



Korelasi Meteorologi dan Kualitas Udara dengan Pneumonia Balita di Kota Semarang Tahun 2013-2018

Halimah Tri Utami ^{1✉}, Rudatin Windraswara¹

¹Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima 27 Juni 2019
Disetujui 21 Oktober 2019
Dipublikasikan 31 Oktober 2019

Keywords:
Pneumonia, Meteorology, Air Quality, Semarang City

DOI:
<https://doi.org/10.15294/higeia/v3i4/31037>

Abstrak

Pneumonia merupakan penyakit menular yang menjadi penyebab utama dan terbesar dari kematian balita di dunia. Dari tahun 2013 hingga 2018, terdapat 25.038 kasus pneumonia balita di Kota Semarang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2018. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan desain studi korelasional. Penelitian ini dilakukan di Kota Semarang pada bulan Februari sampai bulan Juni tahun 2019 dengan menggunakan data sekunder. Analisis data menggunakan univariat dan bivariat menggunakan uji korelasi *Spearman*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang berkorelasi adalah kelembaban udara ($p=0,043$), konsentrasi NOx ($p=0,048$), dan konsentrasi CO ($p=0,029$) dan variabel yang tidak ada korelasi adalah suhu udara ($p=0,722$), curah hujan ($p=0,329$), kecepatan angin ($p=0,393$), konsentrasi SOx ($p=0,556$), dan konsentrasi debu ($p=0,521$). Simpulan dari penelitian ini ada korelasi antara kelembaban udara, konsentrasi NOx, dan konsentrasi CO dengan pneumonia balita di Kota Semarang dan tidak ada korelasi antara suhu udara, curah hujan, kecepatan angin, konsentrasi SOx, dan konsentrasi debu dengan pneumonia balita di Kota Semarang.

Abstract

Pneumonia is an infectious disease which is the main and biggest cause of under-five mortality in the world. In 2013 until 2018, were 25.038 cases of pneumonia in infant in the City of Semarang. The purpose of this study was to determine the risk factor associated with pneumonia in Semarang City in 2013-2018. The type of this study was descriptive quantitative with correlational study design. This study was conducted in the City of Semarang in February to June 2019 with secondary data. Data analysis used univariate and bivariate with Spearman correlation test. The result showed that there was a relationship between humidity ($p=0,043$), NOx concentration ($p=0,048$), and CO concentration ($p=0,029$) with pneumonia and there was no relationship between air temperature ($p=0,722$), rainfall ($p=0,329$), SOx concentration ($p=0,061$), and particulate ($p=0,521$) with pneumonia. There was a correlation between pneumonia with humidity, NOx concentration, and CO concentration and there was no correlation between air temperature, rainfall, wind speed, SOx concentration, and particulate with pneumonia in Semarang City.

© 2019 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung F5 Lantai 2 FIK Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: halimahtriutami01@gmail.com

PENDAHULUAN

Lingkungan merupakan agregat dari seluruh kondisi dan pengaruh luar yang mempengaruhi kehidupan manusia serta perkembangbiakan suatu mikroorganisme patogen. Salah satu lingkungan fisik yang dapat merugikan manusia adalah kondisi iklim yang buruk. Iklim merupakan bagian dari meteorologi. Iklim adalah rata-rata keadaan cuaca dalam jangka waktu yang cukup lama minimal 30 tahun pada suatu wilayah yang cukup luas. Sedangkan cuaca adalah keadaan atmosfer pada suatu tempat dan waktu tertentu yang sifatnya berubah-ubah. Sehingga pencatatan cuaca yang dilakukan secara terus menerus dalam jangka waktu yang lebih lama akan menunjukkan iklim suatu daerah.

Unsur-unsur cuaca yang meliputi suhu, kelembaban, curah hujan, serta kecepatan angin merupakan salah satu faktor lingkungan fisik yang berisiko mempengaruhi terjadinya penyakit pneumonia (Sari, 2014). Studi menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara suhu udara dengan penyakit saluran pernafasan. Suhu, kelembaban, serta curah hujan akan mempengaruhi terjadinya penyakit pneumonia dengan jalan mempengaruhi permeabilitas membran mukosa dalam hidung serta resistensi kapiler. Kondisi tersebut menyebabkan patogen pneumonia lebih mudah masuk ke saluran pernafasan dan menginfeksi manusia. Suhu yang tinggi dan berkepanjangan akan mengakibatkan kelelahan, meningkatkan jumlah keringat, serta menimbulkan gangguan daya tahan tubuh sehingga manusia rentan terhadap infeksi pneumonia (Tasci, 2018).

Pneumonia merupakan infeksi akut atau peradangan yang mengenai jaringan paru (alveoli) yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen. Mikroorganisme patogen yang paling sering menyebabkan pneumonia adalah *Streptococcus pneumoniae*, *Respiratory Syncytial Virus* (RSV), dan *Mycoplasma pneumoniae*. Salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangbiakan mikroorganisme patogen pneumonia adalah kondisi iklim suatu daerah

yang meliputi suhu, kelembaban, curah hujan, serta kecepatan angin. Perubahan suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme patogen pneumonia. Misalnya bakteri *Streptococcus pneumoniae* memiliki rentang suhu untuk tumbuh pesat antara 31°C – 37°C dan *Mycoplasma pneumoniae* mempunyai kondisi kelembaban yang disukai untuk tumbuh optimal pada kelembaban <25% dan >80% (Liu, 2016). Selain itu, dilihat dari media penularan penyakit pneumonia yang berupa udara, maka persebarannya juga dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin (Tasci, 2018).

