

# HUBUNGAN ANTARA SO<sub>2</sub> DENGAN KEJADIAN ISPA DI KOTA SURABAYA 2013–2015

## *Correlation between SO<sub>2</sub> with Acute Respiratory Infection in Surabaya City 2013–2015*

Aris Putra Firdaus dan Lilis Sulistyorini

Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Airlangga  
aris.putra-12@fkm.unair.ac.id

**Abstrak:** Gas SO<sub>2</sub> merupakan zat pencemar udara dan merupakan salah satu faktor risiko kejadian ISPA. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara kadar SO<sub>2</sub> dengan kejadian ISPA di Kota Surabaya pada tahun 2013–2015. Penelitian menggunakan desain penelitian studi ekologi dengan memanfaatkan data sekunder. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan daerah yang memiliki stasiun pemantauan tetap udara ambien kadar SO<sub>2</sub> yang masih aktif. Data sekunder hasil pengukuran kadar SO<sub>2</sub> diambil dari stasiun pemantauan tetap udara ambien di Kecamatan Rungkut dan Kecamatan Jambangan. Sedangkan data sekunder kejadian ISPA diambil dari Puskesmas di Kecamatan Rungkut dan Kecamatan Jambangan. Kualitas udara di Kota Surabaya masih tergolong baik pada kadar SO<sub>2</sub> (< 80 µg/m<sup>3</sup>). Kejadian ISPA di dua lokasi penelitian selama tahun 2013–2015 mengalami penurunan. Terdapat hubungan antara kadar SO<sub>2</sub> dengan kejadian ISPA, baik di Kecamatan Rungkut (koefisien korelasi = 0,421, p = 0,036) dan di Kecamatan Jambangan (koefisien korelasi = -0,450, p = 0,024). Namun bukan kadar SO<sub>2</sub> penyebab utama kejadian ISPA. Kejadian ISPA dapat terjadi karena ada faktor lain yang tidak diteliti yaitu pencemaran udara dalam ruangan. Disarankan bagi penelitian lain untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang hubungan kadar SO<sub>2</sub> di luar ruangan dan di dalam ruangan dengan kejadian ISPA.

**Kata kunci:** ISPA, Stasiun pemantauan tetap, SO<sub>2</sub>

**Abstract:** SO<sub>2</sub> is an air pollutant and is one of the risk factors of ARI incidence. This research aims to identify the correlation between the levels of SO<sub>2</sub> with ARI incidence in Surabaya City 2013–2015. Research on used ecologic study research design and used secondary data. The location selected on the basis of the research areas that have a fixed ambient air monitoring station SO<sub>2</sub> levels that are still active. The location selected on location that has fixed ambient air monitoring station SO<sub>2</sub> gas that is still active. Secondary data on SO<sub>2</sub> levels measurement results taken from fixed ambient air monitoring station in Rungkut and Jambangan. While the ARI incidence secondary data taken at Puskesmas in Kecamatan Rungkut and Puskesmas in Jambangan. Air quality in the Surabaya City is still classified as good on level of SO<sub>2</sub> (< 80 µg/m<sup>3</sup>). The ARI incidence research in two locations during the 2013-2015 has decreased. There is a correlation between levels of SO<sub>2</sub> with the ARI incidence, both in Rungkut district (correlation coefficient = 0.421, p = 0.036) and Jambangan district (correlation coefficient = -0.450, p = 0.024). SO<sub>2</sub> levels are not the primary cause of ARI incidence. The ARI incidence can occur because other factors which are not examined namely indoor air pollution. Need for further research on correlation levels of SO<sub>2</sub> in the outdoors and indoors with ARI incidence.

**Keywords:** Acute Respiratory Infection, monitoring stations, SO<sub>2</sub>

## PENDAHULUAN

Pencemaran udara adalah masuknya bahan atau zat asing baik secara sengaja maupun tidak sengaja yang dapat mengganggu komposisi udara dari keadaan normalnya dan merugikan bagi kehidupan manusia. Menurut sumbernya pencemaran udara dapat dibagi menjadi dua yaitu pencemaran sumber tak bergerak dan pencemaran sumber bergerak. Pencemaran sumber tak bergerak contohnya adalah aktivitas industri, incenerator, dan aktivitas rumah tangga. Sedangkan pencemaran udara sumber bergerak

contohnya adalah alat-alat transportasi yaitu kapal, mobil, pesawat terbang dan lain-lain.

