



UNIVERSITAS INDONESIA

**HUBUNGAN KONSENTRASI SO₂
DAN *SUSPENDED PARTICULATE MATTER* (SPM)
DENGAN JUMLAH KEJADIAN ISPA
PENDUDUK KECAMATAN PADEMANGAN
TAHUN 2006- 2010**

SKRIPSI

**MINERVA NADIA PUTRI A.T
0706165721**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
DEPOK
JANUARI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**HUBUNGAN KONSENTRASI SO₂
DAN *SUSPENDED PARTICULATE MATTER* (SPM)
DENGAN JUMLAH KEJADIAN ISPA
PENDUDUK KECAMATAN PADEMANGAN
TAHUN 2006- 2010**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat (SKM)**

**MINERVA NADIA PUTRI A.T
0706165721**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
DEPOK
JANUARI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : MINERVA NADIA PUTRI A.T

NPM : 0706165721

TANDA TANGAN : 

TANGGAL : 4 Januari 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Minerva Nadia Putri A.T
NPM : 0706165721
Program Studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Judul : Hubungan Konsentrasi SO₂ Dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) Dengan Jumlah Kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006-2010

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat Pada Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Budi Haryanto, SKM, MKM, M.Sc (.....)

Penguji : Drg. Sri Tjahyani Budi Utami, MKM (.....)

Penguji : Diana M. Pakpahan, SKM, MP (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 4 Januari 2012

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Minerva Nadia Putri A.T

NPM : 0706165721

Mahasiswa Program : Sarjana Kesehatan Masyarakat

Tahun Akademik : 2011/2012

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

Hubungan Konsentrasi SO₂ Dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) Dengan Jumlah Kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006-2010

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 4 Januari 2012



(Minerva Nadia Putri A.T)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Minerva Nadia Putri A.T
Tempat dan tanggal lahir : Bandar Lampung, 24 Desember 1989.
Agama : Islam
Jenis kelamin : Perempuan
Alamat : Perum Korpri Blok C 10 No 8, Sukarame. Lampung
Email : Minerva.nadia89@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. TK Dharma Wanita Tahun 1994 - 1995
2. SD Negeri 2 Rawalaut (Teladan) B. Lampung Tahun 1995 - 2001
3. SMP Negeri 1 B. Lampung Tahun 2001 - 2004
4. SMA Negeri 3 B. Lampung Tahun 2004 - 2007
5. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Tahun 2007 - 2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan karuniaNya memberi kekuatan dan kesehatan kepada peneliti selama penyelesaian skripsi yang berjudul: Hubungan Konsentrasi SO₂ Dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) Dengan Jumlah Kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006- 2010.

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan yang dihadapi peneliti, baik pada saat pengumpulan data maupun pengolahan data. Untuk itu peneliti menyampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Dr. Budi Haryanto, SKM, MKM, M.Sc selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran bagi penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Terimakasih banyak Pak Budi.
2. Drg. Sri Tjahyani Budi Utami, MKM yang bersedia menjadi dosen penguji skripsi yang telah memberikan pertanyaan dan juga kritikan serta saran yang membangun demi kesempurnaannya skripsi ini.
3. Diana M. Pakpahan, SKM, MPH selaku penguji dari Suku Dinas Kesehatan Jakarta Utara. Terimakasih banyak ibu atas motivasi, saran dan waktu yang diberikan kepada penulis. Sekali lagi terima kasih banyak ya ibu.
4. Pihak Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kemayoran Jakarta, khususnya Bapak Arif, yang telah banyak membantu penulis untuk memperoleh data curah hujan, tingkat konsentrasi SO₂ dan SPM.
5. Pihak Puskesmas Kecamatan Pademangan, khususnya bapak Jujun Sutrisna yang telah membantu penulis untuk mendapatkan data jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan.
6. Pak Tusin, Ibu Itus dan Pak Nasir selaku staf Departemen Kesehatan Lingkungan atas segala bantuan dalam memperlancar proses penyusunan skripsi ini.

7. My SUPER HEROES, PAPA dan MAMA. Yang selalu menjadi tempat curahan hati penulis. Disaat *down*, doa, dukungan, nasehat hebat, saran dan semangat yang tidak henti-hentinya diberikan kepada penulis. Beribu terima kasih buat papa mama, sangat bangga menjadi seorang anak. *I love yo so much, pa, ma..*
8. Kedua adikku Dea Elysia Nadinda Putri dan Muhammad Tetuko Nadigo, terima kasih telah mendengarkan segala keluh kesah penulis. Love you ucil and cupi.
9. Sigit Catur Rohadi, yang banyak membantu penulis dari awal penyusunan, pengambilan data, hingga akhir skripsi ini. Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah penulis, dukungan, nasehat, dan semangat yang tidak pernah berhenti diberikan. Analia Deviyana yang senantiasa menemani penulis, saat pengambilan data, rela panas-panasan dan berdebu. Terima Kasih
10. Kak Resya, Fanny, Erma, Garnes, Kak Wancun, Takim, Abi, Tia, Edi, Laras, Indri, Kesthi, Maya dkk terima kasih atas *sharing*, bantuan, dukungan dan doa yang selalu diberikan kepada penulis. Love you all
11. Departemen Kesehatan Lingkungan 2007 terima kasih atas kebersamaannya selama perkuliahan, dan dukungan yang senantiasa diberikan.
12. Serta seluruh pihak yang membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih banyak.

