

HUBUNGAN KONSENTRASI *SUSPENDED PARTICULATE MATTER* (SPM) UDARA AMBIEN DAN KONDISI CUACA DENGAN ANGKA KEJADIAN ASMA DI KECAMATAN SEMARANG BARAT TAHUN 2015-2017

Esti Nurmala, Budiyo, Suhartono

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro

Email : estinurmala1234@gmail.com

ABSTRACT

West Semarang district is one areas that has quite high asthma incidences aged 45-65 years old in 2017 with prevalence of 10,9 per thousand population. The weather changes have an effect on asthma and spread of pollutants in the air. Suspended Particulate Matter (SPM) is one of air pollutions can cause asthma attack by increasing airway reactivity. The study aimed to analyze the relationship between concentration of SPM and weather conditions with the asthma incidences aged 45-65 years old in West Semarang district during 2015-2017. This research was an observational analytic approach with time-based ecological design. Data of SPM and weather conditions were obtained from the Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics (BMKG) Semarang, at the station of taking in Klimatologi Kelas I Semarang. Data of asthma incidences were obtained from all primary health care in administrative area of West Semarang district. The results showed that the average SPM during 2015-2017 was 152,76 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; temperature was 28,23°C; humidity was 77%; rainfall was 194,72mm/month; wind speed was 5,44 km/hour. The correlation test results between SPM with asthma incidences ($p=0,558$, $r=0,101$); temperature with asthma incidences ($p=0,323$, $r=-0,196$); humidity with asthma incidences ($p=0,540$, $r=0,106$); and rainfall with asthma incidences ($p=0,596$, $r=0,091$). The research concluded that there was no significant correlation between SPM and weather conditions with asthma incidences aged 45-65 years old.

Keywords : SPM, asthma, weather

PENDAHULUAN

Asma adalah suatu keadaan adanya gangguan pada sistem pernapasan yang disebabkan oleh menebalnya dinding saluran napas, tersumbatnya saluran napas oleh sekresi berlebihan mukus kental, hiperresponsivitas saluran napas.¹ Berdasarkan data *World Health*

Organization (WHO) terdapat 235 juta orang diseluruh dunia menderita asma dan 383 ribu orang meninggal dunia akibat asma pada tahun 2015.²

Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 menunjukkan prevalensi asma di Indonesia sebesar 4,5%.³ Kecamatan Semarang Barat

merupakan salah satu kecamatan di Kota Semarang yang memiliki angka kejadian asma nomor dua tertinggi pada tahun 2017 dengan prevalensi sebesar 4,1 per seribu penduduk. Dari data tersebut juga dite-mukan bahwa penyakit asma dominan pada usia 45-65 tahun dengan prevalensi sebesar 10,9 per seribu penduduk.⁴

Asma merupakan salah satu penyakit yang berhubungan dengan kualitas udara yang dihirup. *Suspended Particulate matter* (SPM) merupakan salah satu zat pencemar udara berupa partikel berbentuk padat dan cair dengan diameter mulai dari <1 mikron sampai dengan 100 mikron dan lebih besar. Partikel ini mengandung zat padat mikroskopis yang sangat kecil sehingga dapat dihirup dan menyebabkan masalah kesehatan yang serius, salah satunya yaitu asma.⁶ Penelitian yang dilakukan oleh Young Mt tahun 2014 menemukan bahwa terdapat hubungan antara asma dengan konsentrasi *particulate matter* ($p=0,059$).⁷

Di Indonesia, pencemaran udara sebagian besar berasal dari aktivitas di bidang industri sektor transportasi. Sekitar 60-70% gas buang kendaraan bermotor berkontribusi dalam pencemaran udara. Semarang sebagai salah satu kota besar di Indonesia memiliki karakteristik penduduk yang heterogen, mobilitas tinggi, dan pertumbuhan kendaraan bermotor yang tinggi, sehingga menyebabkan udara ambien tercemar dan menurunkan kualitas udara.