Berdasarkan sumber pencemaran udara tersebut diketahui bahwa 70% pencemaran udara berasal dari sumber bergerak. Pada tahun 2013 diketahui bahwa kendaraan di Indonesia mencapai 104.118.969 unit dan akan terus bertambah jika tidak aktivitas ada pengendalian jumlah kendaraan yang efektif (BPS, 2015).

Kendaraan bermotor mengeluarkan gas berupa senyawa organik maupun senyawa anorganik. Pencemaran udara lebih banyak

terjadi di daerah perkotaan dibandingkan dengan di daerah pedesaan. Hal ini dikarenakan selain pencemaran akibat kendaraan bermotor, aktivitas industri juga menambah tingkat pencemaran di daerah perkotaan. Pencemaran udara akan memberikan efek negatif bagi kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya serta lingkungan di sekitarnya (Arifin dkk, 2009).

Pencemaran udara akan memberikan efek berupa meningkatnya angka kematian dan kesakitan, memengaruhi kualitas dan kuantitas sinar matahari sampai ke bumi, dan dapat mengubah iklim karena peningkatan kadar  $\text{CO}_2$  di udara, dan lain sebagainya (Wardhana, 2001). Efek pencemaran udara yang dialami manusia adalah gangguan terhadap saluran pernapasan. Berdasarkan beberapa studi yang pernah dilakukan diketahui bahwa ada hubungan yang erat antara pencemaran udara dengan kejadian penyakit pernapasan (Arifin dkk, 2009).

Salah satu penyakit tersebut adalah Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Prevalensi kejadian ISPA di Indonesia sebesar 25% yang diketahui berdasarkan diagnosis dan keluhan masyarakat (Kemenkes RI, 2013). Sebanyak 20% pencemaran udara oleh gas  $\text{SO}_2$  berasal dari aktivitas manusia yaitu kegiatan industri dan transportasi di mana 16% berasal dari pembakaran minyak dan penggunaan batu bara. Keadaan ini

yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Sastrawijaya, 2000).

Kadar  $\text{SO}_2$  yang melebihi batas dapat memengaruhi kesehatan. Pencemaran gas  $\text{SO}_2$  dapat mengakibatkan iritasi pada saluran pernapasan. Konsentrasi  $\text{SO}_2$  sebesar 5 ppm atau lebih dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan. Sedangkan paparan sebesar 1–2 ppm dapat membuat iritasi pada orang yang sensitif. Pada orang yang memiliki riwayat penyakit saluran pernapasan dan kardiovaskular kronis, paparan kecil (0,2ppm) dapat mengakibatkan iritasi (Wiharja, 2002).

Dampak lain dari paparan  $\text{SO}_2$  adalah kejang saluran pernapasan (*spasme*) utamanya terjadi pada anak dan orang lanjut usia. Spasme lebih banyak terjadi pada saat suhu rendah dan paparan  $\text{SO}_2$  konsentrasi tinggi. Pada paparan konsentrasi  $\text{SO}_2$  yang rendah tetapi waktu paparan berulang maka akan terjadi hiperplasia dan metaplasia sel epitel. Aktivitas ini dicurigai mengakibatkan kanker pada manusia (Wardhana, 2001).

Pencemaran udara akan meningkatkan jumlah morbiditas. Selain itu pencemaran udara juga akan menurunkan fungsi paru sehingga memudahkan zat mikrobiologi menginfeksi paru. Kota Surabaya Penyakit ISPA merupakan penyakit yang paling banyak terjadi. Sebanyak 46% dari 10 penyakit terbanyak di Kota Surabaya adalah



Sumber: Google, 2016

Keterangan: A (Puskesmas Medokan Ayu), B (Puskesmas Kalirungkut), dan 1 (Stasiun pemantauan tetap udara ambien SUF-6)

**Gambar 1.** Peta Kecamatan Rungkut

ISPA (DKK Surabaya, 2014). Kejadian ISPA di Kota Surabaya yang tinggi bisa saja terjadi akibat pencemaran udara utamanya gas  $\text{SO}_2$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan  $\text{SO}_2$  dengan kejadian ISPA di Kota Surabaya pada tahun 2013–2015.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain penelitian studi korelasi dengan pendekatan *ecologic study*. Studi ini menggunakan data sekunder untuk mengidentifikasi hubungan kadar gas  $\text{SO}_2$  dengan kejadian ISPA pada tahun 2013–2015.

