orang (15,8%) yang tidak mengalami gangguan pernapasan, sedangkan sisanya mengalami gangguan pernapasan (36,8%). Responden yang memiliki status gizi kurus atau gemuk sebanyak 9 responden (47,4%), 6 diantaranya (31,6%) memiliki gangguan pernapasan. Hal ini terjadi dikarenakan jumlah responden dengan IMT normal lebih banyak daripada responden dengan IMT kurus atau gemuk. Penelitian Anugrah (2013) yang menyatakan bahwa gizi kurang atau berlebih pada usia diatas 18 tahun dapat mengakibatkan susunan fisiologis terganggu dan memengaruhi kapasitas vital paru seseorang. Hal ini juga sejalan dengan pernyataan menurut Fathmaulida (2013) bahwa kebutuhan energi seseorang berhubungan terhadap perkembangan dan fisiologis tubuh khususnya sistem pernapasan sehingga memengaruhi kerja kekuatan otot pernapasan dalam memompa O₂ ke seluruh tubuh, mengontrol laju pernapasan dan terbentuknya mekanisme imunologi tubuh untuk pencegahan penyakit paru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Parameter pencemar udara (NO₂ dan SO₂) di wilayah Kalianak Surabaya, diketahui terdapat perhitungan nilai RQ>1, yakni pada konsentrasi NO₂ maksimal, artinya tingkat risiko parameter ini tidak aman untuk penduduk di wilayah tersebut dengan berat badan rata-rata 55 kilogram dan laju asupan 0,83 m³/jam, selama 24 jam/ hari dalam 350 hari/ tahun serta jangka waktu 30 tahun kedepan.

Hasil pemeriksaan gangguan pernapasan menunjukkan bahwa terdapat 68,4% responden di wilayah Kalianak Surabaya mengalami penurunan fungsi paru. Berdasarkan karakteristik individu, maka responden didominasi oleh usia 37-55

tahun, dengan jenis kelamin perempuan, lama tinggal >20 tahun, tidak memiliki kebiasaan merokok, dan Indeks Massa Tubuh (IMT) normal.

Disarankan agar ada upaya kerjasama lintas sektor baik pemerintah maupun masyarakat untuk melakukan pengendalian pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor terutama pada wilayah padat lalu lintas dengan melakukan penanaman pohon sehingga dapat mereduksi polutan udara ambien. Perlu adanya penyuluhan dan pendidikan pencemaran udara terutama berkaitan dengan hasil analisis risiko bahwa masyarakat di lokasi tersebut berpotensi terkena gangguan pernapasan apabila terpajan setiap hari dengan konsentrasi gas NO₂ dan SO₂ berdasarkan hasil pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, M., dan Wirjatmadi, B. (2012). *Peranan Gizi dalam Siklus Kehidupan*. Jakarta: Kencana.
- Anugrah, Y. (2013). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Penggilingan Divisi Batu Putih di PT. Sinar Utama Karya. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Diakses dari: <http://lib.unnes.ac.id> (Disitasi tanggal 5 Juni 2017).
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. Diakses dari: <http://www.bps.go.id> (Disitasi tanggal 22 Januari 2017).
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Istilah Angka Beban Tanggungan*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. Diakses dari: <http://www.bps.go.id> (Disitasi tanggal 6 Juni 2017).
- Direktorat Jendral PP dan PL. (2014). *Pedoman Analisis Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Fathmaulida, A. (2013). Faktor-faktor yang berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengolahan Batu Kapur di Desa Tamansari Kabupaten Kerawang Tahun 2013. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Diakses dari: <http://repository.uinjkt.ac.id> (Disitasi tanggal 6 Juni 2017).
- Ismayanti., Marlita, D., dan Saidah, D. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik Volume 1 Nomor 3* November 2014: 241-248. Diakses dari: <http://digilib.mercubuana.ac.id> (Disitasi tanggal 4 Juni 2017).
- Muziansyah., D, Sulistyorini, R., and Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung). *Jurnal Universitas Lampung Volume 3 Nomor 1* Maret 2015: 57-70. Diakses dari: <http://journal.eng.unila.ac.id> (Disitasi tanggal 4 Juni 2017).
- Pamungkas, R., K. (2012). Kadar NO₂ di Udara Ambien Hubungannya dengan Keluhan Pernapasan Penduduk Berdasarkan Kajian ARKL dan Sebaran Tanaman. *Skripsi*. Universitas Airlangga.

- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2009 Tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur.
- Safety and Environmental Services. (2016). Material Safety Data Sheet (Nitrogen dioxide MSDS). Diakses dari: <http://www.praxair.ca> (Disitasi tanggal 12 Juli 2017).
- Safety and Environmental Services. (2016). Material Safety Data Sheet (Sulfur dioxide MSDS). Diakses dari: <http://www.praxair.ca> (Disitasi tanggal 12 Juli 2017).
- Rose, K., D., C., dan Tauleka, A., R. (2014). Penilaian Risiko Paparan Asap Kendaraan Bermotor pada Polantas Polrestabes Surabaya Tahun 2014. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health Volume 3 Nomor 1* Januari-Juni 2014: 46-57. Diakses dari: <http://journal.unair.ac.id> (Disitasi tanggal 4 Juni 2017).
- Rumselly, K., U. (2014). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Kualitas UDara Ambien dan Hubungannya dengan Keluhan Pernapasan Karyawan Toko di Sekitar Jalan Diponegoro Kota Ambon. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Sandra, C. (2013). Pengaruh Penurunan Kualitas Udara Terhadap Fungsi Paru dan Keluhan Pernafasan pada Polisi Lalu Lintas Polwiltabes Surabaya. *Jurnal Ikatan Kesehatan Masyarakat Volume 9 Nomor 1* Maret 2013: 1-8. Diakses dari: <http://jurnal.unej.ac.id/index.php> (Disitasi tanggal 29 Januari 2017).
- 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* Diakses dari: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php> (Disitasi tanggal 6 Juni 2017).
- Simanjuntak, N., S., R., Suwondo, A., dan Wahyuni, I. (2013). Hubungan Antara Kadar Debu Batubara Total dan Terhirup Serta Karakteristik Individu dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja di Lokasi Coal Yard PLTU X Jepara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Volume 2 Nomor 2* April 2013. Diakses dari: <https://media.neliti.com> (Disitasi tanggal 6 Juni 2017).
- Suyono. (2014). *Pencemaran Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- US EPA. (2016). Integrated Risk Information System (IRIS). Diakses dari: <http://www.epa.gov/iris> (Disitasi tanggal 13 Maret 2017).
- Wijayanti, D., N. (2012). Gambaran dan Analisis Risiko Nitrogen Dioksida (NO₂) Per-Kota/ Kabupaten dan Provinsi di Indonesia (Hasil Pemantauan Kualitas Udara Ambien dengan Metode Pasif di Pusarpedal Tahun 2011). *Skripsi*. Universitas Indonesia. Diakses dari: <http://lib.ui.ac.id> (Disitasi tanggal 4 Juni 2017).