ANALISIS KORELASI FAKTOR METEOROLOGI DAN KUALITAS UDARA DENGAN PNEUMONIA BALITA DI KOTA SEMARANG TAHUN 2013-2018

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Disusun oleh :

Halimah Tri Utami

NIM 6411414122

JURUSAN ILMU KESEHATAN MASYARAKAT

FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas Ilmu Keolahragaan
Universitas Negeri Semarang
Juli 2019

ABSTRAK

Halimah Tri Utami

Analisis Korelasi Faktor Meteorologi dan Kualitas Udara dengan Pneumonia Balita di Kota Semarang tahun 2013-2018

XVIII + 122 halaman + 26 tabel + 31 gambar + 13 lampiran

Pneumonia merupakan penyakit menular yang menjadi penyebab utama dan terbesar dari kematian balita di dunia. Data profil kesehatan indonesia menunjukkan bahwa persentase penemuan kasus pneumonia meningkat selama lima tahun terakhir. Pada tahun 2017 terjadi peningkatan jumlah kasus pneumonia di Kota Semarang. Fenomena perubahan meteorologi dan kualitas udara menyebabkan Kota Semarang rentan terhadap penyakit pneumonia. Tujuan dari penelitian ini adalah 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 menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Semarang, Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, dan BMKG Kota Semarang. Analisis data menggunakan univariat dan bivariat menggunakan uji korelasi *Spearman*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang berhubungan dengan kejadian pneumonia adalah kelembaban udara (p=0,043), NOx (p=0,048), dan CO (p=0,029) dan variabel yang tidak berhubungan dengan kejadian pneumonia balita adalah suhu udara (p=0,722), curah hujan (p=0,329), kecepatan angin (p=0,393), SOx (p=0,556), dan debu (p=0,521) dengan kejadian pneumonia balita.

Simpulan dari penelitian ini adalah terdapat hubungan antara pneumonia balita dengan kelembaban udara, konsentrasi NOx, dan konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2018. Saran penelitian bagi dinas kesehatan untuk lebih mempersiapkan petugas dalam menghadapi bulan yang rawan pneumonia.

Kata Kunci : Pneumonia, Meteorologi, Kualitas Udara, Kota Semarang

Public Health Science Department
Faculty of Sport Science
University of Semarang State
July 2019

ABSTRACT

Halimah Tri Utami
Correlation analysis of meteorological factors and air quality with pneumonia under-five children in Semarang City in 2013-2018.
XVIII + 122 pages + 26 tables + 31 images + 13 attachments

Pneumonia is an infectious disease which is the main and biggest cause of under-five mortality in the world. Indonesia's Health Profile data shows that the percentage of pneumonia cases has increased for five years. In 2017, there was a significant increase in pneumonia cases in Semarang City. The phenomenon of meteorological change and air quality make Semarang City vulnerable to pneumonia. The purpose of this study was todetermine the risk factors associated with the incidence of pneumonia in Semarang City in 2013-2018.

The type of this study was descriptive quantitative with correlation study design. This study used secondary data obtained from Dinas Kesehatan Kota Semarang, Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, and BMKG Kota Semarang. Data analysis used univariate and bivariate using Spearman correlation test.

The result show that there is a relationship between pneumonia with humidity (p=0,043), NOx (p=0,048), and CO (p=0,029). There was no relationship between air temperature (p=0,722), rainfall (p=0,329), wind speed (p=393), SOx (p=0,556), and particulate (p=0,521) with pneumonia.

There is a correlation between pneumonia with humidity, NOx concentration, and CO concentration in Semarang City in 2013-2018. The suggestion of this research is to prepare for the prone months of pneumonia.

Keyword : Pneumonia, Meteorology, Air Quality, Semarang City

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam pustaka.

Semarang, Agustus 2019

METERAI TEMPEL
6000

Halimah Tri Utami
NIM 6411414122

PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul "Analisis korelasi faktor meteorologi dan kualitas udara dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018" yang disusun oleh Halimah Tri Utami, NIM 6411414122 telah disetujui untuk diujikan di hadapan penguji pada Ujian Skripsi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Juni 2019
Pembimbing,

Rudatin Windraswara, ST., M.Sc
NIP 198208112008121004

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Analisis korelasi faktor meteorologi dan kualitas udara dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018" yang disusun oleh Halimah Tri Utami, NIM 6411414122 telah dipertahankan di hadapan penguji pada Ujian Skripsi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang. yang dilaksanakan pada :

hari, tanggal : Senin, 15 Juli 2019

tempat : Ruang Ujian Jurusan IKM B

Panitia Ujian

Ketua,	Sekretaris,
Prof. Dr. Tandiyo Rahayu, M.Pd	Irwan Budiono, S.KM., M.Kes (Epid)
NIP 196103201984032001	NIP197512172005011003

Dewan Penguji	Tanggal
Penguji I	22/7 19
Arum Siwiendrayanti, S.KM., M.Kes.	.....
NIP 198009092005012005	
Penguji II	1/8 19
Drh. Dyah Mahendrasari Sukendra, M.Sc.	.....
NIP 198303092008122001	
Penguji III	2/8 19
Rudatin Windraswara, ST., M.Sc.	.....
NIP 198208112008121004	

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

1. Dahulukan segala urusanmu dengan Allah SWT, niscaya Allah SWT akan mendahulukan segala urusanmu.
2. Tidak apa berjalan lambat, asal jangan berhenti.

Persembahan

Dengan mengucap syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, saya persembahkan Skripsi ini untuk :

1. Kedua orangtua saya, Bapak Esti Budiarto dan Ibu Hari Ambiasni yang saya sayangi.
2. Almamater saya, UNNES

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang bejudul **"Analisis korelasi faktor meteorologi dan kualitas udara dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018"** dapat terselesaikan dengan baik. Penyelesaian skripsi ini dimaksudkan untuk melengkapi persyaratan agar memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. Sehubungan dengan pelaksanaan penelitian sampai penyelesaian skripsi ini, dengan rendah hati disampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Prof. Dr. Tandyo Rahayu, MPd., atas izin penelitian yang diberikan.
2. Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Dr. Setya Rahayu, M.S., atas izin penelitian yang diberikan.
3. Ketua Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Bapak Irwan Budiono S.KM., M.Kes atas persetujuan penelitian.
4. Dosen pembimbing skripsi, Bapak Rudatin Windraswara, S.T, M.Sc., atas bimbingan, arahan, serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dosen Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, atas bekal ilmu yang sudah diberikan selama perkuliahan.

6. Staff Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang atas bantuan yang sudah diberikan selama perkuliahan.
7. Dinas Kesehatan Kota Semarang, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Semarang, Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, Badan Pusat Statistik Kota Semarang, serta Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Semarang, atas izin penelitian yang diberikan.
8. Kedua orangtua, Bapak Esti Budiarto dan Ibu Hari Ambiasni, yang selalu mendukung, mendampingi, memberi motivasi, serta selalu mendoakan yang terbaik sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Seluruh teman seperjuangan di UNNES yang telah berbagi ilmu, pengalaman, dukungan, serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa peneliti dapat sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekuarangan sehungga masukan dan kritikan yang konstruktif sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Semarang, Agustus 2019

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK ii

ABSTRACT iii

PERNYATAAN iv

PERSETUJUAN v

PENGESAHAN vi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN vii

PRAKATA viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR LAMPIRAN xviii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 5

1.2.1 Rumusan Masalah Umum 5

1.2.2 Rumusan Masalah Khusus 5

1.3 Tujuan Penelitian 6

1.3.1 Tujuan Umum 6

1.3.2 Tujuan Khusus 7

1.4 Manfaat Penelitian 7

1.4.1 Bagi Institusi Kesehatan 7

1.4.2 Bagi Masyarakat 8

1.4.3 Bagi Peneliti 8

1.5 Keaslian Penelitian 8
1.6 Ruang Lingkup Penelitian 10
1.6.1 Ruang Lingkup Tempat 10
1.6.2 Ruang Lingkup Waktu 11
1.6.3 Ruang Lingkup Keilmuan 11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 12
2.1 Landasan Teori 12
2.1.1 ISPA dan Pneumonia.....12
2.1.2 Meteorologi 32
2.1.3 Pencemaran Udara.....38
2.1.4 Pengaruh Faktor Meteorologi dan Kualitas Udara dengan Pneumonia 44
2.2 Kerangka Teori 50
BAB III METODE PENELITIAN..... 51
3.1 Kerangka Konsep 51
3.2 Hipotesis Penelitian 51
3.2.1 Hipotesis Mayor 51
3.2.2 Hipotesis Minor 51
3.3 Jenis dan Rancangan Penelitian.....52
3.4 Definisi Operasional dan Skala Pengukuran Variabel 53
3.5 Populasi dan Sampel Penelitian.....55
3.5.1 Populasi Penelitian 55
3.5.2 Sampel Penelitian 56
3.6 Sumber Data 56
3.7 Instrumen Penelitian dan Teknik Pengambilan Data 57
3.8 Prosedur Penelitian 57

3.8.1 Tahap Pra Penelitian 57
3.8.2 Tahap Penelitian 58
3.8.3 Tahap Pasca Penelitian 58
3.9 Teknik Pengolahan 59
3.10 Teknik Analisis Data 60
3.10.1 Analisis Univariat 60
3.10.2 Analisis Bivariat 60
BAB IV HASIL PENELITIAN 61
4.1 Gambaran Umum 61
4.2 Hasil Penelitian 62
4.2.1 Analisis Univariat 62
4.2.3 Analisis Bivariat 80
BAB V PEMBAHASAN 98
5.1 Pembahasan 98
5.2 Keterbatasan Penelitian 108
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN 109
6.1 Simpulan 109
6.2 Saran 110
DAFTAR PUSTAKA 111

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian 8

Tabel 2. 1 Klasifikasi Meteorologi 32

Tabel 3. 1 Definisi Operasional dan Skala Pengukuran Variabel 53

Tabel 3.2 Interpretasi hasil uji hipotesis berdasarkan kekuatan korelasi, nilai p, dan arah korelasi 60

Tabel 4.1 Distribusi Kejadian Pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2018 .. 63

Tabel 4.2 Distribusi Suhu Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 65

Tabel 4.3 Distribusi Kelembaban Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 66

Tabel 4.4 Distribusi Curah Hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018 68

Tabel 4.5 Distribusi Kecepatan Angin di Kota Semarang tahun 2013-2018 69

Tabel 4.6 Distribusi Jumlah Kejadian Pneumonia pada Balita di Kota Semarang berdasarkan Kecamatan tahun 2013-2017 71

Tabel 4.7 Distribusi Konsentrasi NOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 72

Tabel 4.8 Distribusi Konsentrasi SOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 74

Tabel 4.9 Distribusi Konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2017 76

Tabel 4.10 Distribusi Konsentrasi Debu di Kota Semarang tahun 2013-2017 78

Tabel 4. 11 Hasil uji normalitas variabel kejadian pneumonia dan meteorologi dengan uji kolmogorof-smirnov 79

Tabel 4.12 Hasil uji normalitas variabel kejadian pneumonia dan kualitas udara dengan uji Kolmogorof-Smirnov 79

Tabel 4.13 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Suhu Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 80

Tabel 4.14 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Kelembaban Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 83
Tabel 4.15 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Peumonia dengan Curah Hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018 85
Tabel 4.16 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Kecepatan Angin di Kota Semarang tahun 2013-2014 87
Tabel 4.17 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi NOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 89
Tabel 4.18 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi SOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 91
Tabel 4.19 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2017 93
Tabel 4.21 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi Debu di Kota Semarang tahun 2013-2017 95
Tabel 4.22 Rekapitulasi Hasil Analisis Bivariat antara Kejadian Pneumonia dengan Variabel Meteorologi dan Kualitas Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambaran alveoli pada penderita pneumonia 12

Gambar 2. 2 Patogenesis Pneumonia (Somantri, 2008)..... 15

Gambar 2.3 Patofisiologi Pneumonia (Somantri, 2008) 17

Gambar 2. 4 Kerangka Teori..... 50

Gambar 3. 1 Kerangka Konsep 51

Gambar 4.1 Peta Kota Semarang 61

Gambar 4.2 Jumlah Kejadian Pneumonia pada Balita di Kota Semarang tahun 2013-2018 62

Gambar 4.3 Gambaran Suhu Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 64

Gambar 4.4 Gambaran Kelembaban Udara Kota Semarang tahun 2013-2018 65

Gambar 4.5 Gambaran Curah Hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018..... 67

Gambar 4.6 Gambaran Kecepatan Angin di Kota Semarang tahun 2013-2018 ... 68

Gambar 4.7 Gambaran Kejadian Pneumonia pada Balita di Kota Semarang tahun 2013-2017 70

Gambar 4.8 Gambaran Konsentrasi NOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 ... 71

Gambar 4.9 Gambaran Konsentrasi SOx di Kota Semarang tahun 2013-2017.... 73

Gambar 4.10 Gambaran Konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2017 ... 75

Gambar 4.11 Gambaran Konsentrasi Debu di Kota Semarang pada tahun 2013-2017 77

Gambar 4.12 Grafik Korelasi antara Kejadian Pneumonia Balita dengan Suhu Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018..... 81

Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Suhu Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 82
Gambar 4.14 Grafik Korelasi antara Kejadian Pneumonia Balita dengan Kelembaban Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018 83
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Kelembaban Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018..... 84
Gambar 4.16 Grafik Korelasi antara Kejadian Pneumonia Balita dengan Curah Hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018..... 85
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Curah Hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018 86
Gambar 4.18 Grafik Korelasi antara Kejadian Pneumonia Balita dengan Kecepatan Angin di Kota Semarang tahun 2013-2018 87
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Kecepatan Angin di Kota Semarang tahun 2013-2018 88
Gambar 4.20 Grafik Korelasi antara Kejadian Pneumonia Balita dengan Konsentrasi NOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 89
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi NOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 90
Gambar 4.22 Grafik Korelasi antara Kejadian Pneumonia Balita dengan Konsentrasi SOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 91
Gambar 4.23 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi SOx di Kota Semarang tahun 2013-2017 92

Gambar 4. 24 Hasil Analisis Korelasi Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2017 93
Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2017 94
Gambar 4.26 Grafik Korelasi antara Kejadian Pneumonia Balita dengan Konsentrasi Debu di Kota Semarang tahun 2013-2017..... 96
Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi Debu di Kota Semarang tahun 2013-2017 96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Dosen Pembimbing 113

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian dari Fakultas Ilmu Keolahragaan, UNNES ke Dinas Kesehatan Kota Semarang 114

Lampiran 3. Surat Izin Penelitian dari Fakultas Ilmu Keolahragaan, UNNES ke BMKG Kota Semarang 115

Lampiran 4. Surat Izin Penelitian dari Fakultas Ilmu Keolahragaan, UNNES ke Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang 116

Lampiran 5. Surat Izin Penelitian dari Kesbangpolinmas Kota Semarang..... 117

Lampiran 6. Ethical Clearance 119

Lampiran 7. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian di Dinas Kesehatan Kota Semarang 120

Lampiran 8. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian di Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang..... 121

Lampiran 9. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian di BMKG Kota Semarang..... 122

Lampiran 10. Instrumen Penelitian 159

Lampiran 11. Data Mentah Hasil Penelitian 164

Lampiran 12. Hasil Uji Statistik dengan SPSS 16 169

Lampiran 13. Dokumentasi 179

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Menurut teori Segitiga Epidemiologi (*Epidemiologic Triangle*) yang dikemukakan oleh John Gordon (1950), menyebutkan bahwa timbul atau tidaknya suatu penyakit dipengaruhi oleh tiga faktor utama yakni faktor *agent*, faktor *host*, dan faktor *environment*. Berdasarkan ketiga faktor tersebut, faktor *environment* atau lingkungan merupakan faktor yang berperan besar dalam mempengaruhi status kesehatan. Hubungan dari ketiga faktor tersebut digambarkan sebagai tuas dalam timbangan dengan faktor *environment* sebagai penumpu antara faktor *agent* dan faktor *host* (Noor, 2008). Lingkungan adalah agregat dari seluruh kondisi dan pengaruh luar yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangan suatu mikroorganisme patogen. Lingkungan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu lingkungan fisik, lingkungan biologi, dan lingkungan sosial (Alamsyah & Muliawati, 2013). Lingkungan fisik adalah lingkungan yang terdiri atas benda-benda mati yang berada disekitar manusia. Salah satu lingkungan fisik yang merugikan manusia adalah kondisi iklim yang buruk (Irianto, 2014).

