

PENGARUH SULFUR DIOKSIDA (SO₂) PADA UDARA AMBIEN TERHADAP RISIKO KEJADIAN PNEUMONIA PADA BALITA

Fachmi Al Farisi, Budiyo, Onny Setiani

*Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas
Diponegoro*

Email : 21fachmialfarisi@gmail.com

ABSTRACT

Air pollution in Jakarta was the worst in Indonesia. There were 26 points classified into unhealthy concentration and East Jakarta being one of them. Sulfur dioxide (SO₂) as 54.21 µg/Nm³ majorly contribute to the air pollution. The case of pneumonia in East Jakarta was the highest case with 2411 events. This study aimed to analyze the relationship between the concentrations of air pollutant of SO₂ and the number of pneumonia incidence in children under-5 years of age.

This research was an observational analytic approach with time-based ecological design. The research location was determination based on the coverage of The 4th Jakarta Monitoring Station. The incidence of pneumonia data were sourced from the secondary data of Health Surveillance Data in primary health care at Cipayung Sub-district, East Jakarta. Statistical analysis was performed by multiple linear regression test ($\alpha = 5\%$). The monthly average of SO₂ was 41.55 µg/Nm³ and pneumonia incidences was 151 events. There was a significant corelation of SO₂ with the number of pneumonia incidence in children under-5 years of age ($p = 0,001$).

This research concluded that there was a contribution from sulfur dioxide to the number of pneumonia incidence in children under-5 years of age in Cipayung Sub-district, East Jakarta.

Keywords: *Air Pollution, SO₂, Pneumonia, Children under-5 Years of Age*

PENDAHULUAN

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat atau energi, dari komponen lain, ke dalam udara ambien baik oleh alam maupun kegiatan manusia, sehingga mutu udara menurun sampai ke tingkat tertentu yang dapat menyebabkan udara ambien tidak berfungsi semestinya.⁽¹⁾ Paparan pencemaran udara di dunia telah melebihi batas maksimum, seperti yang dikeluarkan oleh WHO (World

Health Organizational) sekitar 80% manusia telah terpapar. Polusi udara juga menyebabkan meningkatnya angka kematian manusia.⁽²⁾

Aktivitas manusia seperti asap rokok, pembakaran sampah, asap akibat kegiatan rumah tangga dan lain sebagainya merupakan beberapa faktor yang dapat menyebabkan adanya polusi udara. Selain itu polusi udara ambien tidak hanya berdampak pada kondisi luar ruangan, namun juga berimbas pada

kondisi udara dalam ruangan. Hal ini dibuktikan oleh sebuah penelitian yang menyatakan bahwa udara menyebar melalui ruang gerak yang luas, dimana dapat mengalir melalui celah apapun.⁽³⁾ Selain itu, menurut CDC-NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) dalam Mechanical Engineers' 2014 dijelaskan bahwa 10% polusi dalam ruang bersumber dari kontaminasi udara luar ruangan atau udara ambien.⁽¹³⁾

Jalan masuk zat pencemar udara di dalam tubuh dapat melalui inhalasi. Gas dan partikel merupakan pencemar dominan yang terdapat di udara ambien dan senyawa tersebut mudah tersebar di lingkungan serta mudah terhirup oleh manusia. Timbulnya penyakit pernafasan dapat terjadi pada individu yang terpapar melalui saluran pernafasan oleh polusi udara. Dampak dari pencemaran udara tersebut akan menyebabkan penyakit gangguan fungsi pernafasan antara lain ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut), asma atau asthmatic bronchiale, bronchopneumonia, pneumonia atau paru-paru basah, jantung koroner, dan COPD (*Chronic Obstructive Pulmonary Disease*).⁽³⁾ Pencemaran udara ada yang dikategorikan dalam bentuk gas dan partikel. Pencema udara menyebabkan iritasi saluran pernafasan dan mengakibatkan inflamasi, lalu terjadi infeksi akibat bakteri atau virus.⁽¹²⁾