Lokasi penelitian dilakukan di daerah yang memiliki stasiun pemantauan tetap udara ambien. Kota Surabaya memiliki tujuh stasiun pemantauan tetap udara ambien yang berada di Kecamatan Pakal (SUF-1), Kecamatan Pabean Cantikan (SUF-2), Kecamatan Gayungan (SUF-3), Kecamatan Jambangan (SUF-4 dan SUF-7), Kecamatan Sukolilo (SUF-5), dan Kecamatan Rungkut (SUF-6). Pada saat pengambilan data hanya dua stasiun pemantauan tetap yang masih aktif. Stasiun pemantauan tetap tersebut berada di Kecamatan Rungkut (SUF-6) dan di Kecamatan Jambangan (SUF-7). Sehingga penelitian dilakukan di dua kecamatan tersebut.

Alat yang digunakan untuk memantau kualitas udara ambien kadar  $\text{SO}_2$  adalah dengan menggunakan alat HORIBA APSA 370. Alat tersebut selama 24 jam akan memonitor gas  $\text{SO}_2$  yang berada di udara ambien dengan memanfaatkan *UV fluorescence*. Kemudian hasil monitoring akan dikirim ke server setiap satu jam sekali. Data sekunder penelitian ini diambil dari UPTB Laboratorium BLH Kota Surabaya tahun 2013-2015 di Wonorejo, Kecamatan Rungkut (SUF-6) dan di Kebonsari, Kecamatan Jambangan (SUF-7).

Data sekunder kejadian ISPA adalah data laporan bulanan kejadian ISPA. Data ini diambil dari 3 Puskesmas, yaitu Puskesmas Kalirungkut dan Puskesmas Medokan Ayu yang memiliki wilayah kerja di Kecamatan Rungkut, serta Puskesmas Kebonsari yang memiliki wilayah kerja di Kecamatan Jambangan.

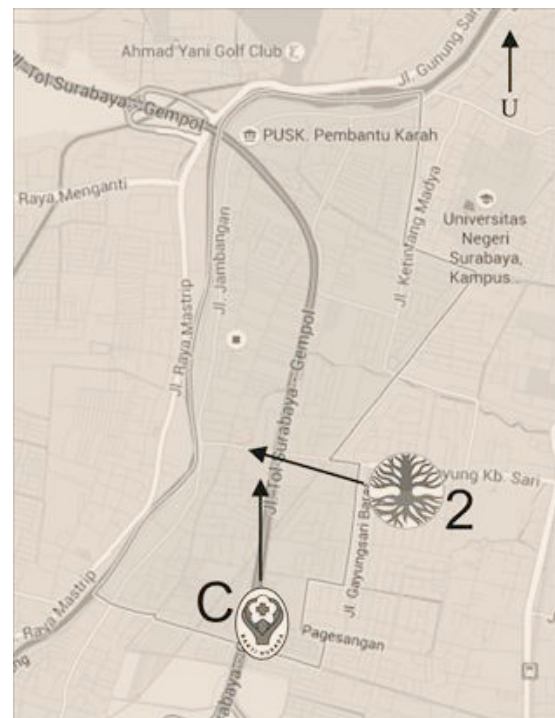
Analisis penelitian menggunakan dua cara yaitu dengan menggunakan analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat dilakukan dengan menyajikan grafik perbandingan variabel kadar  $\text{SO}_2$  dan kejadian ISPA tiap tahun. Analisis bivariat

dilakukan dengan mengidentifikasi hubungan antara kadar  $\text{SO}_2$  dengan kejadian ISPA. Kuat hubungan dilakukan dengan cara uji korelasi. Kategori kuat hubungan dibagi menjadi tujuh yaitu tidak ada hubungan ( $r = 0$ ), sangat rendah ( $0,0 < r \leq 0,2$ ), rendah ( $0,2 < r \leq 0,4$ ), sedang ( $0,4 < r \leq 0,7$ ), tinggi ( $0,7 < r \leq 0,9$ ), sangat tinggi ( $0,9 < r \leq 1$ ), dan sempurna ( $r=1$ ) (Hasan, 2006). Selain itu juga dilakukan uji beda dengan menggunakan uji anova.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