Data hasil pengukuran kualitas udara ambien yang dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Semarang di Stasiun Klimatologi Kelas I Semarang, menunjukkan konsentrasi SPM dari

tahun 2015-2017 masih ada yang melebihi baku mutu ($230 \mu\text{g}/\text{m}^3$) yaitu bulan September 2015, Agustus 2017, dan September 2017 dengan interval $230,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sampai $243,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$.⁸

Perubahan cuaca seperti curah hujan, suhu udara, dan kelembaban udara, dapat berpengaruh terhadap asma. Adanya perubahan tekanan atmosfer dan suhu dapat memperburuk serangan asma seperti sesak napas dan sekresi mukus yang berlebihan.⁹ Studi di Busan tahun 2017, menunjukkan bahwa *particulate matter* dan faktor meteorologi berpengaruh terhadap kejadian asma, terutama pada anak-anak dan orang tua.¹⁰

Berdasarkan data dari BMKG Kota Semarang dari tahun 2015-2017 rata-rata kelembaban udara sebesar 77% per tahun. Rata-rata curah hujan sebesar 194,72 mm/tahun. Sedangkan untuk rata-rata suhu udara tahunan sebesar $25,6^\circ\text{C}$.¹¹

Pemilihan wilayah dan sampel tersebut dipilih dengan pertimbangan berdasarkan proporsi angka kejadian asma dan berdasarkan kelengkapan data. Disamping itu, terdapat dan terjangkau dengan stasiun pemantau iklim dan kualitas udara berupa SPM, serta mempertim-bangkan sensitifitas pemantau kualitas udara yang mampu menangkap pencemar udara sampai sejauh radius 5 km.¹²

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *obsevational* analitik, dengan desain penelitian studi ekologi berdasarkan waktu. Hasil didapat dari pengukuran variabel dan dianalisis dengan uji korelasi guna mengetahui hubungan antara variabel. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penduduk di Kecamatan Semarang

Barat yang memiliki riwayat penyakit asma. Sedangkan sampel yang diambil yaitu penduduk usia 45-65 tahun yang menderita penyakit asma yang tercatat di puskesmas di wilayah administrasi Kecamatan Semarang Barat tahun 2015-2017. Dengan kondisi cuaca dan konsentrasi SPM yang tercatat pada data BMKG Kota Semarang pada tahun yang sama, dengan titik pengambilan di Stasiun Klimatolgi Kelas I Semarang dengan jangkauan ± 5 km.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi SPM dan kondisi cuaca berupa suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah angka kejadian asma. Data penelitian ini bersumber dari laporan bulanan BMKG Kota Semarang dan Dinas Kesehatan Kota Semarang, serta seluruh puskesmas di wilayah administrasi Kecamatan Semarang Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyakit asma di Kota Semarang merupakan salah satu jenis penyakit yang selalu terjadi dengan jumlah kasus yang mengalami fluktuasi. Berdasarkan data sub bagian PTM di seluruh puskesmas di Kecamatan Semarang Barat, kejadian asma dominan di wilayah Kecamatan Semarang Barat yaitu usia 45-65 tahun. Jumlah kejadian asma usia 45-65 tahun di wilayah administrasi Kecamatan Semarang Barat pada tahun 2015-2017 cenderung fluktuasi. Pada tahun 2015, angka kejadian asma sebanyak 669 penderita, kemudian menurun pada tahun 2016 sebanyak 504 penderita, kemudian naik kembali pada tahun 2017 sebanyak 534 penderita.⁴