Kejadian pneumonia terbanyak terjadi pada anak-anak usia 1 sampai kurang dari 5 tahun.⁽⁷⁾ Hal tersebut terjadi karena pada balita imunitas yang dimiliki atau yang diberikan digunakan untuk melawan penyakit penyakit parasit lainnya. Pneumonia terjadi karena proses invasi bakteri ke saluran pernafasan bagian bawah dan terjadi infeksi

yang berangsur memburuk. Pneumonia di dunia merupakan penyebab urutan pertama kematian balita diatas AIDS, Campak dan Malaria.⁽⁸⁾ Setiap tahun lebih dari 2 juta dari 9 juta angka kematian balita disebabkan penyakit ini. Hal tersebut sama dengan setiap 15 menitnya terdapat 1 balita yang meninggal akibat pneumonia. Prevalensi pneumonia di DKI Jakarta yang tercatat pada RISKESDAS 2013 mencapai 2,5% dari penduduk DKI Jakarta, sedangkan kejadian pneumonia di wilayah Jakarta Timur sebanyak 2,9 % dari penduduk Kota Jakarta Timur.⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Kejadian pneumonia di Kota Administrasi Jakarta Timur pada balita merupakan penyakit pneumonia yang angka kesakitan dan kematiannya sangat tinggi, dari banyaknya penyakit pneumonia yang terdeteksi pada Suku Dinas Kesehatan Kota Jakarta Timur 85% kejadian adalah pneumonia pada anak usia 1-<5 tahun (balita).⁽⁷⁾ Kecamatan Cipayung merupakan sala satu kecamatan dengan kenaikan angka kejadian pneumonia anak tertinggi pada tahun 2017, yaitu $\pm 189\%$ dari tahun sebelumnya, dimana kejadian pneumonia di tahun 2017 mencapai 2411 jiwa naik dari tahun 2016 yang hanya 1281 jiwa. Kelurahan dengan angka tertinggi penderita pneumonia adalah Bambu Apus dan Munjul.⁽⁸⁾ Sama seperti penyakit gangguan pernafasan lainnya, pneumonia memiliki faktor risiko akibat polusi udara, dimana polutan akan membuat saluran pernafasan terutama bagian bawah terluka/iritasi dan inflamasi sehingga memudahkan agent penyakit seperti bakteri dan virus menginfeksi penderita.⁽¹²⁾

Jakarta sebagai ibukota negara Indonesia dapat disebut sebagai kota dengan kualitas udara

terburuk di Indonesia, di Jakarta terdapat 26 titik yang dikatakan tidak sehat dalam setahun, bersama dengan Surabaya, Medan, Pekanbaru, dan Pontianak. Sedangkan di level Asia Jakarta adalah kota kedua dengan kualitas udara tidak baik setelah Bangkok, Thailand. Persentase hasil pemantauan kualitas udara dilakukan di 10 kota di Indonesia sebagai kota besar di Indonesia, melalui 33 Stasiun dan 9 Stasiun Bergerak Pemantauan Udara pada Tahun 2014. Data ini merujuk pada Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) dengan parameter yang dihitung dengan parameter PM_{10} , CO, SO_2 , NO_2 , dan O_3 .⁽¹³⁾ Kejadian tersebut disebabkan karena tingginya intensitas kendaraan bermotor yang terdapat di kota tersebut. Di Jakarta senyawa tersebut mudah ditemukan, dikarenakan senyawa tersebut adalah gas hasil buangan bahan bakar dari kendaraan bermotor. SO_2 merupakan zat beracun paling umum terdapat di kota-kota besar seperti DKI Jakarta dan merupakan bahan pencemar yang sangat kuat hubungannya dengan penyakit pernafasan. Hal ini didasari oleh pernyataan WHO yang menetapkan ketiga gas udara tersebut masuk kedalam kategori pencemar yang sangat berbahaya atau bersifat racun bagi kesehatan manusia. Belum lagi ketiga bahan tersebut bersifat menimbulkan efek yang sinergis dimana terdapat efek yang lebih besar dibandingkan dengan efek lainnya.⁽⁹⁾