Iklim merupakan bagian dari meteorologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang proses fisika yang terjadi di atmosfer. Iklim sendiri merupakan 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 (Daldjoeni, 2014; Hairiah dkk, 2016; & Kartasapoetra, 2017).

Unsur-unsur cuaca yang meliputi suhu, kelembaban, curah hujan, serta kecepatan angin merupakan salah satu faktor lingkungan fisik yang berisiko mempengaruhi terjadinya penyakit pneumonia (Hairiah dkk, 2016 & Sari dkk, 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 et al, 2018).

Pneumonia merupakan infeksi akut atau peradangan yang mengenai jaringan paru (alveoli) yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme patogen (Kemenkes RI, 2016). 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 & Brooks *et al*, 2010).

Perubahan suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme patogen pneumonia. Misalnya bakteri *Streptococcus pneumoniae* memiliki rentang suhu untuk tumbuh pesat antara 31^oC – 37^oC dan *Mycoplasma pneumoniae* mempunyai kondisi kelembaban yang disukai untuk tumbuh optimal pada kelembaban <25% dan >80% (Liu *et al*, 2016). Selain itu, dilihat dari media penularan penyakit pneumonia yang berupa udara, maka persebarannya juga dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin (Tasci et al, 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 (NOx), sulfur oksida (SOx), serta karbon monoksida (CO) (Ruslinda dkk, 2016). Emisi-emisi tersebut apabila terhirup dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan sehingga risiko terjadinya pneumonia akan meningkat (Mahalastri, 2014 & PMK no.1077 tahun 2011).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fahimah dkk (2014) menunjukkan bahwa ada hubungan antara $PM_{2,5}$ dan PM_{10} dengan kejadian pneumonia pada balita. *Particulate Matter* dapat masuk ke saluran pernafasan hingga ke alveoli, menyebabkan terjadinya 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 (NOx) dan sulfur oksida (SOx). Nitrogen oksida dan sulfur oksida yang terhirup dan masuk ke saluran pernafasan akan mengiritasi saluran pernafasan sehingga potensi infeksi penumonia semakin meningkat (Jenko & Jure, 2012; Somantri, 2008; & Mulia, 2005).

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 kasus (Kemenkes RI, 2016). Data profil kesehatan Indonesia menunjukkan bahwa persentase penemuan kasus pneumonia meningkat selama 5 tahun terakhir dari 23,42% di tahun 2012 menjadi 65,27% di tahun 2016.

Di Provinsi Jawa Tengah, jumlah kasus pneumonia pada balita meningkat dari 36.279 pada tahun 2015 menjadi 59.650 pada tahun 2016 (Kemenkes RI, 2016). Kota Semarang merupakan kota dengan jumlah kasus pneumonia 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 6.984 kasus meningkat dari tahun 2016 yang berjumlah 4.170 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 . Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian antara faktor meteorologi dan kualitas udara dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut :

1.2.1 Rumusan Masalah Umum

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, diketahui rumusan masalah umum dalam penelitian ini, yaitu “Bagaimana korelasi antara faktor meteorologi dan kualitas udara dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018?”

1.2.2 Rumusan Masalah Khusus

Rumusan masalah khusus dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana korelasi antara suhu dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018?

2. Bagaimana korelasi antara kelembaban dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018?
3. Bagaimana korelasi antara curah hujan dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018?
4. Bagaimana korelasi antara kecepatan angin dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018?
5. Bagaimana korelasi antara konsentrasi NO_x (Nitrogen Oksida) dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017?
6. Bagaimana korelasi antara konsentrasi SO_x (Sulfur Oksida) dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017?
7. Bagaimana korelasi antara konsentrasi CO (Karbon Monoksida) dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017?
8. Bagaimana korelasi antara konsentrasi partikel atau debu dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi antara faktor meteorologi dan kualitas udara dengan kejadian pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui korelasi antara suhu dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.
2. Mengetahui korelasi antara kelembaban dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.
3. Mengetahui korelasi antara curah hujan dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.
4. Mengetahui korelasi antara kecepatan angin dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.
5. Mengetahui korelasi antara konsentrasi NO_x (Nitrogen Oksida) dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017.
6. Mengetahui korelasi antara konsentrasi SO_x (Sulfur Oksida) dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017.
7. Mengetahui korelasi antara konsentrasi CO (Karbon Monoksida) dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017.
8. Mengetahui korelasi antara konsentrasi partikel atau debu dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2017.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Institusi Kesehatan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan masukan dan informasi bagi institusi kesehatan sehingga kejadian penyakit pneumonia dapat diantisipasi

lebih cepat. Melakukan promosi kesehatan mengenai pentingnya melakukan pencegahan dan persiapan menghadapi bulan rawan pneumonia.

1.4.2 Bagi Masyarakat

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi bagi masyarakat mengenai pneumonia dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya khususnya dilihat dari faktor meteorologi dan kualitas udara. Dengan demikian masyarakat bisa lebih waspada terhadap penyakit pneumonia, utamanya pada bulan-bulan yang rawan terjadi pneumonia.

1.4.3 Bagi Peneliti

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah wawasan dan memperluas pengetahuan peneliti mengenai korelasi antara faktor meteorologi dan kualitas udara dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.

1.5 Keaslian Penelitian

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian

No	Peneliti	Judul	Rancangan Penelitian	Variabel	Hasil Penelitian
1.	Wiji Cahyadi; Basir Achmad; Eko Suhartono; &Fakhrur Razie. (Cahyadi dkk, 2017)	Pengaruh Faktor Meteorologi dan Konsentrasi Partikulat Terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)	*Cross Sectional Study*	Variabel Bebas : Faktor Meteorologis (Temperatur Udara, Kelembaban Udara Relatif, Intensitas Curah Hujan, dan	Variabel Yang Berhubungan dengan Kejadian ISPA adalah Temperatur Udara dan Kelembaban Udara Relatif.

No	Peneliti	Judul	Rancangan Penelitian	Variabel	Hasil Penelitian
		(Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015).		Kecepatan Angin). Variabel Perantara : Partikulat $PM_{10.}$ Variabel Terikat : ISPA.	
2.	Eka Satriani Sakti (Sakti, 2012)	Tinjauan tentang kualitas udara ambien (NO_2, SO_2, TSP (*Total Suspended Particulate*)) terhadap kejadian ISPA di Kota Bekasi tahun 2004-2011.	Studi ekologi berbasis *time trend*	NO_2, SO_2, TSP (*Total Suspended Particulate*))	Variabel yang berhubungan dengan ISPA adalah NO_2 dan TSP (*Total Suspended Particulate*))
3.	Rilla Fahimah, Endah Kusumo wardani, Dewi Susanna (Fahimah dkk, 2014)	Kualitas Udara Rumah dengan Kejadian Pneumonia Anak Bawah Lima Tahun (Puskesmas Cimahi Selatan dan Leuwi Gajah Kota Cimahi)	*Cross Sectional*	Kepadatan Hunian Kamar, Ventilasi Rumah, Lubang Penghawaan Dapur, Adanya Perokok Dalam Rumah, Penggunaan Obat Nyamuk	Variabel yang Berhubungan dengan Kejadian Penumonia Balita adalah *Particulate Matter* $(PM)_{10}$dan *Particulate Matter* $(PM)_{2.5}$($P <$ 0,05) dengan Nilai *Odd*

No	Peneliti	Judul	Rancangan Penelitian	Variabel	Hasil Penelitian
				Bakar,(SO_2), (NO_2), (CO_2), (CO), *Particulate Matter* (*PM_{10}*dan *$PM_{2.5}$*)	*Ratio* masing-masing 4,40 dan 3,24.

Beberapa hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah lokasi penelitian dan waktu penelitian.
2. Penelitian tentang analisis korelasi antara faktor meteorologi dan kualitas udara dengan pneumonia balita di Kota Semarang tahun 2013-2018 belum pernah dilakukan.
3. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2018 hingga Juni 2019.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

1.6.1 Ruang Lingkup Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Semarang dengan menggunakan data sekunder yang meliputi kejadian pneumonia balita, suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, NO_x (Nitrogen Oksida), SO_x (Sulfur Oksida), CO (Karbon Monoksida) dan partikel atau debu di Kota Semarang tahun 2013-2018.

1.6.2 Ruang Lingkup Waktu

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari sampai dengan bulan Juni tahun 2019.

1.6.3 Ruang Lingkup Keilmuan

Ruang lingkup keilmuan dalam penelitian ini adalah Ilmu Kesehatan Masyarakat, di bidang Kesehatan Lingkungan, khususnya kejadian pneumonia balita yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu meteorologi dan kualitas udara.

BAB II

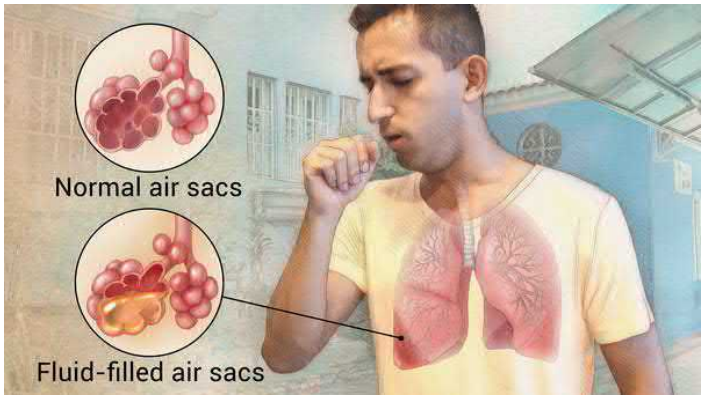
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 ISPA dan Pneumonia

2.1.1.1 Definisi Pneumonia

Kemenkes RI (2016) mendefinisikan pneumonia sebagai penyakit infeksi akut yang mengenai jaringan paru (alveoli) yang dapat disebabkan oleh bakteri, virus, dan jamur. Namun pneumonia juga dapat terjadi akibat menghirup cairan atau bahan kimia di udara. Pneumonia adalah suatu proses peradangan dimana terdapat konsolidasi yang disebabkan karena pengisian rongga alveoli oleh eksudat. Pada kondisi yang normal alveoli terisi oleh udara, namun karena adanya infeksi menyebabkan terjadinya reaksi inflamasi atau peradangan sehingga alveoli terisi oleh cairan/eksudat. Kondisi tersebut akan membatasi pertukaran gas pada daerah konsolidasi sehingga paru-paru tidak dapat bekerja secara maksimal (Somantri, 2008 & UNICEF, 2016a). Pneumonia sering terjadi pada anak balita, namun juga dapat ditemukan pada orang dewasa dan pada orang usia lanjut (Misnadiarly, 2008).



Gambar 2.1 Gambaran alveoli pada penderita pneumonia

2.1.1.2 Klasifikasi Pneumonia

Menurut Misnadiarly (2008), ISPA dibagi menjadi 2, yaitu :

1. ISPA Non-Pneumonia

   Pada golongan ini, penderita mengalami batuk yang tidak menunjukkan gejala peningkatan fekuensi pernafasan serta tidak menunjukkan adanya penarikan dinding dada bagian bawah ke dalam.

2. ISPA Pneumonia

   Pada golongan ini penderita menunjukkan adanya penarikan pada dinding dada bagian bawah ke dalam.

Berdasarkan cara didapatkannya, pneumonia dibagi menjadi beberapa klasifikasi yaitu :

1. CAP (*Community-aqcuired Pneumonia*)

   Pneumonia komuniti atau yang biasa disebut dengan CAP (*Community-aqcuired Pneumonia*) adalah pneumonia yang terjadi di masyarakat melalui aspirasi atau inspirasi mikroba patogen ke paru-paru. Sekitar 85% CAP disebabkan oleh bakteri *Streptococcus pneumoniae* dan *Haemophylus influenzae* (Warganegara, 2017).

2. Nosocomial Pneumonia

   a. HAP (*Health-aquired Pneumonia*)/HCAP (*Health care-associated Pneumonia*)

      HAP atau HCAP adalah pneumonia yang didapatkan oleh host setelah melakukan perawatan di rumah sakit atau fasilitas kesehatan lainnya dalam

waktu 48 jam tanpa adanya intubasi trachea. Pneumonia ini terjadi karena adanya ketidakseimbangan pertahanan host serta kolonisasi bakteri sehingga bakteri menginvasi saluran pernapasan bagian bawah (Warganegara, 2017).

b. VAP (*Ventilator-acquired Pneumonia*)

VAP adalah pneumonia terjadi karena penggunaan ventilator. Ventilator mekanik merupakan alat yang dimasukkan melalui hidung dan mulut maupun lubang yang ada di depan leher kemudian masuk menuju ke paru-paru. Pneumonia ini terjadi setelah 48-72 jam setelah adanya intubasi trachea (Warganegara, 2017).