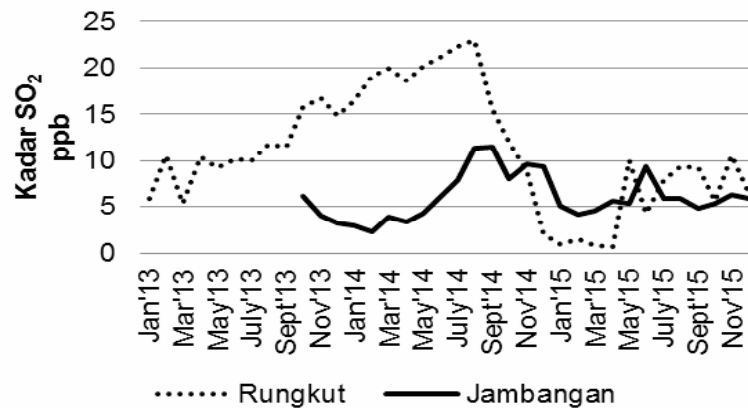
Kecamatan Rungkut pada Gambar 1 masuk dalam wilayah Kota Surabaya bagian timur dengan luas wilayah  $\pm 20,89 \text{ Km}^2$ . Ketinggian rata-rata  $\pm 1\text{--}5$  meter di atas permukaan laut sehingga tergolong wilayah dengan dataran rendah. Bagian timur kecamatan ini berbatasan langsung dengan laut. Suhu berkisar antara  $28\text{--}34^\circ\text{C}$ . Jumlah penduduk di wilayah ini pada tahun 2015 sebanyak 108.494 jiwa (Kecamatan Rungkut, 2015).



Sumber: Google, 2016

Keterangan: C (Puskesmas Kebonsari), dan 2 (Stasiun pemantauan tetap udara ambien SUF-7)

**Gambar 2.** Peta Kecamatan Jambangan



**Gambar 3.** Kadar  $\text{SO}_2$  di Dua Kecamatan Kota Surabaya Tahun 2013–2015

Kecamatan Jambangan pada Gambar 2 adalah salah satu kecamatan yang berada di Surabaya Selatan dengan luas wilayah  $\pm 4,19 \text{ Km}^2$ . Rata-rata ketinggian permukaan tanah  $\pm 4,7 \text{ m}$  dari permukaan laut. Suhu udara berkisar antara  $25,4\text{--}32^\circ\text{C}$ . Jumlah penduduk pada tahun 2015 tercatat sebanyak 49.310 jiwa (Kecamatan Jambangan, 2015).

#### Kadar $\text{SO}_2$ di Kecamatan Rungkut dan Kecamatan Jambangan Tahun 2013–2015

Jumlah data di Kecamatan Jambangan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah data yang berada di Kecamatan Rungkut. Stasiun pemantauan tetap di Kecamatan Jambangan baru dibangun pada Agustus 2013 dan mulai aktif beroperasi pada Oktober 2013. Sedangkan stasiun pemantauan kualitas udara di Rungkut terletak di hutan mangrove dan telah beroperasi sejak tahun 2012.

Kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut meningkat secara signifikan dimulai pada Mei 2013 hingga puncaknya terjadi pada Agustus 2014. Pada Agustus 2014 kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut sebesar  $22,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kemudian semenjak September 2014 kadar  $\text{SO}_2$  menurun secara drastis hingga April 2015. Pada saat itu kadar  $\text{SO}_2$  paling rendah dengan kadar sebesar  $0,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rata-rata kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut adalah  $11,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lebih jelas kadar  $\text{SO}_2$  tahun 2013-2015 dapat di lihat pada Gambar 3.

Kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Jambangan cenderung stabil, tidak ada perubahan kadar  $\text{SO}_2$  yang signifikan seperti yang terjadi di Kecamatan Rungkut. Puncak tertinggi kadar  $\text{SO}_2$  terjadi pada September 2014 dengan kadar sebesar  $11,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sedangkan kadar  $\text{SO}_2$  terendah terjadi pada

Februari 2014. Kadar  $\text{SO}_2$  pada saat itu sebesar  $2,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rata-rata kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Jambangan adalah  $6,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Berdasarkan Keputusan Kepala Bapedal No 107 tahun 1997 tentang Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi ISPU kadar  $\text{SO}_2$  yang berada di bawah  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  termasuk dalam kategori baik. Selama tahun 2013–2015 kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut maupun di masih jauh di bawah  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sehingga Kecamatan Jambangan kadar  $\text{SO}_2$  di dua lokasi tersebut masih tergolong baik dan tidak ada dampak terhadap kesehatan.