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta pada wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur, SO_2 memiliki konsentrasi tinggi. Pada tahun 2016 dan 2017 rata-rata kadar SO_2

masing-masing mencapai 33,07 $\mu g/Nm^3$ dan 56,21 $\mu g/Nm^3$. Konsentrasi polusi udara pada parameter tersebut merupakan yang tertinggi dari tahun-tahun sebelumnya.⁽¹⁰⁾ Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan sulfur dioksida (SO_2) dengan risiko kejadian pneumonia pada balita.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian berjenis kuantitatif dimana peneliti melakukan pendekatan hasil observasi analitik, dengan desain penelitian studi ekologi berdasarkan waktu (*time trend analysis*). Hasil didapat dari pengukuran variabel dan dianalisis dengan uji regresi linear guna mengetahui keterkaitan antara variabel. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh penduduk usia 1-<5 tahun di Kota Administrasi Jakarta Timur yang memiliki riwayat penyakit pneumonia pada tahun 2015 - 2017 yang tercatat pada data Suku Dinas Kesehatan Kota Jakarta Timur. Dengan faktor resiko hasil pengukuran Polusi udara yang tercatat pada data Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta pada tahun yang sama, dengan batasan cakupan SPKU DKI-4 dengan jangkauan ± 5 km dari titik pemantauan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi SO_2 , sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah kejadian pneumonia pada balita.

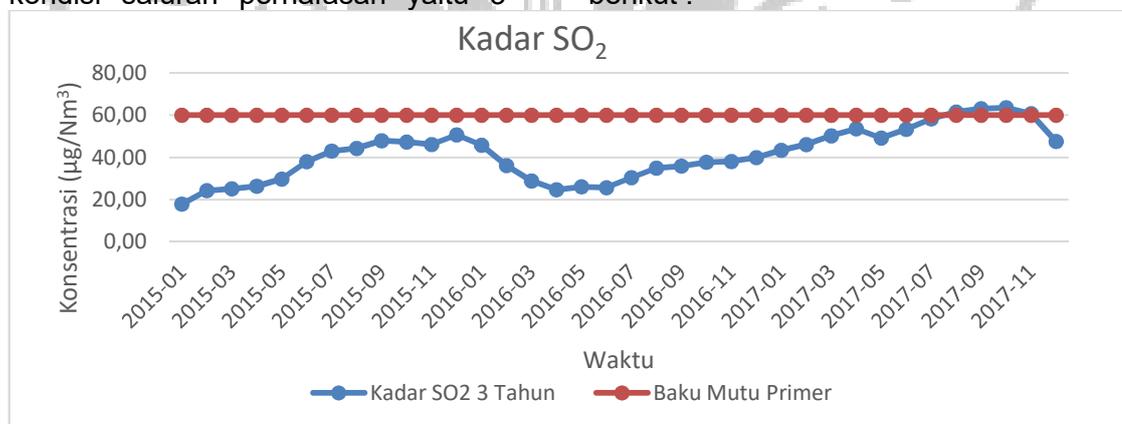
Data pada penelitian ini bersumber dari catatan Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta dan data Suku Dinas Kesehatan Kota Jakarta Timur, serta data Surveilans Kesehatan Puskesmas Kecamatan Cipayung, Jakarta Timur. Pada penelitian ini juga menggunakan

observasi lapangan dan pengukuran udara ambien sebagai data pendukung. Observasi lapangan dilakukan dengan wawancara dengan keluarga penderita sebanyak 30 orang mengenai aktivitas balita, sedangkan pengukuran udara ambien untuk mengukur konsentrasi SO₂ dengan metode Tetrachloromercurate (TCM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi sulfur dioksida pada umumnya berada dibawah baku mutu primer sesuai SK Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 551/2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien⁽¹¹⁾, dengan rata-rata per parameter pencemar SO₂ (41,55µg/Nm³). Namun batas terkecil kadar SO₂ di alam yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan terutama dapat mempengaruhi kondisi saluran pernafasan yaitu 3