Pneumonia merupakan infeksi akut atau peradangan yang mengenai jaringan paru (alveoli) yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme patogen. Mikroorganisme patogen yang paling sering menyebabkan pneumonia adalah *Streptococcus pneumoniae*, *Respiratory Syncytial Virus* (RSV), dan *Mycoplasma pneumoniae*. Pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme patogen dipengaruhi oleh faktor lingkungan, salah satunya adalah suhu dan kelembaban (John, 2017).

Perubahan suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme patogen pneumonia. Misalnya bakteri *Streptococcus pneumoniae* memiliki rentang suhu untuk tumbuh pesat antara 31°C – 37°C dan *Mycoplasma pneumoniae* mempunyai kondisi kelembaban yang disukai untuk tumbuh optimal pada kelembaban <25% dan >80% (Liu, 2016). Selain itu, dilihat dari media penularan penyakit pneumonia yang berupa udara, maka persebarannya juga dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin (Tasci, 2018).

Menurut Profil Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah (2016), timbulnya penyakit pneumonia tidak hanya disebabkan oleh *agent* biologi namun juga dapat disebabkan karena menghirup bahan kimia di udara. Di wilayah perkotaan, aktivitas transportasi khususnya kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara yang mengakibatkan penurunan kualitas udara. Sekitar 85% pencemaran yang terjadi disebabkan oleh kendaraan bermotor. Beberapa emisi yang

dihasilkan oleh kendaraan bermotor antara lain partikulat, nitrogen oksida (NO_x), sulfur oksida (SO_x), serta karbon monoksida (CO) (Ruslinda, 2016). Emisi-emisi tersebut apabila terhirup dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan sehingga risiko terjadinya pneumonia akan meningkat (Mahalastri, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fahimah (2014) menunjukkan bahwa ada hubungan antara PM_{2,5} dan PM₁₀ dengan kejadian pneumonia pada balita. *Particulate Matter* dapat masuk ke saluran pernafasan hingga ke alveoli, menyebabkan iritasi dan terjadi reaksi inflamasi atau peradangan sehingga manusia akan kesulitan bernafas karena alveoli dipenuhi oleh cairan. *Particulate Matter* merupakan pencemar udara yang dapat bergabung bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya, salah satunya nitrogen oksida (NO_x) dan sulfur oksida (SO_x). Kondisi tersebut menyebabkan saluran pernafasan mudah teriritasi sehingga potensi infeksi pneumonia semakin meningkat (Jenko, 2012).

Adanya perubahan suhu, kelembaban, curah hujan, serta kecepatan angin tidak hanya berpengaruh pada daya tahan tubuh seseorang dan kelangsungan hidup *agent* biologi, melainkan juga dapat mempengaruhi distribusi bahan kimia di udara (Achmadi, 2014). Kondisi tersebut menyebabkan manusia lebih berisiko terhadap infeksi pneumonia mengingat faktor penyebab penyakit pneumonia tidak hanya *agent* biologi, tetapi juga dapat disebabkan oleh bahan kimia, serta dipengaruhi oleh kondisi meteorologi.

Pneumonia merupakan penyakit menular yang menjadi penyebab utama dan terbesar dari kematian balita di dunia. Persentase kematian balita akibat pneumonia tahun 2015 sebanyak 16%. Dari total kematian balita akibat pneumonia, sebanyak 99% terjadi di negara berkembang, salah satunya Indonesia. Indonesia menempati urutan ke-7 dari 15 negara dengan angka kematian balita akibat pneumonia yang tertinggi di dunia (John, 2017).

Di Indonesia, pneumonia merupakan penyebab dari 16% kematian pada balita yaitu

sebanyak 920.136 kejadian pada tahun 2016. Data profil kesehatan Indonesia menunjukkan bahwa persentase penemuan kejadian pneumonia meningkat selama 5 tahun terakhir dari 23,42% pada tahun 2012 menjadi 65,27% pada tahun 2016. Kota Semarang merupakan kota dengan jumlah kejadian pneumonia balita yang cukup tinggi di Jawa Tengah. Jumlah kasus pneumonia di Kota Semarang mengalami fluktuasi selama 5 tahun terakhir, namun jumlah kasus paling tinggi terjadi di tahun 2017 yakni sebesar 7.736 kasus meningkat dari tahun 2016 yang berjumlah 4.173 kasus. Tingginya jumlah kasus pneumonia menunjukkan bahwa pneumonia menjadi masalah kesehatan masyarakat utama yang berkontribusi terhadap tingginya angka kematian bayi dan balita di Kota Semarang.

Berdasarkan penelitian Cahyadi (2016) mendapatkan hasil bahwa suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, serta konsentrasi partikulat memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA di Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru pada tahun 2014-2015. Penelitian Sakti (2012) mendapatkan hasil bahwa kualitas udara (NO₂ dan TSP) memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA di Kota Bekasi tahun 2004-2011. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi antara faktor meteorologi dan kualitas udara dengan pneumonia balita di Kota Semarang pada tahun 2013-2018, waktu dan tempat penelitian tersebut menjadi pembeda dengan penelitian yang lain.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan desain studi korelasional. Penelitian ini dilaksanakan di Kota Semarang pada bulan Februari hingga bulan Juni tahun 2019 dengan menggunakan data sekunder. Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu meteorologi yang meliputi suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, serta kecepatan angin; dan kualitas udara yang meliputi konsentrasi NO_x, konsentrasi SO_x,

konsentrasi CO, serta konsentrasi debu. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kejadian pneumonia pada balita di Kota Semarang tahun 2013-2018. Unit analisis yang digunakan pada studi korelasional adalah kelompok individu, sehingga teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah teknik *totality sampling*. Sampel pada penelitian ini adalah seluruh laporan data kejadian pneumonia tiap bulan dari bulan Januari 2013 sampai bulan Juni tahun 2018 yang tercatat di Dinas Kesehatan Kota Semarang.