Hasil uji beda menghasilkan bahwa ada beda rata-rata kadar  $\text{SO}_2$  berdasarkan tahun ( $p = 0,000$ ). Selain itu juga ada beda rata-rata kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut dan Kecamatan Jambangan ( $p = 0,000$ ). Hasil yang sama juga menunjukkan bahwa ada beda kadar  $\text{SO}_2$  berdasarkan interaksi antara tahun dengan lokasi ( $p = 0,000$ ).

Kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut lebih tinggi dibandingkan kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Jambangan. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan kepada petugas teknisi stasiun pemantauan tetap diketahui bahwa di dekat stasiun tetap Wonorejo terdapat pengolahan sampah menjadi kompos sehingga gas hasil pembusukan sampah terdeteksi oleh alat.  $\text{SO}_2$  merupakan zat pencemar udara yang dapat berasal dari aktivitas alam yaitu gunung merapi atau proses pembusukan zat organik (Chandra, 2006).

Pada rentang waktu September 2014-April 2015 kadar  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut mengalami penurunan kadar  $\text{SO}_2$  yang sangat drastis, berbeda pada bulan sebelumnya maupun bulan sesudahnya. Berdasarkan hasil wawancara



diketahui bahwa pada rentang waktu tersebut terdapat kerusakan pada stasiun pemantauan tetap yaitu terjadi kondensasi pada pipa saluran masuk udara ambien sehingga mengganggu udara ambien masuk ke alat.

### Kejadian ISPA di Kecamatan Rungkut dan Kecamatan Jambangan Tahun 2013–2015

Puncak kejadian ISPA di Kecamatan Rungkut terjadi pada Februari 2013 dengan rate kejadian 23,33 kejadian per 1.000 penduduk. Sedangkan kejadian ISPA terendah terjadi pada Desember 2015 dengan rate kejadian sebesar 6,88 kejadian per 1.000 penduduk. Rata-rata kejadian ISPA di lokasi tersebut adalah 12,73 kejadian per 1.000 penduduk.

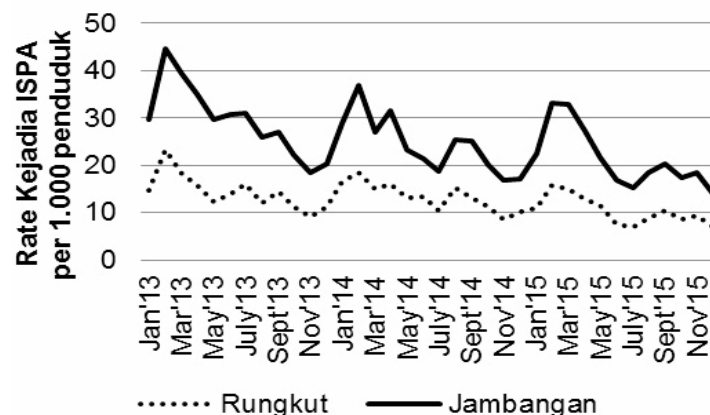
Pola grafik rate kejadian ISPA di Kecamatan Jambangan hampir sama dengan pola rate kejadian ISPA di Kecamatan Rungkut seperti yang terlihat di Gambar 4. Rata-rata rate kejadian ISPA di Kecamatan Jambangan adalah 25,12 kejadian per 1.000 penduduk.

Hasil uji beda pada rata-rata kejadian ISPA menunjukkan bahwa ada beda rata-rata rate kejadian ISPA berdasarkan tahun ( $p = 0,001$ ). Kemudian berdasarkan lokasi Puncak kejadian ISPA terjadi pada bulan Februari 2013 dengan jumlah rate kejadian sebesar 44,54 kejadian per 1.000 penduduk. Sedangkan kejadian ISPA terendah terjadi pada Desember 2015 dengan rata-rata kejadian sebesar 13,89 kejadian per 1.000 penduduk.

Juga menunjukkan ada beda rata-rata rate kejadian ISPA ( $p = 0,000$ ). Hanya saja pada uji beda berdasarkan interaksi tahun dan lokasi menghasilkan bahwa tidak ada beda rata-rata rate kejadian ISPA dengan nilai signifikansi sebesar 0,299.