ppm atau setara dengan 3 µg/Nm³.⁽³⁵⁾ Pada pola kecenderungan konsentrasi SO₂ mengalami pola naik di tahun 2015, terdapat beberapa kenaikan yang cenderung curam yaitu terdapat pada bulan Februari, Juni, dan Desember. Konsentrasi pada tahun 2016 mengalami grafik yang cenderung menurun di awal tahun yaitu dari bulan Januari sampai bulan April, lalu mulai naik bertahap dari bulan Mei hingga bulan Desember. Pada tahun 2017 konsentrasi mengalami kenaikan di awal tahun hingga bulan April, namun turun di bulan Mei. Pada bulan November dan Desember dan konsentrasi SO₂ pada bulan Agustus 2017 sampai bulan November 2017 berada di atas baku mutu primer (60,00 µg/Nm³) dengan interval 60.72 µg/Nm³ sampai 63.52 µg/Nm³. Hal berikut dapat dilihat pada gambar berikut :



Keterangan :

Baku Mutu sesuai SK Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 551/2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien

Sumber : LLHD dan DLH Provinsi DKI Jakarta

Gambar 1.1 Kadar sulfur dioksida pada tahun 2015-2017

Penghitungan konsentrasi pada SPKU (Stasiun Pemantau Kualitas Udara) pada parameter sulfur dioksida menggunakan alat bernama Horiba APSA 370 dengan menerapkan metode sinar UV fluorescence. Penampilan kadar udara pada layar monitor SPKU menggunakan hasil yang diubah ke

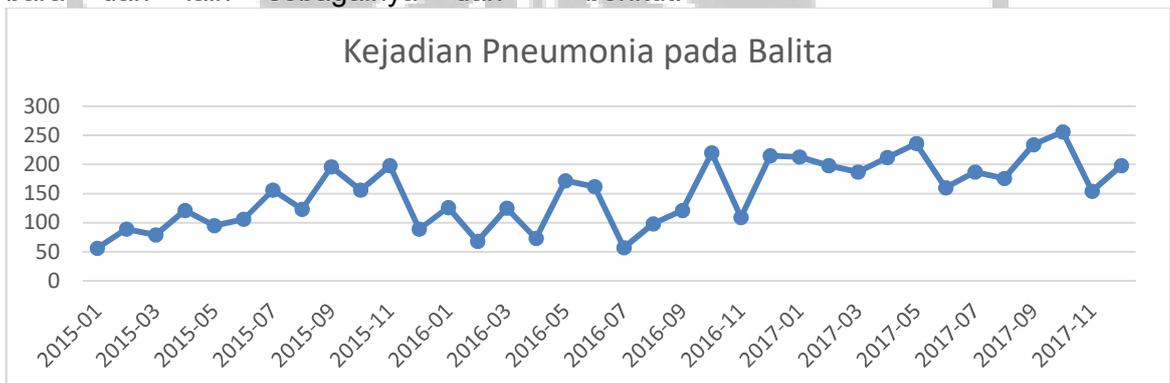
dalam satuan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara). Peralatan SPKU diberlakukan pengecekan dan perawatan rutin setiap 3 (tiga) bulan sekali serta terdapat pemantauan udara rutin secara manual menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis per 3 (tiga) bulan dengan metode Tetrachloromercurate (TCM)..

Pada penelitian ini juga dilakukan uji validasi alat Horiba AP5A 370 pada SPKU DKI-4 dengan cara pengukuran secara manual bersama pihak laboratorium di dekat wilayah menara SPKU DKI-4 berada yaitu di halaman Monumen Pancasila Sakti, Kelurahan Lubang Buaya, Kecamatan Cipayung Jakarta Timur. Hasil yang diperoleh dari pengukuran manual tersebut adalah sebesar $35,32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, nilai tersebut tidak terpaut jauh dari data SPKU yang di keluarkan pada jam dan tanggal yang sama yaitu sebesar $35,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, pengukuran menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm menggunakan metode *Tetrachloromercurate* (TCM).