Berdasarkan perdiksi infeksi, pneumonia dibagi menjadi :

1. Pneumonia lobaris, yaitu pneumonia yang terjadi pada satu lobus atau percabangan besar dari bronkus kanan maupun kiri (Misnadiarly, 2008).
2. Pneumonia bronkopneumonia, yaitu pneumonia yang ditandai dengan bercak-bercak infeksi pada berbagai tempat di paru, kanan maupun kiri yang disebabkan oleh virus atau bakteri dan sering terjadi pada bayi atau orangtua (Misnadiarly, 2008).

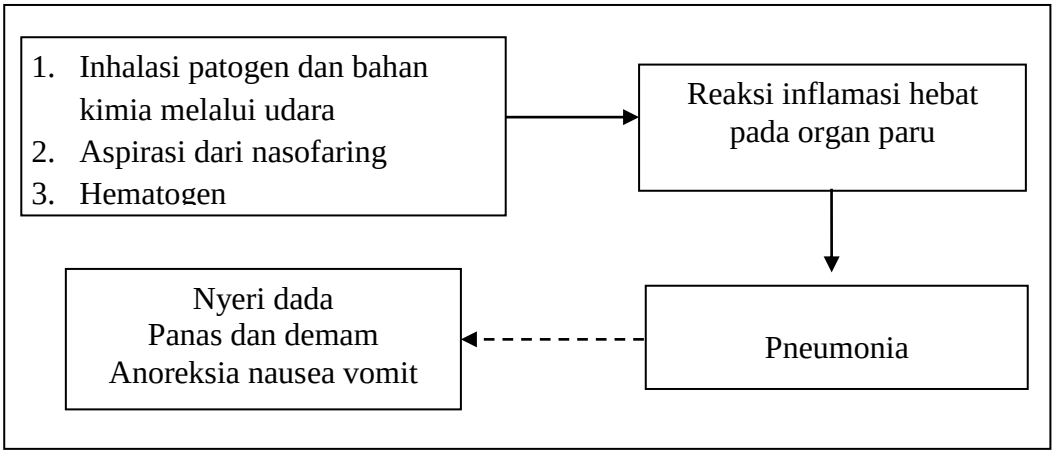
2.1.1.3 Etiologi Pneumonia

Pneumonia merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri, virus, jamur, mikoplasma, partikel, serta berbagai senyawa kimia. Sebagian besar pneumonia disebabkan oleh bakteri yang timbul secara primer maupun sekunder setelah terjadinya infeksi virus (Misnadiarly, 2008).

Etiologi (penyebab) pneumonia berasarkan golongannya adalah sebagai berikut (Misnadiarly, 2008) :

1. Bakteri : *Streptococcus pneumoniae, Staphylococcus aureus, Klebsilea pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa, Mycoplasma pneumoniae, Chlamydophila pneumoniae, Clamydia psittaci, Clamydia trachomatis* (Johnson et al, 2011)
2. Virus : *Respiratory Synsytial Virus, Influenza, Parainfluenza, Adenovirus*
3. Jamur : candidiasis, histoplasmosis, aspergifosis, coccidioido mycosis, cryptococosis, pneumocystis carinii
4. Inhalasi : racun, bahan kimia, rokok, debu, dan gas

2.1.1.4 Patogenesis Pneumonia



Gambar 2. 2 Patogenesis Pneumonia (Somantri, 2008)

Infeksi pneumonia diawali dengan masuknya patogen dan bahan kimia melalui droplet di udara kemudian terjadi penyebaran mikroorganisme dari saluran napas bagian atas ke jaringan (parenkim) paru (Misnadiarly, 2008).

Stadium dari penyakit pneumonia adalah sebagai berikut (Somantri, 2008):

1. Penyumbatan

   Penyumbatan terjadi dalam waktu 4-12 jam pertama dimana eksudat serosa masuk ke dalam alveolus dari pembuluh darah yang bocor.

2. Hepatisasi Merah

   Hepatisasi Merah terjadi dalam waktu 48 jam berikutnya setelah tejadi penyumbatan dimana paru-paru tampak memerah dan bergranula karena eritrosit, fibrin, serta leukosit polimorphonucleus mengisi alveolus.

3. Hepatisasi Kelabu

   Dalam waktu 3-8 hari, paru-paru akan tampak berwarna abu-abu yang disebabkan oleh leukosit dan fibrin mengalami konsolidasi di dalam alveolus yang terserang.

4. Pemulihan

   Masa pemulihan terjadi pada waktu 7-11 hari dimana eksudat mengalami lisis dan direabsorbsi oleh makrofag sehingga jaringan kembali kepada struktur semula.

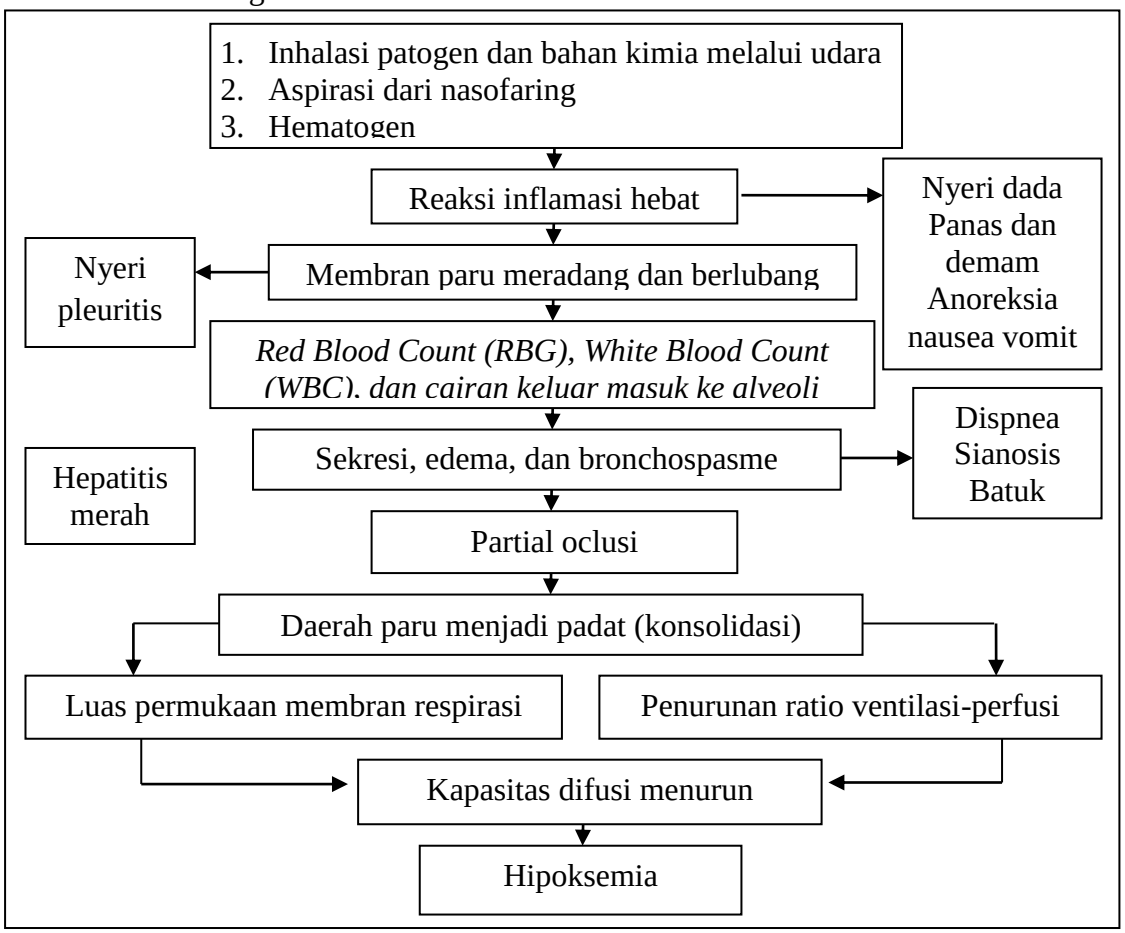
Sementara itu, risiko masuknya mikroorganisme ke dalam saluran pernapasan akan lebih tinggi apabila satu atau lebih dari mekanisme pertahanan paru mengalami gangguan (Supriyatno, 2006). Menurut Warganegara (2017), mekanisme pertahanan paru yang diketahui sampai sekarang adalah :

1. Mekanisme pembersihan saluran napas yang dilakukan dengan cara re-epitelialisasi saluran napas, flora normal, IgG (Imunoglobulin G) dan IgA

(Imunoglobulin A), sistem transport mukosilier, refleks bersin serta batuk dan aliran lendir.

2. Mekanisme pembersihan bagian penggantian udara pernapasan yaitu imunitas humoral lokal IgG, surfaktan, makrofag alveolar serta mediator inflamasi.
3. Mekanisme pembersihan di saluran udara subglotik meliputi mekanisme mekanik, anatomik, humoral, dan seluler. Mekanisme ini adalah mekanisme pertahanan yang utama dari benda asing yang ada di orofaring seperti adanya reflek untuk menutup hidung dan reflek batuk.

2.1.1.5 Patofisiologi



Gambar 2.3 Patofisiologi Pneumonia (Somantri, 2008)

Hepatisasi merah disebabkan oleh perembesan eritrosit dan beberapa leukosit dari kapiler paru. Perembesan tersebut menyebabkan aliran darah menurun dan alveoli dipenuhi oleh leukosit serta eritrosit. Kemudian leukosit melakukan fagositosis dan saat resolusi berlangsung makrofag masuk ke alveoli dan menelan leukosit serta patogen (Somantri, 2008).

Selanjutnya, masuk ke tahap hepatisasi abu-abu dimana paru-paru berwarna abu-abu kekuningan. Secara perlahan sel darah merah yang mati dan eksudat fibrin akan dibuang dari alveoli sehingga terjadi pemulihan sempurna. Paru-paru kembali normal dan tanpa kehilangan kemampuan dalam pertukaran gas (Somantri, 2008).

2.1.1.6 Tanda dan Gejala Pneumonia

Tanda dan gejala klinis penyakit pneumonia bervariasi tergantung dari jenis agen penyakit serta faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik penyebab pneumonia (Supriyatno, 2006). Tanda dan gejala umum dari penyakit pneumonia adalah batuk yang produktif maupun tidak produktif atau disertai dengan sputum yang berlendir dan purulent, demam dan menggigil yang disertai dengan keluarnya keringat, sakit pada dada karena pleuritis, dan napas sesak disertai tarikan dada bagian bawah ke dalam (Warganegara, 2017).

Gejala dan tanda pneumonia pada anak balita adalah sebagai berikut (Misnadiarly, 2008):

1. Kelompok umur kurang dari 2 bulan, pneumonia berat ditandai dengan :
    a. Frekuensi pernapasan sebanyak 60 kali per menit atau lebih
    b. Penarikan kuat pada dinding dada sebelah bawah ke dalam

c. Jika bayi bernapas dengan bantuan ventilator akan tampak bahwa jumlah lendir meningkat. Kadang-kadang bayi tiba-tiba menjadi sakit yang disertai turun naiknya suhu tubuh.

2. Kelompok anak umur 2 bulan sampai kurang dari 5 tahun, terjadinya pneumonia ditandai dengan :
   a. Adanya nafas cepat dengan frekuensi nafas 50 kali atau lebih pada usia 2 hingga kurang dari 12 bulan dan 40 kali per menit atau lebih pada usia 12 bulan hingga kurang dari 5 tahun (Fitriani dkk, 2016).
   b. Batuk disertai kesulitan bernapas karena tidak ada ruang tersisa untuk oksigen di paru-paru
   c. Napas sesak atau penarikan dinding dada sebelah bawah ke dalam
   d. Dahak berwarna kehijauan atau seperti karet

2.1.1.7 Diagnosis Pneumonia

Selain dilihat dari tanda dan gejala, perlu dilakukan pemeriksaan penunjang lainnya untuk memperkuat diagnosis apakah seseorang mengidap pneumonia atau tidak. Tanda-tanda terjadinya infeksi pneumonia dapat dideteksi dan didiagnosis dengan cara sebagai berikut (Suryo, 2010):

1. Pemeriksaan Anamnesa

Untuk mengetahui apakah seseorang memiliki tanda-tanda dan gejala pneumonia (Warganegara, 2017).

2. Pemeriksaan Radiologi dengan *Chest X-Ray* (Rontgen)

Dilakukan untuk mengindentifikasi adanya pernyebaran (lobus dan bronkial), menunjukkan adanya multipel abses/infiltrat (Somantri, 2008).

Gambaran yang diperoleh dari hasil rontgent akan memperlihatkan kepadatan pada bagian paru. Kepadatan tersebut disebabkan karena paru dipenuhi sel serta cairan yang merupakan hasil dari reaksi dari tubuh untuk mematikan kuman. Akibatnya fungsi paru terganggu sehingga penderita mengalami kesulitan bernafas karena tak tersisa ruang untuk oksigen. Kelainan yang tampak pada foto rontgent penderita pneumonia dapat berupa bercak putih yang setempat maupun menyebar di sekitar paru (Misnadiarly, 2008).

3. Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan laboratorium dilakukan untuk melihat mikroorganisme yang masuk ke paru-paru, salah satunya dengan cara pemeriksaan sputum (Warganegara, 2017). Pengambilan sputum (dahak) perlu dilakukan untuk dikultur dan di test resistensi kuman untuk dapat mengetahui mikroorganisme penyebab pneumonia tersebut. Sputum yang telah diambil dimasukkan ke dalam botol steril dan ditutup rapat untuk kemudian segera dikirim ke laboratorium dalam waktu kurang dari 24 jam.

Pengambilan sputum dapat dilakukan dengan cara (Misnadiarly, 2008) :

a. Dibatukkan.
b. Didahului dengan proses perangsangan atau induksi untuk mengeluarkan dahak dengan menghirup NaCl 3%.
c. Dahak dapat diperoleh dengan menggunakan alat tertentu seperti *protective brush* yaitu semacam sikat untuk mengambil sputum pada saluran pernapasan bagian bawah (Misnadiarly, 2008)

4. Tes Serologi

Tes serologi digunakan untuk membantu dalam membedakan diagnosis pada organisme secara spesifik (Somantri, 2008).

2.1.1.8 Pencegahan Pneumonia

Melihat begitu berbahayanya penyakit pneumonia, maka perlu untuk dilakukan pencegahan. Cara pencegahan terhadap penyakit pneumonia adalah sebagai berikut (Suryo, 2010):

1. Hidup sehat dengan berolahraga untuk meningkatkan vitalitas tubuh serta asupan nutrisi yang baik dengan mengkonsumsi makanan yang sehat dan bergizi.
2. Mengenali gejala dan tanda-tanda pneumonia agar lebih waspada
3. Pemberian ASI eksklusif dan imunisasi yang lengkap

2.1.1.9 Faktor Risiko Pneumonia

Faktor risiko adalah faktor atau keadaan yang mengakibatkan seseorang rentan untuk menjadi sakit atau justru penyakitnya menjadi lebih berat. Terjadinya suatu penyakit dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat dikelompokkan menjadi 3 faktor utama yaitu faktor intrinsik (pejamu (*host*)), faktor bibit penyakit (*agent*), dan faktor ekstrinsik (lingkungan (*environment*)) (Sari dkk, 2014).