Kecamatan Jambangan memiliki rata-rata kejadian ISPA yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata kejadian di Kecamatan Rungkut. Tingkat kejadian ISPA yang tinggi di Kecamatan Jambangan bisa disebabkan oleh tingginya kepadatan penduduk di wilayah tersebut. Tingkat kepadatan penduduk di Kecamatan Jambangan adalah 11.769 orang/Km<sup>2</sup>. Sedangkan kepadatan penduduk di Kecamatan Rungkut adalah 5.194 orang/Km<sup>2</sup>. Kepadatan penduduk yang tinggi merupakan salah satu faktor mempermudah penularan penyakit ISPA (Agustin, 2004). Selain itu juga, kepadatan hunian dalam satu rumah akan meningkatkan kejadian ISPA. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati (2007) yang meneliti tentang kepadatan hunian dengan kejadian ISPA di Pos penampungan pengungsi, diketahui bahwa kepadatan hunian yang tinggi akan meningkatkan kejadian ISPA.

Kejadian ISPA pada tahun 2013–2015 mengalami penurunan secara perlahan di dua lokasi penelitian. Lebih jelas terlihat pada Gambar 4. Hal ini juga didukung dengan hasil uji beda yaitu bahwa rata-rata kejadian ISPA tiap tahun berbeda dengan nilai  $p < 0,05$ . Penurunan kejadian bisa terjadi karena adanya peningkatan Program Pengendalian (PP) ISPA. PP ISPA di Indonesia telah ada sejak tahun 1984, kemudian pada tahun 1990 WHO mengeluarkan program pengendalian ISPA secara global. Pada mulanya program pengendalian ISPA dititikberatkan pada pengendalian pneumoni pada balita, seiring berjalannya waktu program pengendalian ISPA mengalami pengembangan sesuai kondisi dan kebutuhan pelayanan kesehatan, yaitu pengendalian pneumonia balita, pengendalian ISPA pada anak diatas dan sama dengan 5



**Gambar 4.** Kejadian ISPA di Dua Kecamatan Kota Surabaya Tahun 2013–2015

tahun, dan kesiapsiagaan dan respons terhadap pandemik influenza serta penyakit pernapasan potensi wabah (Depkes, 2009). Sejak tahun 2014 pemerintah mengeluarkan program Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) yang memungkinkan setiap warganya mendapatkan pelayanan kesehatan lebih baik.

### Hubungan Kadar $\text{SO}_2$ dengan kejadian ISPA

Hasil yang diperoleh yaitu ada hubungan antara kadar  $\text{SO}_2$  dengan kejadian ISPA di Kecamatan Rungkut dengan nilai signifikansi sebesar 0,036 dengan koefisien korelasi sebesar 0,421. Begitu pula di Kecamatan Jambangan dengan signifikansi sebesar 0,024 dengan koefisien korelasi sebesar -0,450. Berdasarkan kategori diketahui bahwa koefisien korelasi Kecamatan Rungkut masuk dalam kategori sedang dengan sifat positif, sedangkan di Kecamatan Jambangan dengan kategori sedang dengan sifat negatif.

Hubungan kadar  $\text{SO}_2$  dengan kejadian ISPA bernilai positif terjadi di Kecamatan Rungkut yang memiliki arti bahwa semakin tinggi kadar  $\text{SO}_2$  maka kejadian ISPA akan semakin meningkat. Salah satu faktor risiko dari kejadian ISPA adalah gas  $\text{SO}_2$ . Gas  $\text{SO}_2$  dapat memengaruhi keutuhan lapisan mukosa, peningkatan sekresi mukus dan mengganggu gerak silia sehingga akan memudahkan terjadinya ISPA (Alsagaff dkk, 2009). Hasil ini sama dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Agustin (2004), pencemaran  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Pandemangan memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA koefisien korelasi sebesar 0,92. Pencemaran  $\text{SO}_2$  akan berdampak pada iritasi saluran napas bagian atas karena mudah larut dalam air yang mengakibatkan produksi lendir meningkat sehingga terjadi penyempitan pada saluran pernapasan (Sandra, 2013). Polusi udara memiliki hubungan yang positif dan signifikan dengan kejadian *respiratory mortality* (Zhou dkk, 2015). Sejumlah penelitian *time series* secara khusus menunjukkan adanya hubungan antara tingkat polusi udara dengan kematian pada penyakit kardiovaskuler dan penyakit pernapasan (Routledge dkk, 2006).