Tingginya kadar sulfur dioksida disinyalir dari meningkatnya kendaraan dengan peningkatan $\pm 89\%$ setiap tahunnya⁽⁶³⁾, yang menggunakan bahan bakar fosil di Jakarta seperti solar dan bensin, selain itu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak tanah, arang, batu bara dan lain sebagainya dan

pembakaran sampah organik seperti dedaunan kering masih banyak dijumpai di kisaran wilayah Jakarta Timur terutama Kecamatan Cipayung. Industri di kisaran wilayah juga menambah kadar cemaran polutan sulfur di udara bebas.

Menurut data Suku Dinas Kesehatan Kota Jakarta Timur dan Bagian Surveilans Puskesmas Kecamatan Cipayung di dapatkan kecenderungan dari kejadian pneumonia pada balita selama kurun waktu 3 tahun (2015-2017). Data tersebut menjelaskan bahwa terjadi kenaikan diawal tahun 2015, kenaikan melonjak tajam sampai bulan Oktober 2015 pada angka kejadian 228 jiwa. Kejadian menurun pada bulan setelahnya sampai pada bulan Januari 2017, dimana pada bulan ini merupakan bulan dengan temuan kejadian terendah selama 3 tahun yaitu hanya 56 jiwa. Setelahnya, kejadian pneumonia menunjukkan kecenderungan fluktuatif hingga akhir tahun 2017, hal tersebut dapat dilihat pada grafik berikut:



Keterangan :

Sumber Kejadian Pneumonia : Badan Surveilans Puskesmas Kecamatan Cipayung dan P2P Sudinkes Kota Jakarta Timur

Gambar 1.2 Kejadian pneumonia pada balita di tahun 2015-2017

Pada tahun 2017 kejadian pneumonia berada pada jumlah yang sangat tinggi mencapai angka 2411 kejadian, kejadian per bulannya menunjukkan angka diatas rata-rata tahun sebelumnya, yaitu terendah

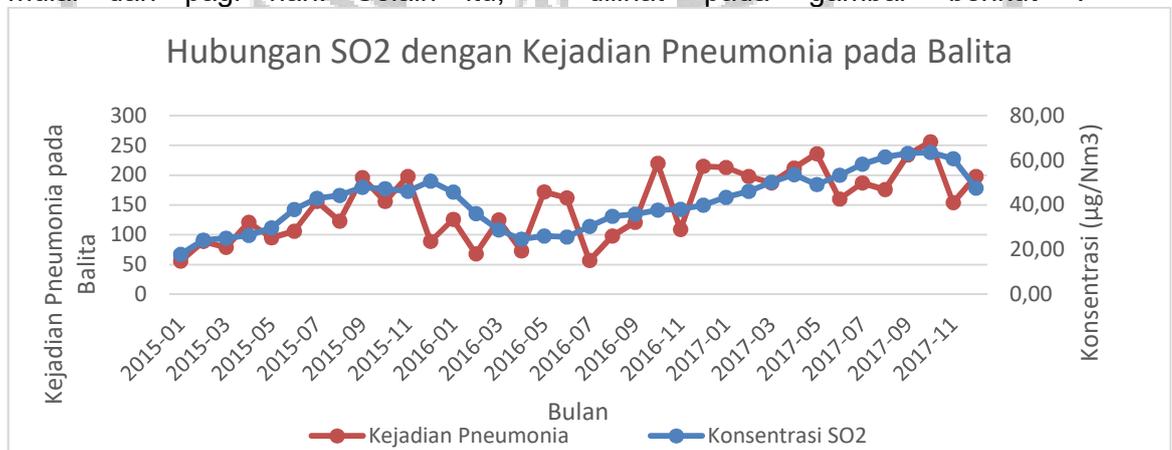
sebesar 129 jiwa yang terjadi pada bulan Juli 2017 dan yang tertinggi mencapai 256 jiwa pada bulan Oktober 2017. Penyebaran penyakit pneumonia di Kecamatan Cipayung sangat merata, dan kelurahan