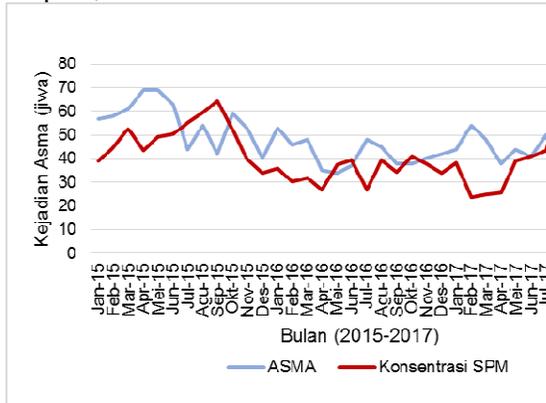
1. Hubungan Konsentrasi SPM dengan Angka Kejadian Asma Usia 45-65 Tahun

Udara yang dihirup oleh manusia tidak akan pernah bersih tetapi selalu mengandung partikel-partikel asing, sehingga jika konsentrasinya terlalu tinggi dapat menyebabkan kualitas udara berkurang. Secara teori, SPM berukuran kurang dari 10 mikron dapat terhirup masuk dan mengendap di saluran pernapasan, sehingga menyebabkan *oedema mukosa* dinding saluran pernapasan serta pengeluaran cairan mukosa yang berlebih dan terjadi penyempitan saluran.¹³ Sehingga, menimbulkan peradangan dan mening-katkan ketebalan dinding saluran bronkiolus serta memperkecil saluran aliran udara dan mengakibatkan serangan asma.

Namun, hasil penelitian ini tidak ditemukan hubungan antara konsentrasi SPM udara ambien dengan angka kejadian asma usia 45-65 tahun dengan nilai $p=0,568$ dan nilai koefisien korelasi $r=0,101$ dengan kekuatan hubungan lemah dan berarah positif (searah). Adanya peningkatan konsen-trasi SPM, akan diikuti dengan pening-katan angka kejadian asma usia 45-65 tahun. Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 1.1. Pada bulan Oktober 2015 konsentrasi SPM sebesar $195,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ menurun menjadi $149,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di bulan November 2015, kemudian diikuti dengan penurunan angka kejadian asma dari 59 kasus di bulan Oktober 2015 menjadi 53 kasus di bulan November 2015.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Toshikazu Abe (2009) yang dilakukan di Jepang dengan analisis

korelasi *pearson* bahwa tidak ditemukan hubungan antara SPM dengan penyakit asma pada usia dewasa dengan nilai $r=-0,064$ dan $p=0,226$.¹⁴



Gambar 1. 1 Distribusi Konsentrasi SPM dengan Angka Kejadian Asma

Tidak adanya hubungan yang tidak bermakna ini diduga karena pengaruh dari ukuran partikel, lama paparan serta frekuensi paparan dari partikel tersebut. Ukuran partikulat yang dapat menyebabkan asma adalah kurang dari 10 mikron. Sedangkan SPM memiliki ukuran <1 mikron sampai 100 mikron lebih, ukuran tersebut masih terlalu besar dan kurang spesifik untuk menyebabkan asma.⁶ Selain itu, asma merupakan reaksi alergi yang muncul dengan segera (dalam satu hari) namun pada beberapa orang reaksi asma dapat terjadi secara lambat. Sehingga setiap individu dalam populasi penderita asma di Kecamatan Semarang Barat belum tentu mempunyai reaksi alergi yang cepat terhadap SPM.

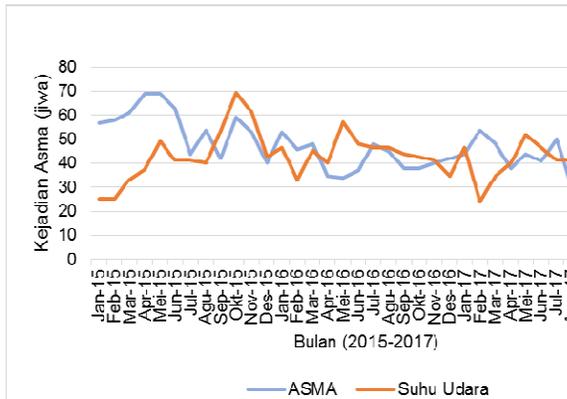
2. Hubungan Suhu Udara dengan Angka Kejadian Asma Usia 45-65 Tahun