Peneliti menyadari bahwa apa yang disajikan dalam tulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan tulisan ini. Besar harapan peneliti semoga skripsi ini dapat member manfaat dan masukan bagi kita semua.

Depok, 4 Januari 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Minerva Nadia Putri A.T
NPM : 0706165721
Program Studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Departemen : Kesehatan Lingkungan Kesehatan Masyarakat
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:


**Hubungan Konsentrasi SO₂ Dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) Dengan
Jumlah Kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan
Tahun 2006-2010**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 4 Januari 2012

Yang menyatakan,



(Minerva Nadia Putri A.T)

ABSTRAK

Nama : Minerva Nadia Putri A.T
Program Studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Judul : Hubungan Konsentrasi SO₂ Dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) Dengan Jumlah Kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006- 2010.

Hasil pengukuran kualitas udara di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010 dinyatakan kurang baik. Konsentrasi SO₂ dan SPM selalu mengalami peningkatan dan penurunan secara fluktuatif, bahkan beberapa konsentrasi SPM telah melampaui baku mutu. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dan SPM dengan jumlah kejadian ISPA pada penduduk di Kecamatan Pademangan pada dua periode musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Desain studi yang digunakan adalah studi ekologi menurut waktu dengan metode uji korelasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara SPM dan SO₂ dengan ISPA pada musim kemarau dan musim hujan. Namun terdapat hubungan yang bermakna antara SO₂ dengan ISPA pada kelompok H4 yaitu selama musim hujan di bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009, (*pvalue* = 0,010).

Kata kunci: *Suspended Particulate Matter* (SPM), SO₂, ISPA

ABSTRACT

Name : Minerva Nadia Putri A.T
Program Study: Bachelor of Public Health
Title : Related Between SO₂ and *Suspended Particulate Matter* (SPM)
With Case of ARI at Resident in Pademangan District in 2006-
2010.

The measurement result of air quality in Pademangan district year 2006-2010 is stated as in ungood condition. The concentration of SO₂ and SPM always fluctuactly increase and decrease, evenmore some of SPM concentration is exceed the maximum value level. This research is aimed to know the correlation between the concentration rate of SO₂ and SPM and the occurence of ARI in Pademangan district in two season period, dry and rainy season. The design study used was ecological study according to seasoning time using the corelation test. The result showed that there was no correlation between the SPM and SO₂ with the occurence of ARI. But there is a meaningful relation between SO₂ and upper respiratory toward group H4, in a rainy season on December 2008 through February 2009, (*pvalue* = 0,010)

Keywords : *Suspended Particulate Matter* (SPM), SO₂, ARI.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR DAN DIAGRAM	xvi
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Pertanyaan Penelitian	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.4.1 Tujuan Umum	7
1.4.2 Tujuan Khusus	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	8
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Udara	9
2.1.1 Pengertian Udara	9
2.1.2 Pengertian Pencemaran Udara	9
2.1.3 Sumber Pencemaran Udara	10
2.1.4 Baku mutu kualitas udara ambien	12
2.2 Zat Pencemar Udara	14
2.2.1 Karbon monoksida (CO)	14
2.2.2 Nitrogen Oksida (NO _x)	15
2.2.3 Ozone (O ₃)	15
2.2.4 Hidrokarbon (HC)	16
2.2.5 Sulfur dioksida (SO ₂)	16
2.2.5.1 Dampak kesehatan SO ₂	18
2.2.6 <i>Suspended Particulate Matter</i> (SPM)	20