Sumber data yang digunakan adalah data sekunder angka kejadian pneumonia balita yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Semarang, data unsur meteorologi yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Semarang, serta data kualitas udara ambien dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar pencatatan dari data sekunder yang telah didapatkan. Teknik pengambilan data yaitu dengan menggunakan pedoman dokumentasi yang dilakukan dengan mencari data yang berkaitan dengan penelitian dan dicatat pada lembar pencatatan. Analisis

data menggunakan analisis univariat dan analisis bivariat. Analisis bivariat dengan menggunakan analisis korelasi dengan uji *Pearson Product Moment*, adapun uji alternatifnya menggunakan uji *Rank Spearman*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Semarang dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Semarang, Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, dan BMKG Kota Semarang. Dari hasil uji bivariat dengan menggunakan *Rank Spearman* didapatkan hasil seperti pada tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 hasil perhitungan menggunakan uji *Spearman* menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi (r) dari variabel suhu udara adalah $-0,045$ (arah korelasi negatif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan menurun jika suhu udara mengalami kenaikan. Hasil uji statistik didapatkan nilai p (signifikansi) dari variabel suhu udara sebesar $0,722$ ($p > 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kejadian pneumonia

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Analisis Bivariat Variabel Independen terhadap Variabel Dependen

Variabel Bebas	Pneumonia pada Balita			Keterangan
	Koefisien Korelasi (r)	Signifikasi (p)	Jumlah (n)	
Suhu Udara	$-0,045$	$0,722$	66	Tidak ada hubungan bermakna dengan korelasi negatif
Kelembaban Udara	$0,250$	$0,043$	66	Ada hubungan bermakna dengan korelasi positif
Curah Hujan	$0,122$	$0,329$	66	Tidak ada hubungan bermakna dengan korelasi positif
Kecepatan Angin	$0,107$	$0,393$	66	Tidak ada hubungan bermakna dengan korelasi positif
Konsentrasi NO _x	$0,222$	$0,048$	80	Ada hubungan bermakna dengan korelasi positif
Konsentrasi SO _x	$-0,067$	$0,556$	80	Tidak ada hubungan bermakna dengan korelasi negatif
Konsentrasi CO	$0,245$	$0,029$	80	Ada hubungan bermakna dengan korelasi positif
Konsentrasi Debu	$-0,073$	$0,521$	80	Tidak ada hubungan bermakna dengan korelasi negatif

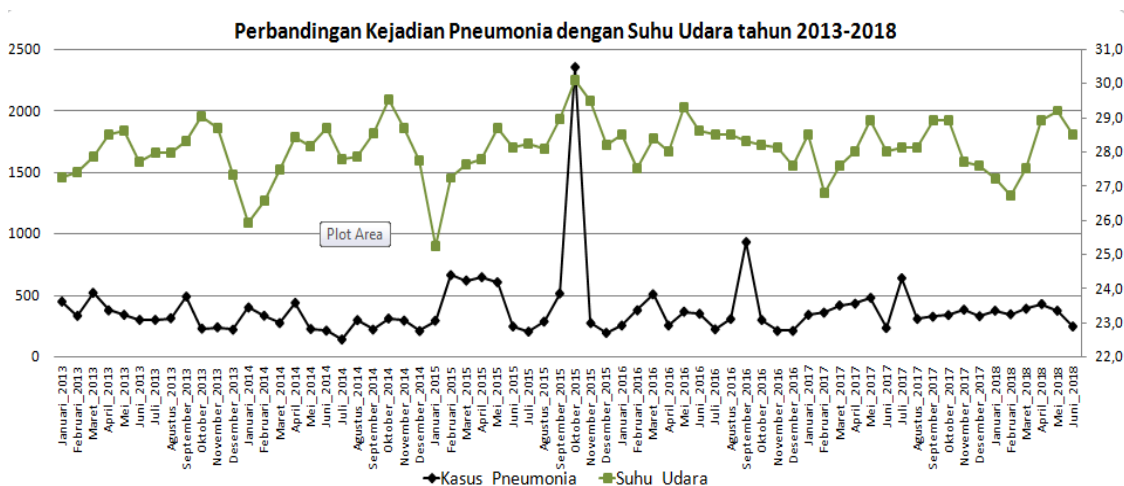
dengan suhu udara di Kota Semarang tahun 2013-2018.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rismawati pada tahun 2016 yang meneliti hubungan antara variasi iklim dengan kejadian pneumonia di wilayah kerja Puskesmas Bandarharjo yang menunjukkan hasil bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara suhu udara dengan kejadian pneumonia ($p = 0,492$). Menurut Syani (2015) suhu udara sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri penyebab pneumonia, misalnya bakteri *Streptococcus pneumoniae*. Suhu optimum rata-rata untuk pertumbuhan bakteri *Streptococcus pneumoniae* yaitu $31^{\circ}\text{C} - 37^{\circ}\text{C}$.