Suhu udara, dapat mempengaruhi fungsi pernapasan

baik secara langsung maupun tidak langsung. Udara dingin dapat mencetuskan serangan asma dengan cara meningkatkan hiperrespon-sivitas saluran napas yang menyebabkan penyempitan di saluran pernapasan dan menimbulkan gejala sesak napas dan mengi. Suhu udara yang panas, dapat menyebabkan saluran udara menyempit, sehingga menyebabkan batuk dan sesak napas. Selain itu, suhu udara yang tinggi juga berkaitan dengan adanya tingkat paparan alergen berupa peningkatan polutan dan jamur di udara, dimana keduanya merupakan faktor pencetus terjadinya asma apabila terhirup dan masuk kedalam saluran pernapasan manusia.^{15,16}

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara suhu udara dengan angka kejadian asma usia 45-65 tahun dengan nilai $p=0,323$ dan nilai koefisien korelasi $r=-0,196$ dengan kekuatan hubungan yang lemah dan berarah negatif. Adanya peningkatan suhu udara akan diikuti dengan penurunan angka kejadian asma.

Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 1.2 dimana pada bulan Agustus 2015 suhu udara sebesar 28°C meningkat menjadi 29°C , akan tetapi angka kejadian asma menurun dari 54 kasus menjadi 42 kasus pada bulan September 2015. Pada bulan Januari 2017 juga menunjukkan adanya penurunan suhu udara sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $26,8^{\circ}\text{C}$, namun terjadi peningkatan pada angka kejadian asma usia 45-65 tahun yaitu 44 kasus menjadi 54 kasus pada bulan Februari tahun 2017.



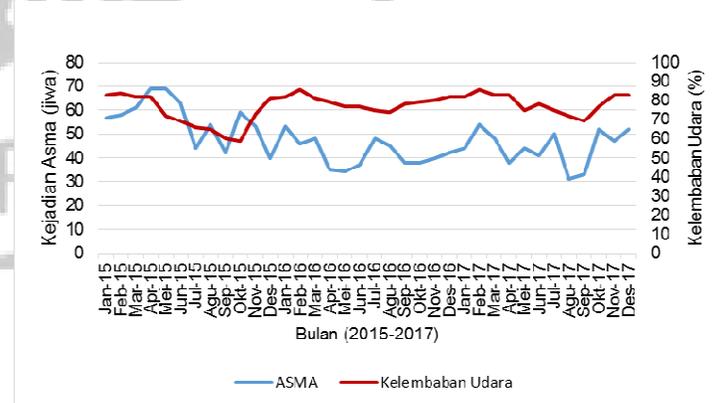
Gambar 1.2 Distribusi Suhu Udara dengan Angka Kejadian Asma

Penelitian ini sejalan dengan Rani Novianis (2016) di Kota Semarang dimana tidak terdapat hubungan yang antara suhu udara dengan kejadian asma dan memiliki korelasi negatif lemah ($p=0,251$ dan $r=-0,151$).¹⁷ Dalam penelitian ini, tidak ditemukan hubungan antara suhu udara dengan kejadian asma di Kecamatan Semarang Barat disebabkan karena adanya faktor lain. Salah satu faktor yang menyebabkan asma yaitu adanya alergen misalnya tungau debu. Tungau debu yang masuk kedalam saluran pernapasan akan mengeluarkan feses yang dilapisi protein pada setiap butir partikelnya yang akan menyebabkan reaksi alergi bagi penderita asma. Tungau debu memiliki ukuran 0,1 – 0,3 mm dan lebar kurang lebih 0,2 mm yang biasanya terdapat di tempat-tempat dengan suhu 25°C.⁹ Dikarenakan rata-rata suhu udara Kecamatan Semarang Barat sebesar 28,23°C, sehingga suhu udara tidak mempengaruhi pertumbuhan tungau debu yang dapat menyebabkan asma.