2.1.1.9.1 Faktor Intrinsik (*Host*)

Faktor intrinsik atau faktor *host* adalah semua faktor yang terdapat pada diri manusia yang dapat mempengaruhi terjadinya suatu penyakit serta perjalanan

suatu penyakit (Alamsyah & Muliawati, 2013). Faktor ini meliputi usia, jenis kelamin, status gizi, imunisasi, BBLR, pemberian ASI, dan vitamin A (Pramudiyani, 2011).

1. Umur

Umur adalah usia individu yang terhitung mulai saat dilahirkan hingga saat berulang tahun (Noor dkk, 2014). Pneumonia pada balita sering terjadi pada umur 2-3 tahun. Hal tersebut disebabkan karena lumen saluran pernapasan balita masih sempit serta belum optimalnya pembentukan proses kekebalan secara alamiah sehingga imunitas anak belum dapat bekerja dengan baik (Sari & Ardianti, 2017).

2. Jenis Kelamin

Anak balita dengan jenis kelamin laki-laki berisiko 2,5 kali menderita pneumonia dibandingkan dengan anak balita jenis kelamin perempuan. Hal tersebut disebabkan karena anak laki-laki lebih banyak menghabiskan waktu bermain di luar rumah dan lebih aktif dalam beraktivitas. Akibatnya anak-anak mudah kelelahan dan sistem kekebalannya cenderung menurun sehingga sangat mudah terkena infeksi kuman penyakit (Rasyid, 2013 dan Sari & Ardianti, 2017).

3. Status Gizi

Status gizi adalah ukuran keberhasilan dalam pemenuhan nutrisi untuk anak yang diindikasikan oleh berat badan dan tinggi badan anak.hasil penlitian yang dilakukan oleh Efni (2016) menunjukkan bahwa balita dengan status gizi kurang memiliki risiko 9,1 kali terinfeksi pneumonia dibandingkan dengan balita yang status gizinya baik. Asupan gizi yang tidak memadai akan memperlemah

sistem kekebalan tubuh serta otot pernafasan sehingga saluran pernafasan tidak dapat bekerja dengan maksimal (UNICEF/WHO, 2006).

4. Status Imunisasi

Imunisasi merupakan salah satu jenis usaha untuk memberikan kekebalan kepada anak dengan memasukkan vaksin ke dalam tubuh anak guna membuat zat anti sebagai pencegahan terhadap infeksi penyakit tertentu. Vaksin adalah bahan yang digunakan untuk merangsang pembentukan zat anti yang dimasukkan ke dalam tubuh melalui suntikan. Program imunisasi adalah cara terbaik untuk melindungi seseorang dari serangan penyakit yang berbahaya dan mematikan terutama bagi bayi dan balita (Mahayu, 2014).

Beberapa manfaat imunisasi bagi bayi dan anak-anak antara lain :

a. Menghindarkan bayi dan anak dari serangan penyakit
b. Meningkatkan kekebalan tubuh terhadap penyakit tertentu
c. Memperkecil kemungkinan terjadinya infeksi penyakit menular
d. Meningkatkan deajat kesehatan nasional dengan semakin jarangnya penyakit
e. Lebih menghemat biaya keperluan berobat

5. BBLR (Berat badan Bayi Lahir Rendah)

BBLR adalah bayi yang lahir dengan berat badan kurang dari 2.500 gram tanpa memandang masa kehamilan (Proverawati, 2010). Bayi dengan berat badan lahir rendah mengalami pembentukan zat anti kekebalan yang kurang sempurna, pertumbuhan dan maturasi organ serta alat-alat tubuh yang belum sempurna sehingga bayi dengan berat badan lahir rendah akan mudah terkena infeksi dan

komplikasi terutama pneumonia dan penyakit pernapasan lainnya (Efni dkk, 2016).

6. ASI Eksklusif

Susu merupakan satu-satunya sumber makanan bagi bayi khususnya pada usia 1-6 bulan pertama kelahiran yang kaya akan energi, protein, dan mineral (Meadow & Newell, 2005). Komponen ASI berisi lebih dari 100.000 komponen biologi unik dan sangatlah rumit yang memainkan peran utama dalam perlawanan terhadap penyakit (Widuri, 2013). ASI mengandung unsur-unsur tertentu seperti limfosit dan antibodi, sekretik Imunoglobulin A (IgA), termasuk fagosit, makrofag, laktoferin, lisozim, laktoperoksidase, oligosakarida, C3 dan C4 pelengkap yang melindungi bayi dari penyakit menular (Ramezani et al, 2015). Balita yang tidak diberi ASI eksklusif selama 6 bulan pertama kehidupan memiliki risiko 5 kali lebih besarmengalami kematian akibat pneumonia dibandingkan bayi yan diberi ASI eksklusif (UNICEF/WHO, 2006).

7. Pemberian Vitamin A

Pemberian vitamin A adalah semua bayi dan balita yang mendapatkan kapsul baik merah maupun biru (Noor, 2014). Vitamin A berguna dalam menstabilkan struktur dan fungsi permukaan mukosa dan terlibat dalam respon imun (khususnya fungsi sel-T) dan produkksi mukus. Pada defisiensi vitamin A yang ringan, terjadi dua kali peningkatan insidens penyakit saluran pernapasan dan 4-12 kali peningkatan mortalitas pada anak-anak. Suplementasi yang diberikan paling tidak 1 butir kapsul vitamin 200.000IU per tahun, sehingga dapat menurunkan angka kematian anak hingga 49%. Vitamin A berfungsi untuk

meningkatkan imunitas dan melingdungi saluran pernapasan dari infeksi kuman. Apabila anak kekurangan vitamin A, maka anak berisiko terinfeksi penyakit menular, salah satunya adalah pneumonia (Sary, 2017).

2.1.1.9.2 Faktor *Agent*

Faktor a*gent* atau bibit penyakit merupakan suatu substansi atau elemen tertentu yang kehadiran atau tidaknya dapat mempengaruhi perjalanan suatu penyakit (Alamsyah & Muliawati, 2013). Beberapa bakteri dan virus penyebab penyakit pneumonia antara lain *Streptococcus pneumoniae, Hemophillus Influenza Type B (Hib), Respiratory Synsytial Virus, Staphylococcus aureus, Klebsilea pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa, Mycoplasma pneumoniae, Chlamydophila pneumoniae, Clamydia psittaci, Clamydia trachomatis,* serta *Ligonella pneumophila* (Johnson et al, 2011). Selain bakteri, pneumonia juga disebabkan oleh virus dan jamur diantaranya virus influenza, virus parainfluenza, *Adenovirus, Candidiasis, Histoplasmosis, Aspergifosis, Coccidioido mycosis, Cryptococosis, Pneumocystis carinii.* Pneumonia dapat terjadi pula apabila menghirup udara yang mengandung bahan kimia dengan sifat mengiritasi (inhalasi racun) (Misnadiarly, 2008). Namun diantara berbagai bakteri tersebut, yang paling sering menyebabkan pneumonia adalah *Streptococcus Pneumoniae* yakni sekitar 40% dari semua kasus pneumonia (John, 2017).

Streptococcus Pneumoniae (Pneumokokus) merupakan penghuni normal saluran pernafasan atas, kurang lebih pada 5-40% manusia memiliki pneumokokus. Pneumokokus merupakan penyebab dari penyakit pneumonia. Infeksi pneumokokus dapat menyebabkan aliran hebat cairan edema fibrinosa ke

dalam alveoli, yang diikuti oleh masuknya eritrosit dan leukosit yang menyebabkan adanya konsolidasi organ paru-paru (Brooks *et al*, 2010).

Banyak penumokokus yang ditemukan dalam eksudat di paru-paru dan dapat mencapai aliran darah melalui aliran limfatik paru. Selama terjadinya infeksi, dinding alveoli tetap utuh. Kemudian, sel mononukleus memfagositosis debris secara aktif, dan fase cair tersebut direabsorbsi secara bertahap. Selanjutnya pneumokokus diingesti oleh fagosit dan dicerna secara intraseluler (Brooks *et al*, 2010).

Selain *Streptococcus pneumonae*, *Mycoplasma pneumoniae* merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya pneumonia. *Mycoplasma pneumoniae* ditularkan dari individu ke individu lain melalui sekret yang terinfeksi. Infeksi diawali dengan perlekatan bagian tepi organisme ke reseptor permukaan sel epitel saluran pernafasan. Perlekatan tersebut dimediasi oleh suatu protein adhesin spesifik yang terletak pada struktur terminal yang berdiferensiasi pada organisme tersebut. Selama infeksi organisme tersebut akan menetao di ekstrasel (Brooks *et al*, 2010).

Respiratory Synistial Virus merupakan virus yang diperkirakan menjadi penyebab dari 25% kasus penyakit pernafasan. Virus ini dapat mengalami replikasi di bagian nasofaring dan menyebar ke dalam saluran pernafasan bagian bawah dan menyebabkan pneumonia. Masa inkubasi setelah tertular virus ini adalah 3-5 hari, dan pelepasan virus terus terjadi selama 1-3 minggu pada bayi dan balita. Selain itu, *Adenovirus* merupakan salah satu virus yang menginfeksi dan dapat bereplikasi di sel epitel saluran pernafasan. *Adenovirus* terutama pada

tipe 3, 7, dan 21 adalah penyebab dari 8 - 10% penyakit pneumonia pada anak balita. Gejala khas yang ditumbulkan oleh infeksi adenovirus adalah batuk, hidung tersumbat, demam, serta nyeri tenggorokan (Brooks *et al*, 2010).

2.1.1.9.3 Faktor Ekstrinsik (*Environment*)

Lingkungan adalah agregat dari seluruh kondisi dan pengaruh luar yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangan suatu mikroorganisme. Lingkungan dapat dibedakan menjadi lingkungan fisik, biologis, dan sosial (Alamsyah & Muliawati, 2013). Faktor lingkungan yang mempengaruhi kejadian penyakit pneumonia adalah sebagai berikut:

1. Lingkungan Fisik

   a. Suhu

   Suhu dalam ruang rumah yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Suhu yang baik untuk kesehatan haruslah sesuai dengan kadar yang dipersyaratkan, yaitu 18^0C-30^0C. Oleh karena itu perlu untuk dilakukan upaya penyehatan yaitu bila suhu udara diatas 30^oC maka diturunkan dengan meningkatkan sirkulasi dengan penambahan ventilasi mekanik/buatan. Bila suhu kurang dari 18^oC dinaikkan dengan pemanas ruangan yang menggunakan sumber energi yang aman bagi lingkungan dan kesehatan (Menkes RI, 2011).

   b. Pencahayaan

   Nilai pencahayaan yang terlalu rendah akan berpengaruh terhadap proses akomodasi mata yang terlalu tinggi sehingga dapat menyebabkan kerusakan retina mata. Selain itu, cahaya yang terlalu tinggi akan

mengakibatkan kenaikan suhu ruangan. Untuk mendapatkan kualitas pencahayaan yang baik maka pencahayaan dalam ruang rumah diusahakan agar sesuai dengan kebutuhan untuk melihat benda sekitar dan membaca, yaitu berdasarkan persyaratan minimal sebesar 60 lux (Menkes RI, 2011).

c. Kelembaban

Kelembaban didalam ruangan dipengaruhi pula oleh kelembaban di luar rumah. Ruang yang lembab memungkinkan tumbuhnya mikroorganisme patogen penyebab pneumonia. Konstruksi rumah yang tidak baik seperti atap yang bocor, lantai dan dinding rumah yang tidak kedap air, serta kurangnya pencahayaan baik buatan maupun alami merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelembaban udara dalam ruangan (Menkes RI, 2011). Untuk mendapatkan tingkat kelembaban yang baik hendaknya mengatur agar pertukaran udara selalu lancar serta sinar matahari dapat masuk ke dalam rumah (Pramudiyani, 2011).

d. Luas Ventilasi

Pertukaran udara yang tidak memenuhi syarat dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme, sehingga dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada penghuni rumah (Menkes RI, 2011). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya penyehatan udara dengan cara mengatur pertukaran udara dalam rumah, yaitu melengkapi rumah dengan ventilasi minimal 10% dari luas lantai, untuk rumah ber-AC maka dilakukan pemeliharaan AC secara berkala, menggunakan *exhaust fan,* serta mengatur tata letak ruang dalam rumah (Menkes RI, 2011).

e. Jenis Lantai

Lantai yang tidak rapat air dan tidak didukung dengan ventilasi yang baik akan menyebabkan peningkatan kelembaban dan pengendapan yang memudahkan penularan penyakit (Pramudiyani, 2011).

f. Merokok

Asap rokok (*Environmental Tobacco Smoke/ETS*) adalah gas beracun yang dikeluarkan dari pembakaran produk tembakau yang biasanya mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Asap rokok dapat memperparah kondisi anak-anak yang menderita asma. Bayi dan anak-anak yang orang tuanya perokok mempunyai risiko lebih besar terkena gangguan saluran pernapasan dengan gejala sesak napas, batuk, serta lendir yang berlebihan (Menkes RI, 2011).

g. Obat Anti Nyamuk Bakar

Obat anti nyamuk bakar mengandung insektisida yang disebut d-aletrin 0,25% untuk mengusir nyamuk. Apabila dibakar akan mengeluarkan zat d-aletrin yang bersifat racun, CO dan CO_2 serta partikulat-partikulat yang bersifat iritan terhadap saluran pernapasan. Asap obat anti nyamuk dapat menyebabkan rangsangan pada saluran pernapasan balita, sehingga balita menjadi rentan terinfeksi oleh bakteri atau virus yang menyebabkan terjadinya pneumonia (Widodo, 2007).

h. Jenis Bahan Bakar Memasak

Memasak dengan waktu lebih dari 1 jam akan terjadi peningkatan kadar $PM_{2,5}$ sebanyak 5,7 $\mu g/m^3$. Meskipun menggunakan bahan bakar dari

gas, namun asap yang dihasilkan tetap memiliki kadar pencemar walaupun lebih rendah bila dibandingkan bahan bakar padat/fosil (Fahimah, 2014). Anak balita yang terpapar asap dari penggunaan bahan bakar biomassa memiliki risiko terinfeksi penyakit pneumonia dua kali lipat dibandingkan anak-anak yang tidak begitu terpapar (WHO, 2013).