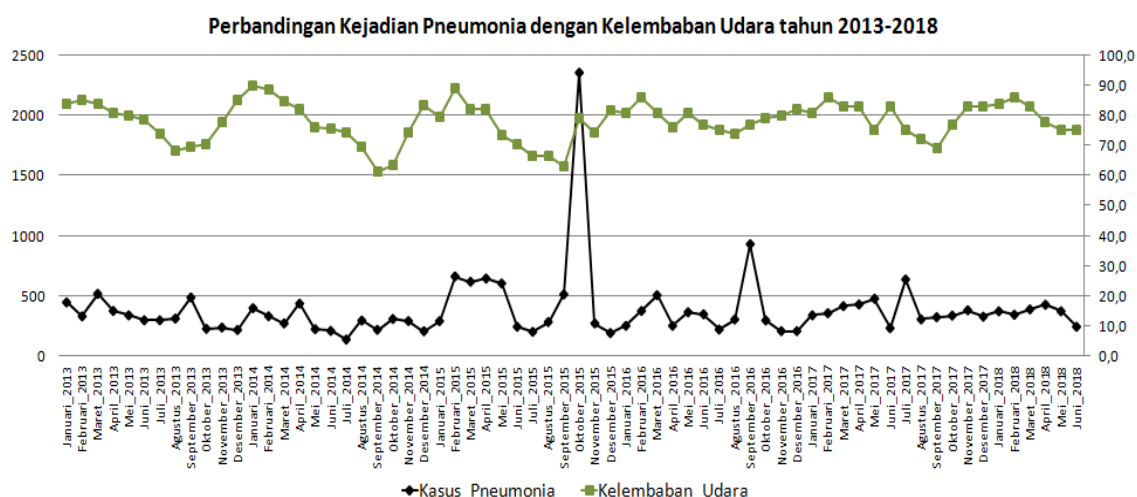
Meskipun hasil uji statistik dalam penelitian ini menunjukkan tidak adanya hubungan antara suhu udara dengan kejadian pneumonia, namun secara teori suhu udara merupakan faktor risiko terjadinya pneumonia. Hal ini dapat disebabkan karena faktor penyebab terjadinya pneumonia bukan hanya suhu udara di luar ruangan saja, namun juga suhu udara di dalam rumah. Menurut Dewiningsih (2018) suhu udara dalam rumah yang tinggi dipengaruhi oleh kepadatan hunian rumah yang tinggi. Menurut Darmawati (2016) suhu udara dalam rumah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kepadatan hunian, luas ventilasi, serta pencahayaan.

Berdasarkan grafik perbandingan di atas, angka kejadian pneumonia tertinggi yaitu 2.355 kejadian di bulan Oktober tahun 2015 terjadi ketika suhu udara tercatat pada suhu $30,1^{\circ}\text{C}$ dan angka kejadian terendah yaitu 134 kejadian di bulan Juli tahun 2014 terjadi ketika suhu udara tercatat pada suhu $27,8^{\circ}\text{C}$. Suhu tertinggi di Kota Semarang selama periode tahun 2013-2018 terjadi pada bulan Oktober tahun 2015 dengan suhu $30,1^{\circ}\text{C}$ dan angka kejadian sebanyak 2.355 kejadian. Sedangkan suhu terendah terjadi pada bulan Januari tahun 2015 dengan suhu $25,22^{\circ}\text{C}$ dan angka kejadian sebanyak 287 kejadian.

Nilai koefisien korelasi (r) dari kelembaban udara adalah 0,250 (arah korelasi positif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan meningkat bila kelembaban udara meningkat. Nilai p (signifikansi) sebesar 0,043 ($p < 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara kelembaban udara selama periode tahun 2013-2018 dengan kejadian pneumonia. Penelitian serupa juga dijelaskan oleh Liu (2016) yang menjelaskan bahwa terdapat korelasi yang bermakna antara kelembaban udara dengan kejadian pneumonia di China. Berdasarkan diagram scatter, kejadian pneumonia lebih sering terjadi pada kelembaban 75% hingga 90% dibandingkan pada kelembaban 60% hingga 70%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Onozuka (2009) dan Mirsaedi (2016) yang



Grafik 1. Perbandingan Kejadian Pneumonia Balita dengan Suhu Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018



Grafik 2. Perbandingan Kejadian Pneumonia Balita dengan Kelembaban di Kota Semarang tahun 2013-2018

menerangkan bahwa bakteri penyebab pneumonia dapat tumbuh optimum pada kelembaban <25% dan >80%, namun akan mati pada kelembaban 60%.

Berdasarkan grafik perbandingan diatas, angka kejadian pneumonia tertinggi yaitu 2.355 kejadian di bulan Oktober tahun 2015 terjadi ketika kelembaban udara tercatat pada kelembaban 79,0% dan angka kejadian terendah yaitu 134 kejadian di bulan Juli tahun 2014 terjadi ketika kelembaban udara tercatat pada kelembaban 74,5%. Kelembaban udara tertinggi di Kota Semarang selama periode tahun 2013-2018 terjadi pada bulan Januari tahun 2014 dengan kelembaban sebesar 89,9% dan angka kejadian sebanyak 395 kejadian. Sedangkan kelembaban udara terendah sebesar 61,4% terjadi pada bulan September tahun 2014 dengan angka kejadian sebanyak 215 kejadian.