2.2.6.1 Sumber dan Distribusi <i>Suspended Particulate Matter</i> (SPM)	20
2.2.6.2 Jenis Partikulat	21
2.2.6.3 Klasifikasi Partikulat Debu	22
2.2.6.4 Sifat-sifat Partikulat Debu	23
2.2.6.5 NAB untuk <i>Suspended Particulate Matter</i> (SPM)	23
2.2.6.6 Dampak <i>Suspended Particulate Matter</i> (SPM) bagi kesehatan	23
2.3 Pengaruh meteorologi dalam pencemaran udara	26
2.3.1 Suhu	26
2.3.2 Kelembaban	27
2.3.3 Angin/ Kecepatan angin	27
2.3.4 Radiasi Sinar Matahari	27
2.3.5 Curah hujan	28
2.4 Pernafasan	28
2.4.1 Sistem Pernafasan	28
2.4.2 Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)	30
2.4.2.1 Definisi ISPA	30
2.4.2.2 Klasifikasi ISPA	30
2.4.2.3 Penyebab ISPA	33
2.4.2.4 Cara Penularan Penyakit ISPA	33
2.4.2.3 Penyebab ISPA	34
2.5 Faktor Risiko Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA).....	34
2.6 Hubungan antara SO ₂ dan <i>Suspended Particulate Matter</i> (SPM) dengan penyakit ISPA	36
2.7 Pencegahan dan penanggulangan	37
2.8 Studi Ekologi	38
3. KERANGKA TEORI, KONSEP, HIPOTESIS DAN DEFINISI OPERASIONAL	
3.1 Kerangka Teori	40
3.2 Kerangka Konsep	41
3.3 Variabel Penelitian	41
3.4 Definisi Operasional	42
4. METODOLOGI PENELITIAN	
4.1 Desain Penelitian	43
4.2 Populasi dan Sampel	43
4.2.1 Perhitungan Sampel	43
4.2.2 Pengambilan Sampel Data Sekunder	43
4.3 Pengumpulan Data Sekunder ISPA, SO ₂ dan SPM	43
4.3.1 Tempat dan Waktu	44

4.3.2 Pengumpulan Data Sekunder Konsentrasi SO ₂ dan SPM.....	44
4.3.2.1 Pengukuran konsentrasi SPM oleh BMKG	44
4.3.2.2 Pengukuran konsentrasi SO ₂ oleh BMKG.....	46
4.3.3 Pengumpulan Data Kasus ISPA	46
4.4 Analisis Data	47
4.4.1 Persiapan Analisis	48
4.4.2 Analisis Univariat	48
4.4.3 Analisis Bivariat.....	48
5. HASIL PENELITIAN	
5.1 Gambaran Umum Wilayah Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara	50
5.1.1 Keadaan Geografis	50
5.1.2 Luas Wilayah	51
5.1.3 Luas Wilayah dan Kependudukan di Kecamatan Pademangan	51
5.1.4 Tenaga Kerja	52
5.1.5 Sarana Kesehatan	53
5.1.6 Air minum	54
5.1.7 Pendidikan	54
5.1.8 Industri	55
5.1.9 Sarana Lalu Lintas	55
5.1.10 Keadaan Iklim	56
5.1.11 Potensi Kecamatan Pademangan	56
5.2 Pembagian Periode Musim	56
5.3 Hasil Analisis Univariat	58
5.3.1 Gambaran Jumlah Kejadian Penyakit ISPA di Kec. Pademangan.....	58
5.3.1.1 ISPA Periode Musim Kemarau	58
5.3.1.2 ISPA Periode Musim Hujan	59
5.3.1.3. Dua Periode Musim ISPA	59
5.3.2 Gambaran Konsentrasi SPM selama 5 tahun di Kec. Pademangan.....	60
5.3.2.1 SPM Periode Musim Hujan	60
5.3.2.2 SPM Periode Musim Kemarau	61
5.3.2.3 Dua Periode Musim SPM	62
5.3.3 Gambaran Konsentrasi SO ₂ selama 5 tahun di Kec. Pademangan.....	62
5.3.3.1 SO ₂ Periode Musim Hujan	63
5.3.3.2 SO ₂ Periode Musim Kemarau	63
5.3.3.3 Dua Periode Musim SO ₂	64
5.4 Uji Normalitas	65
5.5 Analisis Bivariat	66
5.5.1 Hubungan Antara Konsentrasi SPM dengan Kejadian ISPA.....	66