2. Lingkungan Biologi

Lingkungan biologi adalah lingkungan yang terdiri atas organisme-organisme hidup yang beraa di sekitar manusia (Irianto, 2014). Organisme yang menjadi faktor penyebab timbulnya penyakit pneumonia terdiri dari golongan bakteri, virus, jamur, dan mikoplasma (John, 2017). Namun selain organisme, terdapat faktor lain yang dapat meimbulkan terjadinya pneumonia. Berdasarkan Kemenkes RI tahun 2016, menghirup udara yang mengandung partikel dan bahan kimia juga merupakan salah satu penyebab terjadinya pneumonia.

3. Lingkungan Sosial

a. Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk merupakan jumlah penduduk yang menetap di suatu wilayah per satuan luas wilayah (ha). Semakin padat suatu wilayah, maka potensi penyebaran penyakit semakin besar. Kepadatan penduduk juga mempengaruhi sirkulasi udara dalam lingkungan yang berpotensi terhadap kontaminasi dari luar yang dapat meningkatkan risiko dan intensitas infeksi yang dapat memudahkan transmisi penyakit (Syani dkk, 2015).

b. Kepadatan Rumah

Suatu daerah dengan kepadatan rumah yang tinggi atau rumah – rumah penduduk yang saling berdekatan dan saling berhimpitan menyebabkan terbatasnya ruang gerak. Hal ini akan menyebabkan kebutuhan udara bersih tidak terpenuhi (Syani dkk, 2015).

c. Pendidikan Ibu

Tingkat pendidikan ibu yang rendah menyebabkan rendahnya pengetahuan dalam tindakan perawatan balita. Hal tersebut dapat mempengaruhi mudah tidaknya balita terpapar kuman penyakit salah satunya penyakit pneumonia (Rasyid, 2013).

d. Pekerjaan Ibu

Ibu yang bekerja di luar rumah memiliki anak balita yang berisiko terinfeksi pneumonia karena sebagian waktunya tersita untuk bekerja dan kurang merawat anaknya sehingga anak balitanya kurang diperhatikan dan rentan terhadap penyakit (Rasyid, 2013).

e. Tingkat Pendapatan

Tingkat pendapatan berkaitan dengan penyediaan fasilitas perumahan yang baik dan sehat, perawatan kesehatan dan keterjangakauan untuk pengobatan serta gizi anak yang memadai. Meskipun tingkat pendapatan merupakan faktor yang tidak langsung terhadap kejadian pneumonia balita, pendapatan keluarga memiliki pengaruh yang besar terhadap peningkatan kehidupan manusia dalam keluarga, khususnya faktor kesehatan.

2.1.2 Meteorologi

2.1.2.1 Definisi Iklim dan Meteorologi

Iklim adalah rata-rata keadaan cuaca dalam jangka waktu yang cukup lama dan bersifat tetap. Sedangkan cuaca adalah keadaan atmosfer dalam waktu tertentu yang sifatnya berubah-ubah dari waktu ke waktu. Ilmu yang mempelajari tentang iklim disebut klimatologi. Klimatologi tidak terlepas dari meteorologi sehingga meteorologi sering dianggap sama dengan klimatologi (Kartasapoetra, 2017). Pada dasarnya, klimatologi merupakan bagian dari meteorologi (Daldjoeni, 2014). Meteorologi adalah ilmu yang menekankan proses fisika yang terjadi di atmosfer misalnya hujan, angin, dan suhu (Kartasapoetra, 2017).

Meteorologi dibedakan menjadi meteorologi teoritis dan meteorologi praktis. Berikut klasifikasi meteorologi menurut Daldjoeni (2014) :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Meteorologi

Meteorologi Teoritis	Meteorologi Dinamis	Mengamati tenaga-tenaga pendorong gerakan pendorong udara serta transformasi panas.
	Meteorologi Fisik	Mempelajari proses-proses fisis mumi : presipitasi, penguapan, gejala optik, elektris dan akustik dalam angkasa.
	Meteorologi Statis	Mempelajari kaadaan rata-rata, ekstrem-
Meteorologi Teoritis	(Klimatologi)	ekstrem frekuensiserta persebaran berbagai unsur cuaca (suhu, kelembaban, penguapan, awan, curah hujan, angin, tekanan udara, penyinaran matahari).
Meteorologi Praktis	Meteorologi Sinopsis	Mempelajari proses atmosferis dengan bantuan sewaktu untuk wilayah yang sangat luas (menganalisis kondisi cuaca pada saat

		yang sama kemudian meramalkan cuaca yang akan datang).
	Meteorologi Areonantis	Mempelajari meteorologi di bidang penerbangan.
	Meteorologi Maritim	Mempelajadi meteorologi di bidang pelayaran dan perikanan.
	Meteorologi Periran (Hidrometeorologi)	Mengupas permasalahan persediaan air dan irigasi yang diterapkan pada pertanian, peternakan, kehutanan, pelistrikan, dan sebagainya.
	Meteorologi Udara	Mengamati kondisi anmosfer bebas.
	Meteorologi Medis	Meneliti dan mengamati pengaruh udara terhadap kondisi fisik dan psikis manusia.
	Meteorologi Pertanian	Mengupas pengaruh cuaca terhadap tanaman budidaya.
	Meteorologi Sempit (Mikrometeorologi)	Meneliti perbedaan antara cuaca dan iklim untuk wilayah dan ruang yang sempit.

Sumber : Daldjoeni (2014)

2.1.2.2 Unsur-Unsur Iklim dan Meteorologi

Dalam iklim dan meteorologi, terdapat beberapa komponen utama yang saling berkaitan, diantaranya :

1. Suhu Udara

Suhu udara merupakan salah satu unsur penting yang diamati oleh BMKG. Distribusi suhu udara di atmosfer sangat bergantung pada radiasi matahari, oleh sebab itu suhu udara selalu mengalami perubahan. Suhu udara permukaan merupakan suhu udara yang ada pada ketinggian 1,25 – 2 meter dari permukaan tanah (Fadholi, 2013). Suhu udara dapat diukur secara langsung dengan

menggunakan termometer air raksa. Termometer air raksa dibagi menjadi dua, yakni termometer maksimum dan termometer minimum. Termometer maksimum adalah termometer air raksa yang dilengkapi dengan celah yang sempit untuk mencegah cairan turun setelah mengukur suhu udara terpanas. Sedangkan termometer minimum adalah termometer yang dilengkapi barbel kecil untuk menunjukkan suhu udara terdingin yang pernah diukur (Suryanto & Luthfian, 2016).

Selain termometer air raksa, pengukuran suhu udara juga dapat dilakukan dengan menggunakan termometer listrik, radiometer (satelit), dan termometer bimetal. Termometer bimetal merupakan termometer yang menggunakan asas pemuaian logam. Ketika logam memuai, maka logam tersebut akan menggerakan jarumm yang terdapat pada termograf. Penempatan termometer cuaca yang baik adalah minimal 1,5 meter hingga 2 meter dari permukaan bumi serta terlindungi dari panas dan hujan, dan jauh dari gangguan seperti pohon, gedung, atau jalan raya (Suryanto & Luthfian, 2016).

2. Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah banyaknya kadar uap air yang terdapat di udara. Keadaan kelembaban udara di permukaan bumi berbeda-beda, umumnya kelembaban yang terendah berada di lintang 40° yang biasa disebut dengan *horse latitude*, sedangkan kelembaban tertinggi berada di khatulistiwa. Besar kecilnya kelembaban di suatu daerah merupakan faktor yang dapat menstimulasi curah hujan. Besarnya kelembaban di suatu daerah pada suatu musim erat hubungannya dengan perkembangan organisme penyebab penyakit (Kartasapoetra, 2017).

Kelembaban udara diukur dengan menggunakan alat psikrometer yang terdiri dari termometer kering dan termometer basah. Dengan menggunakan perumusan tertentu, beda temperatur bola kering dan bola basah ini dapat dikonversi menjadi kelembaban. Selain itu, pengukuran kelembaban juga dapat dilakukan dengan menggunakan alat higrometer. Terdapat tiga jenis higrometer, yakni higrometer rambut, higrometer elektronik, dan higrometer inframerah. Higrometer rambut bekerja atas dasar asas bahwa rambut memanjang jika kelembaban bertambah dan memendek jika kelembaban berkurang. Higrometer elektronik bekerja atas dasar asas bahwa hambatan batang karbon berubah sesuai dengan kelembaban. Sedangkan higrometer inframerah bekerja atas dasar asas penyerapan energi radiasi oleh uap air (Suryanto & Luthfian, 2016).

3. Curah Hujan

Hujan adalah salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Untuk dapat terjadinya hujan maka diperlukan adanya titik-titik kondensasi yang mempunyai sifat dapat mengambil uap air di udara, asam belerang, debu, dan amoniak. Curah hujan diukur dalam satuan mm/inci. Curah hujan 1 mm artinya air hujan yang jatuh setelah 1 mm tidak meresap, tidak menguap, maupun mengalir. Sedangkan intensifikasi hujan adalah banyaknya curah hujan per satuan jangka waktu tertentu. Bila dikatakan intensitasnya besar, maka sedang terjadi hujan lebat yang berisiko menimbulkan banjir dan erosi (Kartasapoetra, 2017).

4. Angin

Angin adalah gerakan perpindahan massa udara dari satu tempat ke tempat lain, dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah secara horizontal. Angin mempunyai arah dan kecepatan, arah angin dilihat dari mana arah angin itu datang. Prinsip terjadinya kedua macam angin tersebut disebabkan karena adanya pemanasan oleh matahari di lautan dan di daratan.Berdasarkan arahnya, angin dibagi menjadi beberapa macam diantaraya ialah angin darat dan angin laut, angin gunung dan angin lembah, serta angin *fohn*. Sedangkan kecepatan angin dibagi menjadi beberapa kelas atau tingkatan yaitu sunyi, sepoi-sepoi, angin sangat lemah, angin lemah, angin sedang, angin agak kuat, angin kuat, angin kencang, angin sangat kuat, badai, badai kuat, angin ribut, dan angin topan dahsyat (Kartasapoetra, 2017).

Arah dan kecepatan angin diukur dengan menggunakan anemometer dan baling-baling cuaca. Selain anemometer, pengukuran parameter angin dapat dilakukan dengan menggunakan radiosonde (balon cuaca yang dilengkapi dengan instrumen pengumpul data), radar dropler, dan satelit (Suryanto & Luthfian, 2016).

5. Awan

Awan adalah kumpulan titik-titik air dalam jumlah yang banyak dan terletak pada titik kondensasi serta melayang tinggi di udara. Berdasarkan letaknya, awan dibagi menjadi (Kartasapoetra, 2017) :

a. Awan tinggi

Awan tinggi adalah awan yang terdapat pada ketinggian 7 km dari permukaan laut yang terdiri dari *cirrus, cirrostatus, cirrocumulus.*

b. Awan pertengahan

Awan pertengahan adalah awan yang terdapat pada ketinggian 2 km ke atas dari permukaan laut namun kurang dari 7 km yang terdiri dari *alto stratus* dan *alto cumulus.*

c. Awan rendah

Awan rendah berada pada ketinggian kurang dari 2 km dari permukaan laut yang terdiri dari *strato cumulus, stratus,* dan *nimbo stratus.*

d. Awan yang berkembang vertikal

Awan yang berkembang vertikal berada pada krtinggian 1-20km dari permukaan laut terdiri dari *cumulus* dan *cumulo nimbus*. Pembentukan awan terjadi apabila pengembunan tidak dekat dengan permukaan tanah. Setiap jenis awan memiliki suhu dan kelembaban masing-masing. Untuk terjadinya hujan makan diperlukan adanya awan *cumulus,* sedangkan awan *cumulo nimbus* dapat mengakibatkan hujan besar (Kartasapoetra, 2017).

6. Tekanan Udara

Tekanan menggambarkan gaya persatuan luas pada ketinggian tertentu dengan alat ukur barometer dimana tekanan udara adalah salah satu faktor yang menentukan dan mempengaruhi kerapatan udara. pada umumnya, semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut maka tekanan udara semakin berkurang. Hal tersebut dikarenakan jumlah molekul dan atom yang berada diatasnya semakin

berkurang, sehingga dapat dikatakan bahwa tekanan udara menurun terhadap ketinggian, begitu pula dengan kerapatan udara (Fadholi, 2013).

2.1.2.3 Bencana Meteorologi

Terdapat dua bencana meteorologi, yaitu El Nino dan La Nina. Dampak yang paling nyata akibat fenomena El Nino adalah kekeringan yang terjadi di Indonesia yang berdampak pada langkanya air di sejumlah wilayah yang berakibat pada penurunan produksi pertanian karena tertundanya masa tanam. Selain itu, terjadinya kebakaran hutan di beberapa wilayah di Kalimantan dan Sumatra diindikasikan sebagai salah satu dampak dari fenomena El Nino. Sedangkan dampak dari fenomena La Nina adalah terjadinya banjir besar di Indonesia yang menyebabkan gagal panen karena tergenangnya lahan pertanian. Namun, dampak positif dari La Nina adalah bergeraknya ikan tuna yang berada di Samudra Hindia masuk ke perairan Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena perairan di timur Samudra Hindia mendingin sedangkan bagian barat Sumatra dan Selatan Jawa menghangat (Nugroho, 2016).

2.1.3 Pencemaran Udara

2.1.3.1 Definisi Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah adanya bahan-bahan atau zat asing di dalam udara yang menyebabkan adanya perubahan komposisi atau susunan udara dari keadaan normalnya (Wardhana, 2004). Menurut Keputusan MENLH nomor 45 tahun 1997, pencemaran udara diartikan sebagai masuknya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu

udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu dan menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Udara ambien merupakan udara bebas di permukaan bumi yang berada pada lapisan troposfer yang dibutuhkan oleh manusia serta dapat mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup, dan lingkungan hidup lainnya.

2.1.3.2 Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran udara adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41tahun 1999, sumber pencemar udara dibagi menjadi empat, diantaranya :

1. Sumber bergerak : sumber emisi yang tidak tetap pada suatu tempat atau bergerak yang berasal dari kendaraan bermotor.
2. Sumber bergerak spesifik : sumber yang tidak tetap pada suatu tempat atau bergerak yang berasal dari pesawat terbang, kereta api, kapal laut dan kendaraan berat lainnya.
3. Sumber tidak bergerak : merupakan sumber emisi yang tetap pada suatu tempat.
4. Sumber tidak bergerak spesifik : sumber emisi yang tetap pada suatu tempat atau tidak bergerak yang berasal dari kebakaran hitam dan pembakaran sampah.