Hubungan kadar  $\text{SO}_2$  dengan kejadian ISPA bersifat negatif di Kecamatan Jambangan. Memiliki arti bila kadar  $\text{SO}_2$  menurun maka kejadian ISPA akan meningkat. Hubungan negatif ini dapat terjadi karena peningkatan penyakit saluran napas tinggi disebabkan oleh polusi udara dalam

ruangan bukan karena udara ambien (Agustin, 2004).

Berdasarkan hasil yang ada dapat diketahui bahwa bukan kualitas udara ambien  $\text{SO}_2$  di Kecamatan Rungkut, maupun di Kecamatan Jambangan yang menyebabkan kejadian ISPA meskipun terdapat hubungan. Jadi kejadian ISPA terjadi karena faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Hal ini juga diperkuat dengan hasil yang ada bahwa kualitas udara ambien parameter  $\text{SO}_2$  selama tiga tahun terakhir masih digolongkan dalam tingkatan baik.

Faktor lain yang dapat memengaruhi kejadian ISPA adalah *indoor air pollution*. Polusi udara dalam ruangan memiliki efek yang lebih buruk karena manusia lebih banyak beraktivitas di dalam ruangan sedangkan sirkulasi udara dalam ruangan terbatas (Natgeo, 2015). Efek yang ditimbulkan dari pencemaran udara dalam ruangan adalah meningkatkan prevalensi asma, autism, kanker pada anak, dan penyakit-penyakit lain. Risiko kesehatan dari pencemaran dalam ruangan cenderung meningkat di negara-negara berkembang. Kekhawatiran pencemaran dalam ruangan akan terus meningkat mengingat konsumsi rokok dan penggunaan bahan kimia sintetis yang terus meningkat (Zhang dkk, 2003).

Selain itu juga faktor risiko yang bisa menyebabkan kejadian ISPA adalah kepadatan hunian dan sanitasi rumah. Kejadian ISPA banyak terjadi pada saat curah hujan dan hari hujan yang tinggi. Tingkat curah hujan dan hari hujan yang tinggi akan meningkatkan waktu tinggal di dalam rumah (Murray dkk, 2012). Terdapat hubungan antara curah hujan dan jumlah hari hujan dengan kejadian ISPA (Firdaus, 2016). Luas lantai yang sehat harus mencukupi dengan jumlah penghuni yang ada. Luas bangunan yang tidak sebanding dengan jumlah penghuninya akan menyebabkan *overcrowded* sehingga dapat menyebabkan berkurangnya kadar  $\text{O}_2$  bagi penghuninya (Notoatmodjo, 2003). Efek negatif dari *overcrowded* adalah kebersihan udara akan menjadi buruk, hal ini dikarenakan rumah yang terlalu sempit akan mengakibatkan ruangan menjadi kekurangan oksigen. Kekurangan oksigen akan menurunkan daya tahan tubuh sehingga memudahkan terkena penyakit (Entjang, 2000).

Kepadatan hunian dan keadaan fisik rumah menjadi salah satu faktor kejadian ISPA, hal ini didukung oleh beberapa penelitian. Penelitian yang dilakukan Nurhidayati dkk (2010)