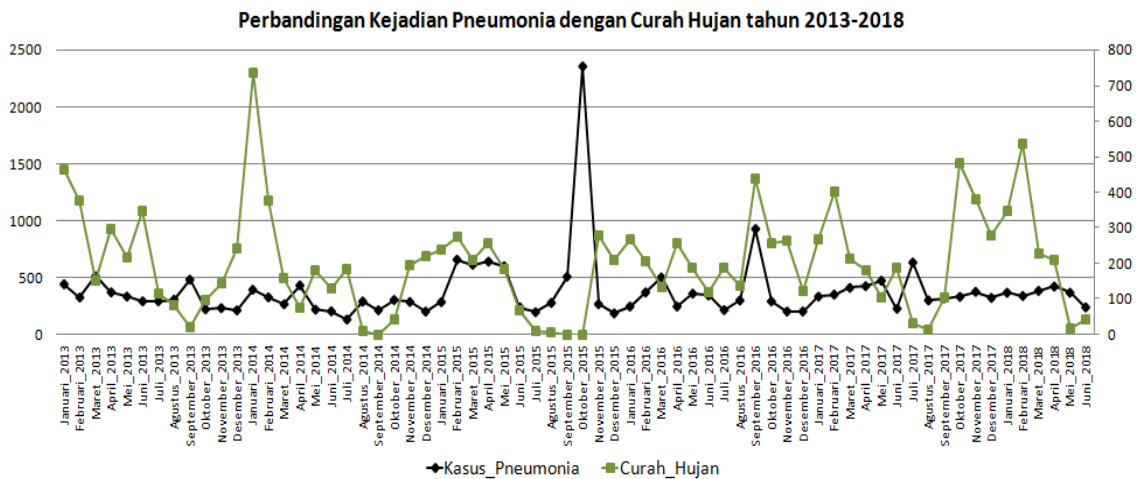
Curah hujan memiliki koefisien korelasi (r) sebesar 0,122 (arah korelasi positif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan. Hasil uji statistik didapatkan nilai p (signifikansi) sebesar 0,329 ($p > 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kejadian pneumonia dengan curah hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018.

Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ayres (2009) yang meneliti tentang hubungan perubahan iklim dengan

penyakit infeksi saluran pernafasan di Eropa yang menyatakan bahwa perubahan kondisi iklim khususnya curah hujan dapat berpotensi mempengaruhi infeksi saluran pernafasan, terutama pneumonia. Perubahan curah hujan dapat mempengaruhi peningkatan jumlah bakteri di udara. Curah hujan yang tinggi akan membuat rumah menjadi lembab sehingga udara didalam rumah menjadi kurang baik, kondisi tersebut merupakan salah satu faktor risiko terjadinya pneumonia. Selain itu, Omonijo (2014) menjelaskan bahwa terjadinya peningkatan curah hujan akan menyebabkan orang-orang cenderung berada didalam satu ruangan dalam waktu yang lebih lama. Kondisi tersebut menyebabkan penularan penyakit pneumonia semakin mudah dimana semakin padat suatu ruangan maka potensi penyebaran penyakit semakin besar (Syani, 2015).

Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika di Kota Semarang, curah hujan dibagi dalam beberapa kriteria yaitu rendah (1-100mm), menengah (101-300mm), tinggi (301-500), dan sangat tinggi (>500mm). Kota Semarang pada periode tahun 2013-2018 memiliki rata-rata curah hujan sebesar 200,9 mm (curah hujan menengah) sehingga hal ini menjadi sebab curah hujan kurang berpengaruh terhadap kejadian pneumonia di Kota Semarang.

Dilihat dari grafik perbandingan diatas, angka kejadian pneumonia tertinggi yaitu 2.355



Grafik 3. Perbandingan Kejadian Pneumonia Balita dengan Curah Hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018

kejadian terjadi pada bulan Oktober tahun 2015 ketika curah hujan tercatat sebesar 0 mm dan angka kejadian terendah yaitu 134 kejadian terjadi pada bulan Juli tahun 2014 ketika curah hujan tercatat sebesar 185 mm. Curah hujan tertinggi di Kota Semarang selama periode tahun 2013-2018 terjadi pada bulan Januari tahun 2014 sebesar 736 mm dengan angka kejadian pneumonia sebanyak 395 kejadian. Sedangkan curah hujan terendah sebesar 0 mm terjadi pada bulan September 2015 dan bulan Oktober 2015 dengan angka kejadian pneumonia sebanyak 215 dan 2.355 kejadian.

Koefisien korelasi (r) dari variabel kecepatan angin adalah 0,107 (arah korelasi positif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan meningkat bila kecepatan angin mengalami penurunan. Nilai signifikan (p) sebesar 0,393 ($p > 0,05$), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kecepatan angin dengan kejadian pneumonia selama periode tahun 2013-2018.

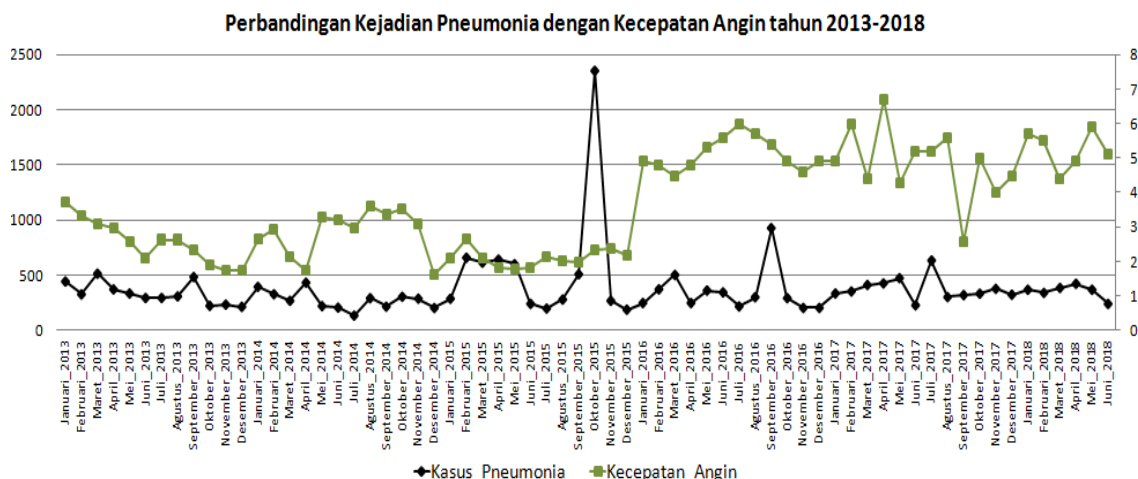
Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Liu, (2016) yang menunjukkan hasil bahwa tidak ada korelasi yang bermakna antara pneumonia dengan kecepatan angin. Meskipun hasil uji statistik dalam penelitian ini menunjukkan tidak adanya hubungan antara kecepatan angin dengan kejadian pneumonia balita, namun secara teori kecepatan angin merupakan faktor