Dengan adanya pembangunan yang berkembang cukup pesat saat ini khususnya di bidang industri, teknologi, dan transportasi menyebabkan penggunaan bahan bakar fosil semakin meningkat. Akibatnya udara menjadi

tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran (Wardhana, 2004). Gas-gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya pemanasan global (Rawung, 2015). Pemanasan global terjadi akibat adanya gas rumah kaca yang ada di atmosfer yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan menahan radiasi matahari yang dipantulkan oleh bumi sehingga suhu di permukaan bumi semakin meningkat dan memicu terjadinya perubahan iklim (BPS, 2016).

Di wilayah perkotaan dengan berbagai kegiatan industri dan transportasi memiliki kualitas udara yang kotor akibat adanya pencemaran udara. Berikut komponen pencemar udara yang paling banyak terdapat di udara (Wardhana, 2004) :

1. CO (Karbon Monoksida)

Karbon monoksida merupakan gas yang tidak berwarna serta tidak berbau, Sebagian besar gas CO terbentuk akibat adanya pembakaran bahan bakar fosil (minyak maupun batu bara). Pada suhu -192°C gas CO dapat berbentuk cairan. Secara umum, gas CO terbentuk melalui proses berikut :

a. Pembakaran bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stikiometris
b. Pada suhu yang tinggi karbon dioksida dapat terurai kembali menjadi CO dan oksigen.
c. Pada suhu yang tinggi terjadi reaksi antara karbon dioksida dengan karbon yang menghasilkan gas CO.

Persebaran gas CO di udara sangat bergantung pada keadaan lingkungan. Di wilayah pedesaan, kandungan CO di udara relatif sedikit dibandingkan di

wilayah perkotaan. Hal tersebut dikarenakan wilayah pedesaan masuk banyak terdapat pepohonan dan tanah terbuka yang dapat membantu penyerapan CO di udara. Sedangkan di wilayah perkotaan selain minimnya jumlah lahan terbuka hijau serta tanah terbuka, terdapat berbagai kegiatan industri dan lalu lintas yang cukup padat (Wardhana, 2004).

2. NO_x (Nitrogen Oksida)

Nitrogen oksida atau yang sering disebut dengan NO_x memiliki 2 macam bentuk yang sifatnya berbeda, yakni NO dan NO_2. Gas NO memiliki ciri tidak berwarna dan tidak berbau, sedangkan gas NO_2 memiliki ciri berwarna merah kecoklatan dan berbau tajam menyengat di hidung. Seperti halnya karbon monoksida, kadar NO_x di perkotaan lebih tinggi daripada di pedesaan (Wardhana, 2004). Nitrogen oksida memegang peranan yang penting sebagai penyebab penyakit pneumonia, asma, radang paru, serta menurunnya fungsi paru secara keseluruhan (UNICEF, 2016b).

3. HC (Hidrokarbon)

Hidrokarbon merupakan sumber pencemar udara dengan penyusun utama atom hidrogen dan atom karbon. Hidrokarbon dapat berbentuk gas, cairan, maupun padatan (Wardhana, 2004). Hidrokarbon merupakan gas yang memiliki warna kehitam-hitaman dan beraroma cukup tajam, gas ini terjadi apabila proses pembakaran tidak berlangsung dengan baik atau suplai pembakaran yang berlebihan (Muziansyah dkk, 2015).

4. SO_x (Oksida Belerang)

Gas SO_x atau oksida belerang merupakan gas yang terdiri dari gas SO_2 dan gas SO_3 dengan masing-masing sifat yang berbeda. Gas SO_2 memiliki bau yang tajam dan mudah terbakar, sedangkan gas SO_3 sangat reaktif terutama dengan uap air yang akan membentuk asam sulfat (Wardhana, 2004). Gas oksida belerang dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran pernapasan dengan menimbulkan gejala batuk, sesak napas, serta meningkatkan risiko asma (Muziansyah dkk, 2015). Oksida belerang terbentuk dari pembakaran batu bara dan minyak yang mengandung sulfur serta peleburan bijih mineral yang mengandung belerang (UNICEF, 2016b).

5. PM_{10} (*Particulate Matter*)

Partikel merupakan pencemar udara yang dapat berada bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel memiliki berbagai macam bentuk, diantaranya adalah *aerosol, fog, smoke, dust, mist, fume, plume, haze, smog,* dan *smaze* (Wardhana, 2004). PM_{10} merupakan debu partikulat yang terutama dihasilkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor.Sekitar 50%-60% dari partikel yang melayang merupakan debu dengan diameter 10μm. PM_{10} merupakan partikel yang mudah terhirup dan masuk ke dalam paru-paru. PM_{10} dikategorikan sebagai *Respirable Particulate Matter* (RPM) yang dapat masuk ke sistem pernapasan atas dan bawah (alveoli), sehingga keberadaan PM_{10} merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya penyakit pneumonia (Muziansyah dkk, 2015).

2.1.3.3 Faktor Penentu Dinamika Pencemaran Udara

2.1.3.3.1 Arah dan Kecepatan Angin

Angin sangat menentukan kemana berbagai bahan pencemar udara akan dibawa, khususnya gas dan partikel yang berukuran kecil. Semakin cepat angin bertiup, maka semakin luas persebarannya sehingga bahan pencemar udara tersebut tidak hanya terkumpul pada satu titik area. Pada saat terbawa angin, sebagian bahan-bahan pencemar udara mengalami perubahan di lingkungan baik menjadi lebih toksik maupun menjadi tidak toksik lagi. Namun, diantara bebagai bahan pencemar udara, karbon monoksida merupakan gas yang paling sulit terdegradasi (Achmadi, 2014).

2.1.3.3.2 Kelembaban

Kelembaban yang tinggi mempengaruhi perubahan bahan pencemar di lingkungan, salah satunya gas sulfur dioksida. Sulfur dioksida dengan kelembaban yang tinggi akan berubah menjadi ikatan sulfat dan sulfit yang bersifat korosif serta merugikan kesehatan dan lingkungan (Achmadi, 2014).

2.1.3.3.3 Suhu

Peningkatan suhu udara di permukaan bumi akan mempengaruhi kecepatan reaksi suatu bahan kimia. Penurunan suhu permukaan bumi dapat menyebabkan kelembaban yang relatif sehingga dapat berisiko mempercepat terjadinya efek korosif (Achmadi, 2014).

2.1.3.3.4 Sinar Matahari

Sinar matahari mempengaruhi ozon di atmosfer. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kerusakan berbagai peralatan bangunan dan bahan-bahan yang terbuat dari karet (Achmadi, 2014).

2.1.4 Pengaruh Faktor Meteorologi dan Kualitas Udara dengan Pneumonia

2.1.4.1.1 Pengaruh Suhu Udara dengan Pneumonia

Suhu udara di luar ruangan dapat mempengaruhi suhu udara di dalam ruangan. Suhu udara dapat mempengaruhi kelangsungan hidup mikroogranisme patogen, salah satunya virus yang menyerang saluran pernafasan. Selain itu, suhu udara juga dapat mempengaruhi mekanisme pertahanan hidung terhadap infeksi patogen (Davis et al, 2016). WHO (2003) menyatakan bahwa pada suhu yang tinggi, jumlah kematian akan terus meningkat yang disebabkan oleh penyakit pernafasan. Sebagian bakteri pathogen penyebab pneumonia memiliki suhu yang baik untuk hidup, yaitu pada suhu 27°C (Onozuka et al, 2009). Sedangkan bakteri *Streptococcus Pneumonia* memiliki rentang suhu untuk tumbuh pesat antara 31°C – 37°C (Syani dkk, 2015).

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Liu et al (2016) menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara suhu udara dengan kejadian pneumonia. Perubahan suhu udara akan mempengaruhi permiabilitas dan resistensi membran kapiler mukosa, kondisi tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan kerentanan terhadap infeksi.

2.1.4.1.2 Pengaruh kelembaban udara dengan pneumonia

Bakteri pathogen penyebab pneumonia akan hidup dan berkembang biak dengan baik pada kelembaban ≤25% dan ≥80% (Liu *et al*, 2016). Namun bakteri akan mati pada kelembaban 60% (Onozuka *et al*, 2009). Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Liu et al (2016) menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara infeksi saluran pernafasan bagian bawah (pneumonia) dengan kelembaban. Perubahan kelembaban udara akan mempengaruhi kelenjar keringat dalam memproduksi keringat. Kelembaban yang rendah dan suhu yang tinggi akan menyebabkan penyempitan pembuluh darah sehingga aliran darah pada mukosa hidung menjadi berkurang dan terjadi keretakan kecil pada mukosa hidung serta keterbatasan gerak silia sehingga saluran pernafasan menjadi rentan terhadap infeksi patogen pneumonia.

2.1.4.1.3 Pengaruh curah hujan dengan pneumonia

Hasil penelitian yang dulakukan oleh Omonijo & Matzarakis (2014) menunjukkan bahwa suatu wilayah dengan iklim tropis, jumlah kasus pneumonia akan meningkat pada saat musim hujan. Hal tersebut dikarenakan saat musim hujan, orang-orang cenderung untuk tetap berada di dalam ruangan dalam waktu yang lebih lama (Omonijo & Matzarakis, 2014). Kondisi tersebut menyebabkan mudahnya penularan penyakit pneumonia yang dikarenakan semakin padat suatu ruangan maka sirkulasi udara semakin terhambat sehingga potensi penyebaran penyakit semakin besar (Syani dkk, 2015).

2.1.4.1.4 Pengaruh kecepatan angin dengan pneumonia

Pneumonia merupakan penyakit infeksi yang penularannya melalui droplet di udara. Persebaran pathogen pneumonia dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya faktor kecepatan angin (Manitoba, 2015 dan Omonijo & Matzarakis, 2014). Selain itu, angin dapat mempengaruhi persebaran polutan yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil (WHO, 2003). Semakin cepat angin bertiup, maka semakin luas persebarannya sehingga bahan pencemar udara tersebut tidak hanya terkumpul pada satu titik area (Achmadi, 2014).

2.1.4.1.5 Pengaruh NO_x (Nitrogen Oksida) dengan Pneumonia

Udara yang mengandung gas NO dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan gangguan sistem syaraf yang mengakibatkan kejang-kejang hingga kelumpuhan. Gas NO akan lebih berbahaya bila mengalami reaksi oksidasi dan membentuk gas NO_2. Sifat racun yang ditimbulkan oleh gas NO_2 empat kali lebih kuat dari pada toksisitas gas NO. Paru-paru merupakan organ tubuh yang paling peka terhadap adanya gas NO_2. Paru-paru yang telah terkontaminasi oleh gas NO_2 akan mengalami pembengkakan sehingga penderita kesulitan bernafas hingga mengakibatkan kematian. Pencemaran udara oleh NO_x juga dapat menyebabkan tumbunya PAN (*Peroxy Asetil Nitrates*) yang menyebabkan iritasi mata (mata terasa pedih dan berair) (Wardhana, 2004).

Semakin tinggi konsentrasi NOx di udara ambien, maka semakin besar risiko masuknya gas NOx di paru-paru. Apabila gas NOx masuk ke paru-paru secara tiba-tiba dalam konsentrasi yang tinggi akan menyebabkan reaktifitas bronkial. Gas nitrogen oksida (NOx) yang masuk ke paru-paru akan membentuk

asam nitrit (HNO_2) dan asam nitrat (HNO_3) yang akan merusak jaringan mukosa. Apabila gas NOx masuk ke paru-paru dengan konsentrasi yang rendah, dalam jangka waktu yang lama serta berulang akan menyebabkan paru-paru mudah terinfeksi pathogen pneumonia (Sinolungan, 2009 & Mulia, 2005).

2.1.4.1.6 Pengaruh SO_2 (Sulfur Dioksida) dengan Pneumonia

Gas SO_2 merupakan gas yang mudah berubah menjadi asam. Gas SO_2 yang terhirup akan menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan, dan saluran nafas yang lain hingga ke paru-paru dan menyebabkan iritasi. Otot saluran pernafasan dapat mengalami kejang bila teririitasi oleh SO_2. Efek iritasi yang ditimbulkan akan lebih berat apabila konsentrasi SO_2 lebih tinggi dengan suhu udara yang relatif rendah. Pada konsentasi yang rendah yaitu sekitar 6-12 ppm dengan waktu paparan yang pendek namun berulang, maka gas SO_2 menyebabkan terjadinya *hiperplasia* dan *metaplasia* sel epitel yang memicu timbulnya sel-sel kanker. Paparan gas SO_2 dalam jangka waktu yang cukup lama akan menimbulkan peradangan yang cukup hebat pada selaput lendir yang diikuti kelumpuhan sistem persarafan (*paralysis cilia*) dan kerusakan epitelium hingga menyebabkan kematian (Wardhana, 2004).

SO_2 akan masuk ke saluran pernafasan melalui hidung, sebagian akan diabsorbsi di nasofaring dan sisanya akan diabsorbsi dengan cepat di paru-paru hinga mencapai saluran nafas bagian bawah. Pada pernafasan melalui mulut, gas SO_2 yang diabsorbsi lebih sedikit di banding melalui hidung (Sinolungan, 2009). Sulfur oksida (SOx) yang masuk ke paru-paru akan menyebabkan iritasi serta

kenaikan sekresi mukosa yang berisiko terhadap infeksi pneumonia (Mulia, 2005).