dengan angka tertinggi penderita pneumonia adalah Bambu Apus dan Munjul.⁽⁸⁾

Faktor resiko paparan pencemaran udara ambien pada kejadian pneumonia pada balita sangat mungkin terjadi. Banyak aktivitas balita yang mengharuskan balita terpapar senyawa beracun tersebut. Berdasarkan hasil observasi lapangan dapat disimpulkan mayoritas balita berinteraksi dengan udara luar dengan intensitas sering dalam sebulan (hampir setiap hari). Kegiatan yang umumnya dilakukan adalah berjalan-jalan di pagi hari dengan anggapan udara pagi hari di depan rumah responden yang umumnya adalah tepi jalan besar sangat baik untuk balita, namun berbeda dengan Kota Metropolitan seperti Jakarta, banyak sekali faktor pencemaran udara seperti kendaraan bermotor, asap rokok, dan lainnya yang berlalu-lalang di sepanjang jalan mulai dari pagi hari. Selain itu,

kurangnya kesadaran akan pemakaian masker pada anak masih sangat memperhatikan dimana hanya 6,67% ibu dari 30 responden yang memakaikan masker atau alat pelindung diri lain pada anaknya. Udara ruang pada tempat tinggal yang balita tempati dapat juga tercemar oleh udara ambien di sekitarnya melalui ventilasi rumah, dengan demikian terdapat kemungkinan adanya pengaruh secara faktor risiko antara pencemaran udara ambien dengan kejadian pneumonia pada balita.

Pada penarikan analisis hubungan menurut trend pada data Konsentrasi SO₂ dengan kejadian pneumonia pada balita di Kecamatan Cipayung, Jakarta Timur tahun 2015-2017, sulfur dioksida memiliki hubungan yang signifikan, karena banyaknya kesamaan pola kecenderungan yang terjadi pada data 3 tahun (2015-2017), hasil dapat dilihat pada gambar berikut :



Keterangan :

Sumber Kejadian Pneumonia : Badan Surveilans Puskesmas Kecamatan Cipayung dan P2P Sudinkes Kota Jakarta Timur

Sumber Pencemaran Udara : LLHD dan DLH Provinsi DKI Jakarta

Gambar 1.3 Hubungan Sulfur Dioksida dengan Kejadian Pneumonia pada Balita menurut analisis *Trend*

Hal tersebut juga dijelaskan pada analisis data statistik dengan menggunakan uji regresi linear dengan hasil t hitung > t tabel (4,123 > 2.0369). Selain itu hasil regresi dapat

dilihat dari nilai p pada tabel hasil, pada penelitian ini didapatkan hasil yang sangat signifikan (p = 0,001).

Pneumonia akibat SO₂ memang sangat dimungkinkan, selain

adanya sifat iritan pada gas sulfur yang dapat menjadikan kejadian inflamasi pada parenkim paru, selain itu ditambah banyaknya kadar sulfur dioksida di alam. Sulfur dioksida masuk kedalam tubuh manusia melalui paparan inhalasi, sistem kerja pada sulfur berupa senyawa iritan yang dapat melukai bagian parenkim pada saluran pernafasan. Semakin banyak konsentrasi sulfur dioksida yang terhirup akan semakin luas inflamasi yang terbentuk, dengan demikian inflamasi tersebut dapat mempermudah jalur masuk bagi agen diantaranya adalah Respiratory Syncytial virus (RSV) yang mencapai 40% penyebab dari munculnya penyakit ini. Virus lain yang dapat menyebabkan penyakit ini adalah Herpes Simplex dan Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Selain itu terdapat Streptococcus pneumoniae dan Hemophilus influenzae tipe B⁽⁴⁵⁾ yang merupakan penyebab pneumonia dalam menginfeksi penderita.⁽⁴²⁾ Mudahnya gas sulfur dalam bereaksi dan banyaknya sumber pencemar yang mengandung sulfur dapat memperbanyak kadar sulfur dioksida di udara bebas terutama di wilayah perkotaan, selain itu tingginya suhu Jakarta dapat mempercepat energi aktivasi pada reaksi pembentukan SO₂.⁽³⁵⁾