risiko terjadinya pneumonia. Menurut dan Omonijo, (2014) pneumonia merupakan penyakit infeksi saluran pernafasan bagian bawah yang penularannya melalui udara (*airborne diseases*). Persebaran mikroorganisme dan polutan di udara sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin. Pada kecepatan angin yang rendah, mikroorganisme cenderung menetap pada lokasi tertentu dalam waktu yang lebih lama (Pepper, 2011 dalam (Faridl, 2017). Sebaliknya, semakin cepat angin bertiup, maka semakin luas persebarannya sehingga bahan pencemar udara tersebut tidak hanya terkumpul pada satu titik area (Achmadi, 2014).

Berdasarkan grafik perbandingan diatas, angka kejadian pneumonia tertinggi yaitu 2.355 kejadian di bulan Oktober tahun 2015 terjadi ketika kecepatan angin tercatat sebesar 2,35 km/jam dan angka kejadian terendah yaitu 134 kejadian di bulan Juli tahun 2014 terjadi ketika kecepatan angin tercatat sebesar 2,96 km/jam. Kecepatan angin tertinggi di Kota Semarang selama periode tahun 2013-2018 terjadi pada bulan April tahun 2017 dengan kecepatan angin sebesar 6,7 km/jam dan angka kejadian sebanyak 426 kejadian.

Sedangkan kecepatan angin terendah terjadi pada bulan Desember tahun 2014 sebesar 1,63 km/jam dengan angka kejadian pneumonia sebanyak 203 kejadian.

Berdasarkan Tabel 1 hasil perhitungan menggunakan uji *Spearman* menunjukkan



Grafik 4. Perbandingan Kejadian Pneumonia Balita dengan Kecepatan Angin di Kota Semarang tahun 2013-2018

bahwa koefisien korelasi (r) dari variabel konsentrasi NO_x adalah 0,222 (arah korelasi positif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan meningkat bila konsentrasi NO_x meningkat. Nilai signifikansi (p) sebesar 0,048 ($p < 0,05$), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara konsentrasi NO_x selama periode tahun 2013-2017 dengan kejadian pneumonia.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cesar (2015) yang meneliti tentang hubungan antara paparan NO_x dengan kematian yang disebabkan oleh infeksi saluran pernafasan di Brazil yang memperoleh hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara NO_x di rumah sakit dengan kejadian pneumonia pada balita di Sorocaba, Brazil.

Begitu pula pada penelitian ini, konsentrasi NO_x memiliki hubungan yang signifikan dengan angka kejadian pneumonia di Kota Semarang. UNICEF (2016) menyatakan bahwa NO_x memiliki peranan yang penting sebagai salah satu faktor penyebab penyakit pneumonia.

Gas NO_x dalam bentuk NO akan cepat teroksidasi menghasilkan gas NO_2 . Sifat racun yang ditimbulkan oleh gas NO_2 empat kali lebih kuat dari pada gas NO . Paru-paru merupakan organ yang paling peka terhadap keberadaan gas NO_2 . Semakin tinggi konsentrasi NO_x di udara

ambien, maka semakin besar risiko gas NO_x untuk terhirup dan masuk ke paru-paru. Gas NO_x yang masuk ke paru-paru akan membentuk asam nitrit dan asam nitrat yang merusak jaringan mukosa dan menyebabkan iritasi mukosa. Akibatnya, pertahanan tubuh terhadap infeksi bakteri pneumonia semakin menurun sehingga paru-paru mudah terinfeksi oleh agen pneumonia (Sinolungan, 2009).

Variabel konsentrasi SO_x memiliki koefisien korelasi (r) sebesar -0,067 (arah korelasi negatif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan meningkat bila konsentrasi SO_x mengalami penurunan. Nilai signifikan (p) sebesar 0,556 ($p > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara konsentrasi SO_x selama periode tahun 2013-2017 dengan kejadian pneumonia. Hal ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Farisi tahun 2018 yang meneliti tentang pengaruh sulfur oksida pada udara ambien terhadap risiko kejadian pneumonia di Cipayung, Jakarta Timur yang menunjukkan hasil bahwa sulfur oksida berkontribusi terhadap angka kejadian pneumonia pada balita di Cipayung, Jakarta Timur. Gas SO_x yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui paparan inhalasi, dengan sifat gas SO_x yang iritan akan mengiritasi bagian parenkim pada saluran pernafasan. Semakin banyak konsentrasi SO_x yang terhirup, maka semakin luas bagian parenkim yang teriritasi

dan mengalami reaksi inflamasi. Kondisi tersebut dapat mempermudah jalur masuk agen pneumonia.