2.1.4.1.7 Pengaruh CO (Karbon Monoksida) dengan Pneumonia

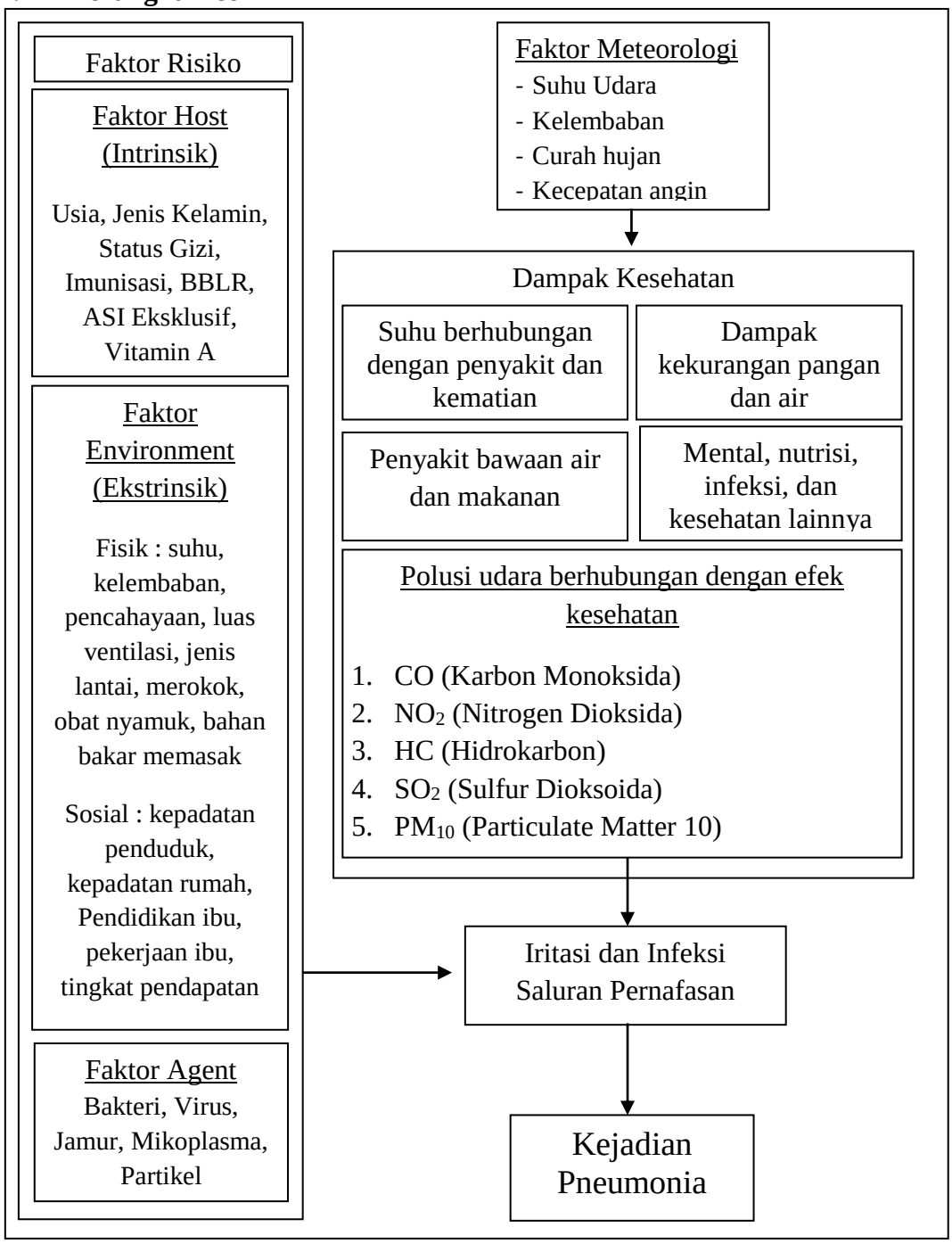
Karbon monoksida merupakan gas yang tidak berbau, tidak berwarna, serta tidak berasa, oleh sebab itu lingkungan yang tercemar oleh karbon monoksida tidak dapat dilihat oleh mata. Konsentrasi gas karbon monoksida di wilayah perkotaan dengan lalu lintas yang cukup padat berkisar antara 10-15 ppm. Karbon monoksida yang telah terhisap ke dalam paru-paru akan mengalir mengikuti peredaran darah dan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal tersebut dikarenakan karbon monoksida bersifat racun metabolis dimana gas tersebut ikut bereaksi secara metabolis dengan darah dan membentuk karboksihemoglobin (Wardhana, 2004).

Dampak lain dari gas karbon monoksida bila terhirup akan menyebabkan keracunan serta terjadi hipoksia jaringan jantung dan paru-paru. Komplikasi pada paru akibat karbon monoksida dapat berupa perdarahan dan edema paru yang menyebabkan kegagalan pernafasan (Sinolungan, 2009). Konsentrasi karbon monoksida yang tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan hingga dapat menyebabkan kematian. Pengaruh gas karbon dioksida untuk setiap individu berbeda bergantung pada daya tahan tubuh seseorang. Keracunan gas karbon monoksida dapat ditandai dengan pusing, sakit kepala, dan mual. Untuk keadaan yang lebih berat dapat berupa menurunnya kemampuan gerak tubuh, sistem kardiovaskular, serangan jantung hingga kematian (Wardhana, 2004).

2.1.4.1.8 Pengaruh *Particulate Matter* dengan pneumonia

Masuknya partikel/debu ke saluran pernafasan akan menyebabkan iritasi bronkial, meningkatkan reaktifitas paru, menekan pergerakan mukosiliar dan menekan respon makrofag serta imunitas lokal. Selain itu, apabila paparan berlangsung dalam waktu yang cukup lama akan menyebabkan reaksi fibrotik, gangguan keseimbangan autonomic, aktifitas koagulan, serta stress oksidasi paru-paru. Kondisi tersebut akan memperbesar risiko infeksi oleh pathogen untuk menyerang organ pernafasan. Bahan partikel debu yang banyak mengganggu paru-paru yaitu $PM_{2,5}$ dan PM_{10} (Sinolungan, 2009). Berdasarkan PMK No. 1077 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah, $PM_{2,5}$ dan PM_{10} merupakan salah satu faktor penyebab penyakit pneumonia. *Particulate Matter* dapat masuk ke saluran pernafasan hingga ke alveoli, menyebabkan terjadinya reaksi inflamasi atau peradangan sehingga manusia akan kesulitan bernafas karena alveoli dipenuhi oleh cairan (Jenko & Jure, 2012 & Somantri, 2008).

2.2 Kerangka Teori



Gambar 2. 4 Kerangka Teori

Sumber : modifikasi dari Sari dkk (2014), Kartasapoetra (2017), Wardhana (2004), BPS (2016b), Misnadiarly (2008), dan WHO (2003).

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan

5.1.1 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Suhu Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018

Hasil analisis hubungan antara suhu udara dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar -0,045 yang menunjukkan korelasi negatif atau berlawanan arah dengan kekuatan korelasi yang sangat lemah, artinya semakin rendah suhu udara maka semakin tinggi angka kejadian pneumonia. Hasil uji statistik didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,722; hal ini berarti nilai p lebih besar dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara suhu udara dengan kejadian pneumonia pada balita di Kota Semarang tahun 2013-2018.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rismawati dkk 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 dkk (2015) suhu udara sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri penyebab pneumonia, misalnya bakteri *Streptococcus pneumoniae*. Suhu optimum rata-rata untuk pertumbuhan bakteri *Strepstococcus pneumoniae* yaitu

31ºC – 37ºC. Davis *et al* (2016) menjelaskan bahwa suhu udara juga dapat mempengaruhi mekanisme pertahanan hidung terhadap infeksi patogen.

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 dkk (2016) suhu udara dalam rumah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kepadatan hunian, luas ventilasi, serta pencahayaan.

5.1.2 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Kelembaban Udara di Kota Semarang tahun 2013-2018

Hasil analisis hubungan antara kelambaban udara dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,250 yang menunjukkan korelasi positif atau searah dengan kekuatan korelasi yang lemah, artinya semakin tinggi kelembaban udara maka semakin tinggi pula angka kejadian pneumonia. Hasil uji statistik didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,043; hal ini berarti nilai p lebih kecil dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kelembaban udara dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2018.

Penelitian serupa juga dijelaskan oleh Liu *et al* (2016) yang menjelaskan bahwa terdapat korelasi yang bermakna antara kelembaban udara dengan kejadian

pneumonia di China. Kelembaban udara di Kota Semarang sepanjang periode tahun 2013-2018 berkisar antara 60,5%-89,9%. 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 *et al* (2009) dan Mirsaeidi *et al* (2016) yang menerangkan bahwa bakteri *Mycoplasma pneumoniae* dapat tumbuh optimum pada kelembaban <25% dan >80%, namun akan mati pada kelembaban 60%.

5.1.3 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Curah Hujan di Kota Semarang tahun 2013-2018

Hasil analisis hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,122 yang menunjukkan korelasi positif atau searah dengan kekuatan korelasi yang sangat lemah, artinya semakin tinggi curah hujan maka semakin tinggi pula angka kejadian pneumonia. Hasil uji statistik didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,329; hal ini berarti nilai p lebih besar dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara curah hujan dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2018.

Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ayres *et al* (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 dkk, 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.

5.1.4 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Kecepatan Angin di Kota Semarang tahun 2013-2018

Hasil analisis hubungan antara kecepatan angin dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,107 yang menunjukkan korelasi positif atau searah dengan kekuatan korelasi yang sangat lemah, artinya semakin tinggi nilai kecepatan angin maka semakin tinggi pula angka kejadian pneumonia. Hasil uji statistik didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,393; hal ini berarti nilai p lebih besar dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna

antara kecepatan angin dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2018.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukam oleh Liu *et al* (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 Manitoba (2015) dan Omojino (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 dkk, 2017). Sebaliknya, semakin cepat angin bertiup, maka semakin luas persebarannya sehingga bahan pencemar udara tersebut tidak hanya terkumpul pada satu titik area (Achmadi, 2014).

5.1.5 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi NOx di Kota Semarang tahun 2013-2017

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi NOx dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,222 yang menunjukkan korelasi positif atau searah dengan kekuatan korelasi yang lemah, artinya semakin tinggi konsentrasi NOx maka semakin tinggi pula angka kejadian pneumonia. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,048; hal ini berarti nilai p lebih kecil

dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara konsentrasi NOx dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2017.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cesar *et al* (2015) yang meneliti tentang hubungan antara paparan NOx dengan kematian yang disebabkan oleh infeksi saluran pernafasan di Brazil yang memperoleh hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara NOx di rumah sakit dengan kejadian pneumonia pada balita di Sorocaba, Brazil. Begitu pula pada penelitian ini, konsentrasi NOx memiliki hubungan yang signifikan dengan angka kejadian pneumonia di Kota Semarang. UNICEF pada tahun 2016 menyatakan bahwa NOx memiliki peranan yang penting sebagai salah satu faktor penyebab penyakit pneumonia.

Gas NOx 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. (Wardhana, 2004). Semakin tinggi konsentrasi NOx di udara ambien, maka semakin besar risiko gas NOx untuk terhirup dan masuk ke paru-paru. Gas NOx 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 & Mulia, 2005).

5.1.6 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi SOx di Kota Semarang tahun 2013-2017

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi SOx dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar -0,067 yang menunjukkan korelasi negatif atau berlawanan arah dengan kekuatan korelasi yang sangat lemah, artinya semakin tinggi konsentrasi SOx maka semakin rendah angka kejadian pneumonia. Hasil uji statistik didapatkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,556; hal ini berarti nilai p lebih besar dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara konsentrasi SOx dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2017.

Hal ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Farisi dkk 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 SOx yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui paparan inhalasi, dengan sifat gas SOx yang iritan akan mengiritasi bagian parenkim pada saluran pernafasan. Semakin banyak konsentrasi SOx 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 SOx dengan kejadian pneumonia pada balita mungkin disebabkan karena tidak adanya variasi yang

signifikan pada grafik konsentrasi SOx di Kota Semarang. Grafik konsentrasi SOx 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 SOx di Kota Semarang didapatkan hasil bahwa faktor kecepatan dan arah angin memiliki pengaruh yang paling besar terhadap konsentrasi SOx di Kota Semarang. Selain itu, gas SOx mudah terdegradasi dan mengalami perubahan di lingkungan saat terbawa angin (Achmadi, 2014). Akibatnya konsentrasi SOx kurang berpengaruh terhadap angka kejadian pneumonia di Kota Semarang.

5.1.7 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi CO di Kota Semarang tahun 2013-2017

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi CO dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,245 yang menunjukkan korelasi positif atau searah dengan kekuatan korelasi yang lemah, artinya semakin tinggi konsentrasi CO maka semakin tinggi pula angka kejadian pneumonia. Hasil uji statistik didapatkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,029; hal ini berarti nilai p lebih kecil dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara konsentrasi CO dengan kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2017.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Tuan *et al* tahun 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 O_3 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).

5.1.8 Hubungan Kejadian Pneumonia dengan Konsentrasi Debu di Kota Semarang tahun 2013-2018

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi debu dengan kejadian pneumonia menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar -0,073 yang menunjukkan korelasi yang negatif atau tidak searah dengan kekuatan korelasi yang sangat lemah, artinya semakin tinggi konsentrasi debu maka semakin rendah angka kejadian pneumonia. Hasil uji statistik didapatkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,521; hal ini berarti nilai p lebih besar dari α (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara konsentrasi debu dengan angka kejadian pneumonia di Kota Semarang tahun 2013-2017.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Fahimah dkk tahun 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 dkk, 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.

5.2 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi korelasi, dimana data yang dianalisis adalah merupakan data sekunder. Sebagai konsekuensi penggunaan data sekunder tersebut, maka menimbulkan beberapa keterbatasan sebagai berikut:

1. Data kejadian pneumonia yang digunakan adalah data rekapitulasi laporan setiap bulan oleh Dinas Kesehatan Kota Semarang yang validitasnya memiliki kemungkinan kurang terjamin karena belum tentu setiap unit pelayanan kesehatan melaporkan kejadian pneumonia secara rutin setiap bulannya. Data yang terkumpul kemungkinan belum merupakan kejadian pneumonia secara keseluruhan. Peneliti sendiri tidak melakukan verifikasi terhadap pelaporan oleh puskesmas.
2. Data meteorologi di Kota Semarang didapatkan dari hasil pemantauan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Semarang. Hasil tersebut belum menjamin dapat mewakili kondisi iklim di seluruh Kota Semarang karena terbatasnya stasiun pemantauan iklim. Selain itu data tersebut sulit untuk ditelusuri validitasnya.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

1. Tidak ada korelasi yang bermakna antara suhu udara dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2018.

2. Terdapat korelasi yang bermakna antara kelembaban udara dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2018.

3. Tidak ada korelasi yang bermakna antara curah hujan dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2018.

4. Tidak ada korelasi yang bermakna antara kecepatan angin dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2018.

5. Terdapat korelasi yang bermakna antara konsentrasi NOx dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2017.

6. Tidak ada korelasi yang bermakna antara konsentrasi SOx dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2017.

7. Terdapat korelasi yang bermakna antara konsentrasi CO dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2017.

8. Tidak terdapat korelasi yang bermakna antara konsentrasi debu dengan pneumonia pada balita di Kota Semarang pada periode tahun 2013-2017.

6.2 Saran

1. Bagi instansi kesehatan untuk lebih mempersiapkan diri dalam menghadapi bulan-bulan yang rawan terjadi pneumonia agar kejadian pneumonia dapat diantisipasi lebih cepat. Berdasarkan hasil penelitian, sepanjang tahun 2013-2018 kejadian pneumonia lebih sering terjadi pada bulan Februari hingga Mei dan pada bulan Agustus hingga Oktober.

2. Bagi masyarakat agar melakukan antisipasi pada bulan yang rawan terjadi pneumonia dengan menjaga kualitas udara dalam rumah.

3. Peneliti selanjutnya diharapkan menggunakan desain, sumber data, lokasi, dan variabel yang berbeda misalnya demografi. Data yang digunakan dalam penelitian selanjutnya disarankan menggunakan rentang waktu yang lebih panjang, misalya 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Achmadi, Umar Fahmi. 2014. *Dasar-dasar Penyakit Berbasis Lingkungan.* Jakarta : Rajawali Pers.