3. Hubungan Kelembaban Udara dengan Angka Kejadian Asma Usia 45-65 Tahun

Menurut *Asthma Allergy Foundation of America* (AAFA), udara yang lembab cenderung lebih berat dan lebih sulit untuk bernapas. Akibatnya, ketika udara lebih sulit untuk bernapas, suhu tubuh akan naik, dan menyebabkan berkeringat sehingga menyebabkan dehidrasi, dimana dapat membuat seseorang bernapas lebih cepat. Hal inilah yang dapat memicu terjadinya gejala asma.¹⁸

Hasil analisis korelasi antara kelembaban udara dengan angka kejadian asma usia 45-65 menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan dengan nilai $p=0,540$. Sedangkan nilai koefisien korelasi $r=0,106$ yang menandakan hubungan yang lemah dan berarah positif, berarti ketika terjadi peningkatan kelembaban udara maka diikuti dengan peningkatan kasus asma begitu pula sebaliknya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.3, pada bulan September 2016 hingga Maret 2017 peningkatan kelembaban udara diiringi dengan adanya peningkatan angka kejadian asma usia 45-65 tahun.



Gambar 1.2 Distribusi Kelembaban Udara dengan Angka Kejadian Asma

Hasil penelitian ini sejalan dengan Rani di Kota Semarang pada tahun 2016, menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kelembaban udara dengan kejadian asma dengan nilai $r=0,146$ dan nilai $p=0,264$.¹⁷ Namun, penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Petrescu di Romania ditemukan korelasi *spearman* kuat antara kelembaban udara relatif dengan kejadian asma pada kelompok umur 15-64 tahun ($\rho=-0,850$ dan $p=0,007$).¹⁹

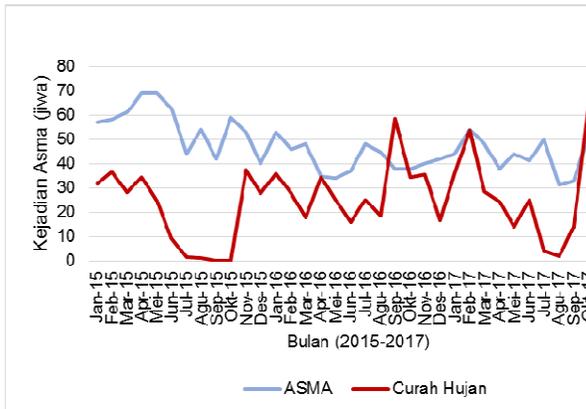
Kelembaban udara relatif dapat mempengaruhi sensitivitas asma. Makin tinggi kelembaban relatif, makin sensitif seseorang yang memiliki asma karena pajanan terhadap alergen seperti debu, pollen, atau jamur sehingga dapat memicu terjadinya serangan asma. Kecamatan Semarang Barat memiliki rata-rata kelembaban udara selama tahun 2015-2017 yang cukup tinggi yaitu sebesar 77%. Namun, dengan nilai kelembaban udara yang cukup tinggi ini tidak ditemukan hubungan yang signifikan dengan angka kejadian asma. Hal dipengaruhi oleh kondisi geografis Indonesia, dimana Indonesia merupakan negara tropis yang hanya memiliki dua musim, tidak seperti negara lain yang memiliki empat musim sehingga kelembaban di Indonesia kurang variatif dan rata-rata kenaikan atau penurunannya setiap bulan hanya berbeda sedikit tidak mencapai 5%.