menghasilkan bahwa terjadi hubungan yang bermakna antara lingkungan fisik rumah yang meliputi kepadatan hunian, luas ventilasi, jenis dinding, jenis bahan bakar masak dan keberadaan saluran pembuangan asap dapur dengan kejadian penyakit ISPA. Penelitian ini didukung dengan penelitian lain yang dilakukan oleh Winardi dkk (2015) diketahui bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok, kepadatan hunian di dalam rumah, ventilasi kamar balita, dan keberadaan hewan peliharaan di dalam rumah dengan kejadian ISPA.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Ada hubungan antara SO<sub>2</sub> dengan kejadian ISPA di Kecamatan Rungkut dengan sifat positif. Sifat positif memiliki arti bahwa semakin tinggi kadar SO<sub>2</sub> maka kejadian ISPA juga akan meningkat. Selain itu juga ada hubungan antara SO<sub>2</sub> dengan kejadian ISPA di Kecamatan Jambangan dengan sifat negatif yang memiliki arti bahwa pada saat SO<sub>2</sub> meningkat maka kejadian ISPA akan menurun. Sehingga diketahui bukan kadar SO<sub>2</sub> di Kecamatan Rungkut dan Kecamatan Jambangan yang menyebabkan kejadian ISPA. Perlu ada-nya kajian lanjut tentang hubungan kadar SO<sub>2</sub> di udara ambien dan di dalam ruangan dengan kejadian ISPA.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustin. (2004). Hubungan Kualitas Udara Ambien dengan Kasus ISPA, Bronkitis, Asma di DKI Jakarta Tahun 2003/2004. *Tesis*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Alsagaff, H. & Mukty, A. (2009). *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Paru*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Arifin, Z. & Sukoco. (2009). *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: ALFABETA.
- BPS. (2015). *Badan Pusat Statistik*. Diakses dari <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1413>.
- Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Depkes RI. (2009). *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*. Diakses dari <http://www.depkes.go.id/article/print/410/pneumonia-penyebab-kematian-utama-balita.html>.
- DKK Surabaya. (2014). *Dinas Kesehatan Kota Surabaya*. Diakses dari <http://dinkes.surabaya.go.id/portal/index.php/profil/dkk-dalam-angka/statistik-10-penyakit-terbanyak>
- Entjang, I. (2000). *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung: Citra Aditya .
- Firdaus, A.P., (2016). Hubungan Kualitas Udara Ambien (SO<sub>2</sub> dan PM<sub>10</sub>) dan Curah Hujan dengan Kejadian ISPA di Kota Surabaya Tahun 2013-2015. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga.
- Google. (2016). *Googlemaps*. Diakses <https://www.google.co.id/maps/place/>
- Hasan, I. (2006). *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kecamatan Jambangan. (2015). *Monogram Kecamatan Jambangan Tahun 2015*. Surabaya: Kecamatan Jambangan.
- Kecamatan Rungkut. (2015). *Monogram Kecamatan Rungkut Tahun 2015*. Surabaya: Kecamatan Rungkut.
- Kemenkes RI. (2013). *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Keputusan Kepala Bapedal No. 107. (1997). Tentang: Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara.
- Murray, E.L., M. Klein, L. Brondi, J.E. MCGowan, Jr., C. Van Mels, W.A. Brooks, D. Kleinbaum, D. Goswami, P. B. Ryand & C. B. Bridges. (2012). Rainfall, household crowding, and acute respiratory infections in the tropics. *Epidemiol Infect*, 140, pp. 78–86.
- Natgeo. (2015). *National Geographic Indonesia*. Diakses dari <http://nationalgeographic.co.id/berita/2015/10/sumber-polusi-di-dalam-rumah>
- Notoatmodjo, S. (2003). *Pendidikan kesehatan dan Prilaku Kesehatan*. Yogyakarta: Andi.
- Nurhayati. (2007). Penurunan Kualitas Udara Serta Peningkatan Kepadatan Hunian dan Kejadian ISPA pada Anak Balita Usia 2–5 Tahun di Pos Penampungan Pengungsi. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat.
- Nurhidayati, I. & Fitriah, N. (2010). Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Penyakit ISPA pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Karangnongko Kabupaten Klaten Tahun 2009. *MOTORIK Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(9), halaman 35–50.
- Routledge, H.C. & Ayres, J.G. (2006). Cardiovascular Effects of Particles. In J. Ayres, R. Maynard & R. Richards, eds. *Air Pollution and Health*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Imperial College Press.
- Sandra, C. (2013). Pengaruh Penurunan Kualitas Udara terhadap Fungsi Paru dan Keluhan Pernafasan pada Polisi Lalu Lintas Polwiltabes Surabaya. *Jurnal IKESMA*, 9(1), halaman. 1–7.
- Sastrawijaya, A.T. (2000). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Wardhana, W.A. (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. 3<sup>rd</sup> ed. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Wiharja. (2002). Identifikasi Kualitas Gas SO<sub>2</sub> di Daerah Industri Pengecoran Logam Ceper. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, III(3), halaman. 251–55.
- Winardi, W., Umboh, J.M.L. dan Rattu, A.J.M. (2015). Hubungan antara Kondisi Lingkungan Rumah dengan Kejadian Penyakit ISPA pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Sario Kecamatan Sario Kota Manado. *JIKMU*, 5(2), diakses dari <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jikmu/article/view/7185>.

Zhang, J. & Smith, K.R. (2003). Indoor air pollution: a global health concern. *British Medical Bulletin*, 68(1), halaman. 209–225.

Zhou, M., Guojun He, Yunning Liu, Peng Yin, Yichong Li, Haidong Kan, Maorong Fan, An Xue, & Maoyong

Fan. (2015). The associations between ambient air pollution and adult respiratory mortality in 32 major Chinese cities, 2006–2010. *Environmental Research*, 137, halaman 278–286.