Alamsyah, Dedi & Muliawati, Ratna. 2013. *Pilar Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat.* Yogyakarta : Nuha Medika

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.* 2 (34) pg : 295-302

Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Industri Sedang Besar Provinsi Jawa Tengah tahun 2014*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah

Badan Pusat Statistik. 2016a. *Kota Semarang dalam Angka 2016.* Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah

Badan Pusat Statistik. 2016b. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah

Budiono, Irwan; Mardiana; Fauzi, Lukman; Nugroho, Efa. 2017. Pedoman Penyusunan Skripsi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang tahun 2017. Semarang : Universitas Negeri Semarang

Cahyadi, Wiji; Achmad, Basir; Suhartono, Eko; & Razie, Fakhrur. 2016. Pengaruh Faktor Meteorologis dan Konsentrasi Partikulat (PM_{10}) terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut ISPA (Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). *EnviroScienteae.* 3(12) Hal : 302-311

Cahyati, Widya Hary & Ningrum, Dina Nur. 2016. *Biostatistika Inferensial.* Semarang : Universitas Negeri Semarang

Cesar, A.C.G.; Jr., J.A. Carvalho; & Nascimento, L.F.C. 2015. Association Between NOx Exposure and Deaths Caused by Respiratory Diseases in a Medium-Sized Brazilian City. *Brazillian Journal of Medical and Biological Research.* 48 (12). Pg 1130-1135

Daldjoeni N. 2014. *Pokok-pokok Klimatologi.* Yogyakarta : Penerbit Ombak

Dewiningsih, Umar. 2018. Faktor Lingkungan dan Perilaku Kejadian Pnuemonia Balita Usia 12-59 Bulan. *HIGEIA Journal of Public Health Research and Development.* 2 (3) Hal : 453-464

Darmawan, Armaidi. 2013. Penyakit Sistem Respirasi Akibat Kerja. *JMJ.* 1(1) Hal : 68-83

Darmawati, Ayu Tri; Sunarsih, Elvi; & Trisnaini, Inoy. 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.* 7(1) Hal : 6-13

Davis, Robert E; Dougherty, Erin; McArthur, Colin; Huang, Qiu Sue; Baker, Michael G. 2016. Cold, Dry Air is Associated with Influenza and Pneumonia Mortality in Auckland, New Zeland. *Influenza and Other Respiratory Viruses*

Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. 2016. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016.* Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah

Efni, Yunia; Machmud, Rizanda; dan Pertiwi, Dian. 2016. Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Kelurahan Air Tawar Barat Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 5(2) Hal 365-370

Fadholi, Akhmad. 2013. Studi Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara terhadap Daya Angkat Pesawat di Bandara S. Babullah Ternate. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika.* 2(1) Hal : 121-130

Fahimah, Rilla; Kusumowardani, Endah; & Susanna, Dewi. 2014. Kualitas Udara dengan Kejadian Pneumonia Anak Bawah Lima Tahun (di Pyskesmas Cimahi Selatan dan Leuwi Gajah Kota Cimahi). *Makara Journal Health Research.* 1(18) Hal: 25-33

Faridl, Miftahul; T., Sheila Widia; Steohanie, Rebecca; Fitriani, Yeni; Adrianto, Bernardinus; & kriswantoro, Jayen Aris. 2017. Perbandingan Jumlah dan Keberagaman Koloni Bakteri Udara di Tempat Tinggal Mayoritas Mahasiswa ITB (Tubagus Ismail, Cisitu, Dago Asri, dan Plesiran). *Mikrobiologi.* Hal : 1-12

Farisi, Fachmi Al; Budiono; & Setiani, Onny. 2018. Pengaruh Sulfur Dioksida (SO2) pada Udara Ambien terhadap Risiko Kejadian Pneumonia pada Balita. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 4 (6) Hal : 439-446

Fitriani; Mahreda, Emmy Sri; Mahyudin, Idiannor; & Biyatmoko, Danang. 2016. Kadar Debu Total Ambien di Terminal Peti Kemas PT. Pelindo III Banjarmasin dan Dampaknya terhadap Kesehatan Masyarakat. *Journal EnviroScienteae.* 1 (12) Hal : 7-14

Brooks, Geo F.; Carrol, Karen C.; Butel, Janet S.; Morse, Stephen A.; & Mietzner, Timothy A. 2010. *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology.* Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC

Hairiah, Kurniatun; Rahayu, Subekti; Suprayogo, Didik; & Prayogo, Cahyo. 2016. *Perubahan Iklim : Sebab dan Dampaknya terhadap Lingkungan.* World Agroforestry Centre (ICRAF). Malang : Universitas Brawijaya

Irianto, Koes. 2014. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung : Penerbit Alfabeta

Istirokhatun, Titik; Agustini, Ita Tetriana; & Sudarno. 2016. Investigasi Pengaruh Kondisi Lalu Lintas dan Aspek Meteorologi terhadap Konsetrasi Pencemar SO2 di Kota Semarang. *Jurnal Presipitasi.* 1(13) Hal : 21-27

Jenko, Zala & Jure. 2012. The Effects of Particulate Matter Air Pollution on Respiratory Health and on the Cardiovascular System. *Riview Article.* 51 pg 190-199

John, 2017. *Save the Children : Fighting for Breath.* London : Park Communications

Johnson, Arthur G.; Zuegler, Richard J.; & Hawley, Louise. 2011. *Essential Mikrobiologi dan Imunologi.* Tangerang Selatan : Binarupa Aksara Publisher (Indonesia)

Kartasapoetra, Ance Gunarsih. 2017. *Klimatologi : Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman.* Jakarta : PT Bumi Aksara

Kemenkes RI. 2016. *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2016.* Kementrian Kesehatan Republik Indonesia

Liu, Yonglin; Liu, Juan; Chen, Fehlian; Shamsi, Bilal Haider; Wang, Qiang; Jiao, Fuyong; Qiao, Yanmei, & Shi, Yanhua. 2016. Impact of Meteorological Factors on Lower Respiratory Tract Infections in Children. *Journal of International Medical Research.* 44 (1) pg : 30-41

Mahalastri, Ni Nyoman Dayu. 2014. Hubungan Antara Pencemaran Udara Dalam Ruangan dengan Kejadian Pneumonia Balita. *Jurnal Berkala Epidemiologi.* 3 (2) hal : 392-403

Mahayu, Putri. 2014. *Imunisasi & Nutrisi.* Yogyakarta : Bukubiru

Manitoba. 2015. Invasive Pneumococcal Disease (*Streptococcus pneumoniae*) (Pneumococcus). *Public Health and Primary Health Care Communicable Disease Control Branch.* Pg. 1-7

Meadow, Sir Roy & Newell, Simon J. 2005. *Lecturer Notes : Pediatrika.* Indonesia : Penerbit Erlangga

Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah*. Peraturan Menteri Kesehatan.

Mirsaeidi, Mehdi; Motahari, Hooman; Khamesi, Mojdeh Taghzadeh; Sharifi, Arash; Campos, Michael; & Schraufnagel, Dean E. 2016. Climate Change and Respiratory Infection. *AnnalsATS.* 8 (13) pg : 1223-1230

Misnadiarly. 2008. *Penyakit Infeksi Saluran Napas Pneumonia.* Jakarta : Pustaka Obor Populer

Muziansyah, Devianti; Sulistyorini, Rahayu; & Sebayang, Syukur. 2015. Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas

Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung). *JRSDD.* 1(3) Hal : 57-70

Mulia, Ricki M. 2005. *Kesehatan Lingkungan.* Yogyakarta : Graha Ilmu.

Noor, M; Riyanto, Sugeng; & Wardani, Mutiara Kusuma. 2014. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Pneumonia pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Guntung Payung tahun 2013. *Jurkessia*. 2(4) Hal 36-42

Noor, Nur Nasry. 2008. *Epidemiologi.* Jakarta : PT Rineka Cipta

Nugroho, Bayu Dwi Apri. 2016. *Fenomena Iklim Global, Perubahan Iklim, dan Dampaknya di Indonesia.* Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

Omonijo, Akinyemi Gabriel & Matzarakis, Andreas. 2014. Pneumonia Occurrence in Relation to Population and Thermal Environment in Ondo State, Nigeria. *The African Review of Physics.* 9 : 0064 pg : 511-525

Onozuka, D; Hashizume, M; & Hagihara, A. 2009. Impact of Weather on *Mycoplasma Pneumoniae* Pneumonia. *Thorax.* 64. pg : 507-511

Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Pemerintah Republik Indonesia

Pramudiyani, Novita Aris & Prameswari, Galuh Nita. 2011. Hubungan antara Sanitasi Rumah dan Perilaku dengan Kejadian Pneumonia Balita. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 6(2) Hal : 71-78

Proverawati, Atikah; & Sulistyorini, Cahyo Ismawati. 2010. *Berat Badan Lahir Rendah (BBLR).* Yogyakarta : Nuha Medika

Ramezani, Monir; Aemmi, Seyedeh Zahra; & Moghadam, Zahra Emami. 2015. Factors Affecting the Rate of Pediatric Pneumonia in Developing Countries: a Review and Literature Study. *International Journal of Pediatrics*. 6-2 (3) hal : 1173-1181

Rasyid, Zulmeliza. 2013. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia Anak Balita di RSUD Bangkinang Kabupaten Kampar. *Jurnal Kesehatan Komunitas*. 2 (3) hal : 136-140

Rawung, Frankie Chiarly. 2015. Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Di Kawasan Perkotaan Boroko. *Media Matrasain*. 2(12) Hal : 17-32

Rismawati; Budiono; & Suhartono. 2018. Hubungan Variasi Iklim dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Kota Semarang tahun 2011-2015 (Studi Kasus di Wilayah Kerja Puskesmas Bandarharjo). *Jurnal Kesehatan* Masyarakat. 5 (4) Hal : 160-170.

Rivanda, Andrian. 2015. Pengaruh Paparan Karbon Monoksida terhadap Daya Konduksi Trakea. *Majority*. 8 (4) Hal : 153-160

Ruslinda, Yenni; Gunawan, Hendra; Goembira, Fadjar; & Wulandari, Suci. 2016. Pengaruh Jumlah Kendaraan Berbahan Bakar Bensin Terhaap Konsentrasi Timbal (Pb) di Udara Ambien Jalan Raya Kota Padang. *Seminar nasional sains dan teknologi lingkungan II.* ISSN 2541-3880 hal : 162- 167

Sakti, Eka Satriani. 2012. *Tinjauan Tentang Kualitas Udara ambien (NO_2, SO_2, Total Suspended Particulate) terhadap Kejadian ISPA di Kota Bekasi tahun 2004-2011.*SKRIPSI. Jakarta : Universitas Indonesia

Saputra, Agus Dwi. 2017. *Hubungan Pajanan Partikel Debu Terhirup (PM_{10}) terhadap Keluhan Asma pada Masyarakat Berisiko di Sekitar Terminal Antar Kota Antar Provinsi (AKAP) Kota Palembang tahun 2016.* SKRIPSI. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah

Sari, Eka Luvita; Suhartono; & Joko, Tri. 2014. Hubungan antara Kondisi Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Wilayah Keja Puskesmas Pati I kabupaten Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 1 (2) Hal : 56-61

Sari, Nurul Indah & Ardianti. 2017. Hubungan Umur dan Jneis Kelamin terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Blita di Puskesmas Tembilah Hulu. Sari, Luvita Eka; Suhartono; & Tri Joko. 2014. *Jurnal An-Nadaa*. Hal 26-30

Sary, Annisa Novita. 2017. Analisis Faktor Risiko Intrinsik yang Berhubungan dengan Pneumonia pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Andalas Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Medika Santika.* 1(8) Hal : 58-68

Sinolungan, Jehosua S.V. 2009. Dampak Polusi Parikel Debu dan Gas Kendaraan Bermotor pada Volume dan Kapasitas Paru. *Jurnal Biomedik.* 2 (1) Hal : 65-80

Somantri, Irman. 2008. *Aushan Keperawatan pada Pasien dengan Gangguan Sistem Pernafasan.* Jakarta : Salemba Medika.

Sujarweni, V. Wiratna. 2014. *Metodologi Penelitian.* Yogyakarta : Pustaka Baru Press

Supriyatno, Bambang. 2006. Infeksi Respiratorik Bawah Akut pada Anak.*Sari Pediatri.*2(8) hal : 100-106

Suryanto, Wiwit & Luthfian, lutsyah. 2016. *Pengantar Meteorologi.* Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

Suryo, Joko. 2010. *Herbal Penyembuh Gangguan Sistem Pernapasan.* Yogyakarta : PT Bintang Pustaka

Syani, Fauziah El; Budiyono; & Mursid Raharjo. 2015. Hubungan Faktor Risiko Lingkungan terhadap Kejadian Penyakit Pneumonia Balita dengan Pendekatan Analisis Spasial di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 3(3) Hal : 732-744

Tasci, Suleyman Serdar; Kavalci, Cemil;B& Kayipman, Afsin Emre. 2018. Relationship of Meteorological and Air Pollution Parameters with Pneumonia in Elderly Patients. *Research Article of Emergency Medicine International.* Vol 2018 pg 1-9

Tuan, Tassla Soldi; Venancio, Tais Siqueira; & Nascimento, Luis Fernando Costa. 2015. Air Pollutants and Hospitalization due to Pnemonia Among Children. An Ecological Time Series Study. S*ao Pulo Medicine Journal*. 133 (5) pg 418-413

UNICEF. 2016a. *One is too many : Ending Child Deaths from Pneumonia and Diarrhoea*. New York : UNICEF

UNICEF. 2016b. *Clear the Air for Children.* New York : UNICEF

UNICEF/WHO. 2006. *Pneumonia the Forgotten Killer of Children.* UNICEF/WHO

Wardhana, Wisnu Arya. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Yogyakarta : Andi Offset

Warganegara, Efrida. 2017. Pneumonia Nosokomial (*Hospital-aquired, Ventilator-associated, dan Health Care-associated Pneumonia*). *Jurnal Kesehatan Unila.* 3(1) hal : 612-618

Widodo, Sri. 2007. Lingkungan Fisik Kamar Tidur dan Pneumonia pada Anak Balita di Puskesmas Kawalu Kota Tasikmalaya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 2(2) hal : 65-68

WHO (*World Health Organization*). 2003. *Climate Change and Human Healt Risk and Responses.* Geneva pg. 1 - 322

WHO (*World Health Organization*). 2013. *Study by the World Health Organization on Mortality among Children Under Five Years of Age as a Human Right Concern.* United Nation. page: 1-20

Widuri, Hesti. 2013. *Cara Mengelola Asi Eksklusif bagi Ibu Bekerja.* Yogyakarta : Gosyen Publishing