4. Hubungan Curah Hujan dengan Angka Kejadian Asma Usia 45-65 Tahun

Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan kadar spora jamur dan serbuk bunga di udara. Sehingga dapat memicu timbulnya serangan asma apabila kedua alergen tersebut terhirup. Selain itu, curah hujan yang tinggi akan membuat rumah menjadi lembab sehingga menjadikan sanitasi dan sirkulasi udara yang kurang baik dan dapat menimbulkan penyakit asma.¹⁷

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara curah hujan dengan angka kejadian asma usai 45-65 tahun di Kecamatan Semarang Barat sepanjang tahun 2015-2017 dengan nilai $p=0,595$ dan $r=0,091$ dengan kekuatan hubungan yang lemah dan berarah positif. Adanya peningkatan curah hujan akan diikuti dengan peningkatan angka kejadian asma usia 45-65 tahun.

Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.4, pada bulan Januari 2017 dimana curah hujan sebesar 269 mm meningkat menjadi 404 mm pada bulan Februari 2017 diiringi dengan angka kejadian asma usia 45-65 tahun yang meningkat pula dari 44 menjadi 54 kasus di bulan Februari 2017. Hal ini juga terjadi pada bulan April 2015 hingga bulan Juli 2015, adanya penurunan curah hujan diikuti dengan penurunan angka kejadian asma usia 45-65 tahun.



Gambar 1.4 Distribusi Curah Hujan dengan Angka Kejadian Asma

Hasil penelitian ini sejalan dengan Rani N di Kota Semarang pada tahun 2016 dengan analisis korelasi *pearson* bahwa tidak ditemukan hubungan antara curah hujan dengan penyakit asma dengan nilai $r=0,118$ dan $p=0,369$.¹⁷

Menurut BMKG Kota Semarang, curah hujan dikatakan tinggi apabila kadar curah hujan sebesar 301-400 mm.¹¹ Curah hujan di Kecamatan Semarang Barat selama tahun 2015-2017 memiliki rata-rata sebesar 194,72 mm/bulan. Rata-rata curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2017 yaitu sebesar 222,5 mm/bulan sedangkan rata-rata curah hujan terendah terjadi pada tahun 2015 yaitu sebesar 145,66 mm/bulan.

Berdasarkan data tersebut, maka Kecamatan Semarang Barat memiliki rata-rata curah hujan yang menengah, sehingga hal ini menjadi alasan bahwa curah hujan kurang berpengaruh terhadap kasus asma usia 45-65 tahun di Kecamatan Semarang Barat.

KESIMPULAN

Tidak ada hubungan antara angka kejadian asma usia 45-65 tahun dengan konsentrasi SPM dan kondisi cuaca berupa suhu udara, kelembaban udara, dan curah hujan di Kecamatan Semarang Barat.

SARAN

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagi Dinas Kesehatan Kota Semarang dan Puskesmas, perlu dilakukan *cross-check* setiap bulannya mengenai validasi data dari kedua belah pihak (Puskesmas dan Dinas Kesehatan Kota Semarang). Agar data yang ditampilkan sesuai dengan harapan.
2. Bagi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Semarang
 - Dibutuhkan penambahan alat kualitas udara lain sesuai jangkauan sehingga dapat menyajikan hasil sesuai dengan kondisi sebenarnya. Selain itu, sebaiknya mengadakan kerjasama dengan Balai lingkungan Hidup Kota Semarang dalam pengukuran kualitas udara sehingga dapat saling melengkapi peralatan dan data, sehingga data kualitas udara yang dibutuhkan dapat terisi lengkap.
3. Bagi Peneliti Lain
 - a. Dilakukan pengukuran paparan debu terhirup per subjek populasi sehingga data konsentrasi SPM lebih valid dan akurat dalam menggambarkan paparan polutan pada populasi subjek tersebut.
 - b. Untuk variabel konsentrasi SPM dijelaskan lebih spesifik ukuran partikulat yang diteliti, misalnya

PM₁₀ atau PM_{2.5}, sebab ukuran partikulat yang dapat menimbulkan asma yaitu mencapai 10 µm.