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data penelitian dapat disimpulkan hasil sebagai berikut :

1. Mayoritas konsentrasi senyawa gas pencemar pada parameter sulfur dioksida di Kota Jakarta Timur berada dibawah baku mutu primer berdasarkan SK Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 551/2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien., dengan rata-rata

per parameter pencemar SO₂ hanya saja konsentrasi pada bulan Agustus 2017 sampai bulan November 2017 berada di atas baku mutu primer (60,00 µg/Nm³) dengan interval 60.72 µg/Nm³ sampai 63.52 µg/Nm³.

2. Berdasarkan wawancara observasi lapangan dapat disimpulkan terdapat kemungkinan besar balita dapat terpapar polusi udara ambien dilihat dari seringnya intensitas balita berada di luar rumah.
3. Hasil bivariat korelasi dengan uji Regresi Linear Berganda menjelaskan terdapat pengaruh yang signifikan antara pencemaran udara pada parameter SO₂ (p = 0,001) dengan kejadian pneumonia pada balita di Kecamatan Cipayung, Kota Jakarta Timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penelitian ini, diantaranya Bagian Lingkungan dan Laboratorium Kesehatan Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, Pemegang Program P2PM Suku Dinas Kesehatan Kota Jakarta Timur, serta Bagian Surveilans di Puskesmas Kecamatan Cipayung, Jakarta Timur.

DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. pasal 1 ayat 3. Jakarta; 1999
2. Brauer, M., Amann, M., Burnett, R.T., et.al. Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. Environ. Sci. Technol. 46, 652–660; 2012.
3. Muhammad Arafat Patria. Faktor resiko Pneumonia pada Balita di

- Indonesia : Faktor Udara Ambien (Narrative Review) Penelitian Bidang Akademik Kesehatan Masyarakat. *Journal Kesehatan Masyarakat*. Vol 7(2). 72-77; 2016
4. Kurnia Dwi Cahya Rose, Abdul Rohim Tualeka. Penilaian Risiko Paparan Asap Kendaraan Bermotor Pada Polantas Polrestabes Surabaya. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 3(1). 46-57; 2014.
 5. Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar Republik Indonesia 2013. Lembaga Penerbitan Badan Litbangkes. Jakarta; 2013.
 6. Kementerian Kesehatan RI. Riskesdas dalam Angka Provinsi DKI Jakarta 2013. Lembaga Penerbitan Badan Litbangkes. Jakarta; 2013.
 7. Data Surveilans Kesehatan Kota Jakarta Timur. Prevalensi ISPA : Pneumonia Balita. Jakarta; 2017
 8. Bagian Surveilans Kesehatan, Puskesmas kecamatan Cipayung. Angka Kejadian Pneumonia Balita. Jakarta; 2017
 9. Yulaekah S. Paparan Debu Terhirup Dan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur Desa Mrisi Kecamatan Tanggunharjo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Semarang; 2007
 10. Laboratorium Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. Data polutan pada menara SPKU 2015 dan 2016. Jakarta; 2017
 11. Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta No. 551 Tahun 2001. Tentang Penetapan Bau Mutu Udara Ambien dan Baku Tingkat. Jakarta, 2001
 12. Mulia, R. M. Kesehatan Lingkungan. Graha Ilmu. Yogyakarta; 2005
 13. Myler Kutz. *Mechanical Engineers' Handbook, Energy and Power* vol. 4. Hoboken: John Wiley and Son's Inc. 2014