Tidak adanya hubungan antara konsentrasi SO_x dengan kejadian pneumonia pada balita mungkin disebabkan karena tidak adanya variasi yang signifikan pada grafik konsentrasi SO_x di Kota Semarang. Grafik konsentrasi SO_x di Kota Semarang cenderung memiliki kisaran nilai yang relatif sama dan stabil, sehingga analisis hubungan menunjukkan hubungan yang tidak bermakna.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Istirokhatun (2016) mengenai pengaruh kondisi meteorologi terhadap konsentrasi pencemar SO_x di Kota Semarang didapatkan hasil bahwa faktor kecepatan dan arah angin memiliki pengaruh yang paling besar terhadap konsentrasi SO_x di Kota Semarang. Selain itu, gas SO_x mudah terdegradasi dan mengalami perubahan di lingkungan saat terbawa angin (Achmadi, 2014). Akibatnya konsentrasi SO_x kurang berpengaruh terhadap angka kejadian pneumonia di Kota Semarang.

Berdasarkan Tabel 1 hasil perhitungan menggunakan uji *Spearman* menunjukkan bahwa koefisien korelasi (r) dari variabel konsentrasi CO adalah 0,245 (arah korelasi positif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan meningkat jika konsentrasi CO mengalami peningkatan. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai signifikansi (p) sebesar 0,029 (p<0,05), yang berarti ada hubungan yang bermakna antara kejadian pneumonia dengan konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2017.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Tuan (2015) yang meneliti tentang studi ekologi time series polusi udara dan pneumonia pada balita di Roma yang menunjukkan hasil bahwa terdapat hubungan antara peningkatan CO dan O₃ dengan kejadian pneumonia di Roma. Paparan karbon monoksida dalam jangka waktu yang lama akan merusak dinding mukosa trakea yang dilapisi oleh silia. Silia merupakan salah satu barier pertahanan dalam saluran pernafasan yang memiliki fungsi proteksi

terhadap alergen, bakteri, serta bahan iritan. Adanya kerusakan pada silia menyebabkan terjadinya penurunan fungsi silia, sehingga bakteri, alergen, serta bahan iritan seperti karbon monoksida lebih mudah masuk ke dalam alveoli. Akibatnya, terjadi reaksi inflamasi pada alveoli yang menyebabkan alveoli terisi cairan dan tidak dapat berfungsi seperti seharusnya (pneumonia) (Rivanda, 2015).

Variabel konsentrasi debu memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,073 (arah korelasi negatif), yang artinya jumlah kejadian pneumonia akan meningkat bila konsentrasi debu mengalami penurunan. Nilai signifikan (p) sebesar 0,521 (p>0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara konsentrasi debu selama periode tahun 2013-2017 dengan kejadian pneumonia.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Fahimah (2014) yang meneliti tentang kualitas udara dengan kejadian pneumonia pada balita di Kota Cimahi yang menunjukkan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara debu partikulat (*PM*₁₀ dan *PM*_{2,5}) dengan angka kejadian pneumonia pada balita di Kota Cimahi. *PM*₁₀ dan *PM*_{2,5} merupakan debu partikulat yang terutama dihasilkan oleh kendaraan bermotor. *PM*₁₀ dan *PM*_{2,5} dikategorikan sebagai RPM (*Respirable Particulate Matter*) yang dapat masuk hingga ke sistem pernafasan bagian bawah (alveoli) yang dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan sehingga fungsi mukosilier dalam mencegah masuknya kuman menjadi berkurang. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi pertahanan tubuh sehingga tubuh rentan terinfeksi agen penyakit pneumonia. Hal tersebut yang menyebabkan keberadaan *PM*₁₀ dan *PM*_{2,5} merupakan faktor yang mempengaruhi munculnya penyakit pneumonia (Muziansyah, 2015).

Ukuran partikel (debu) yang masuk ke dalam paru-paru akan menentukan letak pengendapan suatu partikel. Kemenkes mengkisarkan bahwa ukuran debu yang berbahaya berkisar antara 0,1 sampai 10 mikron, terutama debu dengan ukuran 1-3

mikron yang dapat dengan mudah masuk dan mengendap ke dalam alveoli (Darmawan, 2013). Sedangkan TSP (*Total Suspended Particle*) adalah partikel dengan ukuran diameter 0,1 sampai 100 mikrometer yang mencakup partikel halus fine particle), partikel kasar (coarse particle), dan partikel sangat kasar (supercoarse particle) (Saputra, 2017). Pengukuran TSP yang dilakukan di Kota Semarang tidak dipisahkan menjadi beberapa kategori ukuran partikel lagi, sehingga kondisi tersebut menyebabkan partikel debu kurang berpengaruh terhadap kejadian pneumonia di Kota Semarang mengingat ukuran partikel debu (TSP) yang sangat variatif.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara kelembaban udara, konsentrasi NO_x, dan konsentrasi CO dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang tahun 2013-2018; dan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara suhu udara, curah hujan, kecepatan angin, konsentrasi SO_x, dan konsentrasi debu dengan kejadian pneumonia pada balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.