- c. Pada penelitian lanjutan sebaiknya dilakukan dalam kurun waktu yang lebih panjang dari 3 tahun, misalnya 5 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Canadian Lung Association. Asthma: asthma treatment. Ottawa. <http://www.lung.ca/lung-health/lung-disease/asthma/treatment>. Published 2015. Diakses April 1, 2018.
- World Health Organization (WHO). Asthma. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs307/en/>. Published 2017. Diakses Maret 25, 2018.
- Kementerian Kesehatan RI. *Riset Kesehatan Dasar Republik Indonesia 2013*. Semarang: Lembaga Penerbitan Badan Litbangkes; 2013.
- Profil Kesehatan Kecamatan Semarang Barat (Puskesmas Ngemplak Simongan, Lebdosari, Karangayu, Manyaran dan Krobokan) tahun 2015-2017.
- Ustün, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing Disease Through Healthy Environments: A global assessment of the burden of disease from environmental risks. 2016:1–147.
- U.S Environmental Protection Agency. *Integrated Sampling Of Suspended Particulate Matter (SPM) In Ambient Air*. Washington, DC; 1999.
- Young MT, Sandler DP, DeRoo LA, Vedal S, Kaufman JD, London SJ. Ambient air pollution exposure and incident adult asthma in a nationwide cohort of U.S. women. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190(8):914–921. doi:10.1164/rccm.201403-0525OC
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. *Data Konsentrasi SPM Stasiun Klimatologi Semarang tahun 2015-2017*. Semarang
- Ramailah S. *Asma: mengetahui penyebab, gejala dan cara penanggulangannya*. Jakarta: Gramedia; 2006.
- Jo E-J, Lee W-S, Jo H-Y, et al. Effects of particulate matter on respiratory disease and the impact of meteorological factors in Busan, Korea. *Respir Med*. 2017;124:79–87.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. *Data Iklim Stasiun Klimatologi Semarang tahun 2015-2017*.
- Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup. *Air Quality Monitoring 2003*. Jakarta: KLH; 2003.
- Halim D. *Ilmu Penyakit Paru*. Jakarta: Hipokrates; 2000.
- Abe T, Tokuda Y, Ohde S, Ishimatsu S, Nakamura T, Birrer RB. The relationship of short-term air pollution and weather to ED visits for asthma in Japan. *Am J Emerg Med*. 2009;27(2):153–159. doi:10.1016/j.ajem.2008.01.013
- Hales S, Lewis S, Slater T, Crane J, Pearce N. Prevalence of adult asthma symptoms in relation to climate in New Zealand. *Env Heal Perspect*. 1998;106(9):607–610. doi:10.1289/ehp.98106607
- Asthma UK. Have you noticed that a sudden change in weather can trigger your asthma symptoms?

- <https://www.asthma.org.uk/advice/riggers/weather/>. Published 2018. Diakses September 6, 2018.
17. Novianis RS R. Hubungan Antara Variasi Iklim dengan Kejadian Asma di Kota Semarang Tahun 2011-2015 (Studi Kasus di Wilayah Kerja Puskesmas Bandarharjo Kota Semarang). *J Kesehat Masy.* 2016;4:134–141.
 18. Service AC. 3 Ways Humidity Affects Asthma. <https://community.aafa.org/blog/3-ways-humidity-affects-asthma>. Published 2018. Diakses Agustus 12, 2018.
 19. Petrescu, et al. Respiratory Health Effect of Air Pollution with Particle and Modification due to Climate Parameters in an Exposed Population: Long and Short term Study. *Int J Energy Environmental Issues.* 2011;1(5).
 20. Yudhawati R. Hubungan Antara Iklim dengan Eksaserbasi Asma. *Bulletin Penelitian RSUD Dr. Soetomo.* jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/11409182185_1411-9498.pdf. Published 2009. Diakses April 20, 2018.