Pada penelitian ini belum meneliti variabel demografi, maka saran bagi peneliti selanjutnya adalah menggunakan variabel demografi. Data yang digunakan dalam penelitian selanjutnya disarankan menggunakan rentang waktu yang lebih panjang, misalnya 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. 2014. *Dasar-dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Jakarta: Rajawali Pers
- Ayres, J.G., Forsberg, B., Annesi-Maesano, Dey, R., Ebi, K.L., Helms, P.J., Medina-Ramon, M., Windt, M., & Forastiere, F. 2009. Climate Change and Respiratory Disease : European Respiratory Society Position Statement. *European Respiratory Journal*, 34(2): 295–302
- Cahyadi, W., Achmad, B., Suhartono, E., & Razie, F. 2016. Pengaruh Faktor Meteorologis dan Konsentrasi Partikulat (PM10) terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut ISPA (Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). *EnviroScienteeae*, 12(3): 302–311
- Cesar, A.C.G., Jr., J.A. Carvalho, & Nascimento, L. F. 2015. Association Between NO_x Exposure and Deaths Caused by Respiratory Diseases in a Medium-Sized Brazilian City. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 12(48): 1130–1135
- Darmawan, A. 2013. Penyakit Sistem Respirasi Akibat Kerja. *JMJ*, 1(1): 68–83
- Darmawati, A. T., Sunarsih, E., & Trisnaini, I. 2016. Hubungan Faktor Kondisi Fisik Rumah dan Perilaku dengan Insiden Pneumonia pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Yosomulyo Kota Metro. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 1(7): 6–13
- Dewiningsih, U. 2018. Faktor Lingkungan dan Perilaku Kejadian Pnuemonia Balita Usia 12-59 Bulan. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 3(2): 453–464
- Fahimah, R., Kusumowardani, E., & Susanna, D. 2014. Kualitas Udara dengan Kejadian Pneumonia Anak Bawah Lima Tahun (di Pyskesmas Cimahi Selatan dan Leuwi Gajah Kota Cimahi). *Makara Journal Health Research*, 18(1): 25–33
- Faridl, M. T., Sheila Widia, Stephanie, R., Fitriani, Y., Adrianto, B., & Kriswantoro, J. A. 2017. Perbandingan Jumlah dan Keberagaman Koloni Bakteri Udara di Tempat Tinggal Mayoritas Mahasiswa ITB (Tubagus Ismail, Cisitu, Dago Asri, dan Plesiran). *Mikrobiologi*, 1–12
- Istirokhatun, T., Agustini, I. T., & S. 2016. Investigasi Pengaruh Kondisi Lalu Lintas dan Aspek Meteorologi terhadap Konsentrasi Pencemar SO₂ di Kota Semarang. *Jurnal Presipitasi*, 13(1): 21–27
- Jenko, Z. & J. 2012. The Effects of Particulate Matter Air Pollution on Respiratory Health and on the Cardiovascular System. *Review Article*, 51 : 190–199
- John. 2017. *Save the Children: Fighting for Breath*. London: Park Communications
- Liu, Y., Liu, J., Chen, F., Shamsi, B. H., Wang, Q., Jiao, F., Qiao, Y., & Shi, Y. 2016. Impact of Meteorological Factors on Lower Respiratory Tract Infections in Children. *Journal of International Medical Research*, 1(44) : 30–41
- Mahalastrri, N. N. 2014. Hubungan Antara Pencemaran Udara Dalam Ruangan dengan

- Kejadian Pneumonia Balita. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 2(3): 392–403
- Mirsaeidi, M., Motahari, H., Khamesi, M. T., Sharifi, A., Campos, M., & Schraufnagel, D. E. 2016. Climate Change and Respiratory Infection. *AnnalsATS*, 13(8): 1223–1230
- Muziansyah, D., Sulistyorini, R., & Sebayang, S. 2015. Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung). *JRSDD*, 3(1): 57–70
- Omonijo, A. G., & Matzarakis, A. 2014. Pneumonia Occurrence in Relation to Population and Thermal Environment in Ondo State, Nigeria. *The African Review of Physics*, 64(9): 511–525
- Onozuka, D., Hashizume, M., & Hagihara, A. 2009. Impact of Weather on Mycoplasma Pneumoniae Pneumonia. *Thorax*, 64: 507–511
- Rivanda, A. 2015. Pengaruh Paparan Karbon Monoksida terhadap Daya Konduksi Trakea. *Majority*, 4(8): 153–160
- Ruslinda, Y., Gunawan, H., Goembira, F., & Wulandari, S. 2016. Pengaruh Jumlah Kendaraan Berbahan Bakar Bensin Terhadap Konsentrasi Timbal (Pb) di Udara Ambien Jalan Raya Kota Padang. *Seminar nasional sains dan teknologi lingkungan II*, 2541–3880: 162–167
- Sakti, E. S. 2012. *Tinjauan Tentang Kualitas Udara ambien (NO₂, SO₂, Total Suspended Particulate) terhadap Kejadian ISPA di Kota Bekasi tahun 2004-2011*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Saputra, A. D. 2017. *Hubungan Paparan Partikel Debu Terhirup (PM₁₀) terhadap Keluhan Asma pada Masyarakat Berisiko di Sekitar Terminal Antar Kota Antar Provinsi (AKAP) Kota Palembang tahun 2016*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Sari, E.L., Suhartono; & Joko, T. 2014. Hubungan antara Kondisi Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Pati I kabupaten Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(2) : 56–61
- Sinolungan, J. S. V. 2009. Dampak Polusi Partikel Debu dan Gas Kendaraan Bermotor pada Volume dan Kapasitas Paru. *Jurnal Biomedik*, 2(1) : 65–80
- Syani, F.E., Budiyono., & Mursid, R. 2015. Hubungan Faktor Risiko Lingkungan terhadap Kejadian Penyakit Pneumonia Balita dengan Pendekatan Analisis Spasial di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(3): 732–744
- Tasci, S.S.; Kavalci, C.;B& Kayipman, A. E. 2018. Relationship of Meteorological and Air Pollution Parameters with Pneumonia in Elderly Patients. *Research Article of Emergency Medicine International*, 2018 : 1–9
- Tuan, T.S.; Venancio, T.S.; & Nascimento, L. F. C. 2015. Air Pollutants and Hospitalization due to Pneumonia Among Children. An Ecological Time Series Study. *Sao Paulo Medicine Journal*, 5(133) : 418–413
- UNICEF. 2016. *One is too many : Ending Child Deaths from Pneumonia and Diarrhoea*. New York: UNICEF