5.5.2 Hubungan Antara Konsentrasi SO ₂ dengan ISPA	74
6. PEMBAHASAN	
6.1 Keterbatasan Penelitian	82
6.2 Analisis Univariat.....	83
6.2.1 Konsentrasi <i>Suspended Particulate Matter</i> (SPM) di Kecamatan Pademangan.	83
6.2.2 Konsentrasi Sulfur dioksida (SO ₂) di Kecamatan Pademangan	85
6.2.3 Jumlah Kejadian ISPA Pada Penduduk di Kecamatan Pademangan	86
6.3 Analisis Bivariat.....	88
6.3.1 Hubungan tingkat konsentrasi <i>Suspended Particulate Matter</i> (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan	88
6.3.2 Hubungan tingkat konsentrasi Sulfur dioksida (SO ₂) dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan	91
7. KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan	94
7.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku mutu kualitas udara ambien	13
Tabel 2.2	Baku mutu kualitas udara USA	13
Tabel 2.3	Pengaruh SO ₂ terhadap manusia	18
Tabel 5.1	Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk	48
Tabel 5.2	Jumlah Penduduk, KK, RW, dan RT	48
Tabel 5.3	Jumlah Kepala Keluarga menurut Jenis Kegiatan (I).....	49
Tabel 5.4	Jumlah Kepala Keluarga menurut Jenis Kegiatan (II)	50
Tabel 5.5	Usaha pencegahan penyakit yang diberikan kepada warga	51
Tabel 5.6	Jumlah Kepala Keluarga menurut Sumber Air Minum.....	51
Tabel 5.7	Sumber Air untuk Mandi dan Cuci serta Air PAM untuk Penduduk. 52	
Tabel 5.8	Jumlah Perusahaan Industri Menurut Jenisnya	53
Tabel 5.9	Uji Normalitas Data.....	63
Tabel 5.10	Hasil Uji Korelasi SPM dengan ISPA.....	65
Tabel 5.11	Hasil Uji Korelasi SO ₂ dengan ISPA	72

DAFTAR GAMBAR DAN DIAGRAM

Diagram 2.1	Klasifikasi Debu	22
Gambar 2.1	Sumber buatan penyumbang SO ₂	17
Gambar 2.2	Distribusi ukuran partikel penyebab penyakit pernafasan.....	25
Gambar 2.3	Anatomi Saluran Pernafasan Berdasarkan Lokasi Anatomik	31
Gambar 3.1	Kerangka Teori	39
Gambar 3.2	Kerangka Konsep	40
Gambar 5.1	Peta Wilayah Kecamatan Pademangan	47
Gambar 5.2	Grafik Jumlah Penduduk di Kecamatan Pademangan.....	49
Gambar 5.3	Fasilitas Kesehatan di Pademangan.....	50
Gambar 5.4	Grafik Jumlah Sekolah	52
Gambar 5.5	Grafik Tingkat Curah Hujan.....	54
Gambar 5.6	Rata-rata Jumlah Kejadian ISPA pada Periode Musim Kemarau	56
Gambar 5.7	Rata-rata Jumlah Kejadian ISPA pada Periode Musim Hujan.....	57
Gambar 5.8	Rata-rata Jumlah Kejadian ISPA pada Dua Periode Musim	57
Gambar 5.9	Grafik Tingkat Konsentrasi SPM pada Periode Musim Hujan	58
Gambar 5.10	Grafik Tingkat Konsentrasi SPM pada Periode Musim Kemarau	59
Gambar 5.11	Rata-rata Tingkat Konsentrasi SPM pada Dua Periode Musim	60
Gambar 5.12	Grafik Tingkat Konsentrasi SO ₂ pada Periode Musim Hujan	61
Gambar 5.13	Grafik Tingkat Konsentrasi SO ₂ pada Periode Musim Kemarau	62
Gambar 5.14	Grafik Tingkat Konsentrasi SO ₂ pada Dua Periode Musim	62
Gambar 5.15	Scatter SPM dengan ISPA Periode H1	66
Gambar 5.16	Scatter SPM dengan ISPA Periode K1.....	66
Gambar 5.17	Scatter SPM dengan ISPA Periode K2.	67

Gambar 5.18 Scatter SPM dengan ISPA Periode H2.	67
Gambar 5.19 Scatter SPM dengan ISPA Periode K3.	68
Gambar 5.20 Scatter SPM dengan ISPA Periode H3.	68
Gambar 5.21 Scatter SPM dengan ISPA Periode K4.	69
Gambar 5.22 Scatter SPM dengan ISPA Periode H4.	69
Gambar 5.23 Scatter SPM dengan ISPA Periode K5.	70
Gambar 5.24 Scatter SPM dengan ISPA Periode H5.	70
Gambar 5.25 Hubungan SPM dengan ISPA Pada Tiap Periode Musim.	70
Gambar 5.26 Scatter SPM dengan ISPA Selama Periode Musim Kemarau.	72
Gambar 5.27 Scatter SPM dengan ISPA Selama Periode Musim Hujan.	72
Gambar 5.28 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode K1.	73
Gambar 5.29 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode K2.	74
Gambar 5.30 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode H2.	74
Gambar 5.31 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode K3.	75
Gambar 5.32 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode H3.	75
Gambar 5.33 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode K4.	76
Gambar 5.34 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode H4.	76
Gambar 5.35 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode K5.	77
Gambar 5.36 Scatter SO ₂ dengan ISPA pada periode H5.	77
Gambar 5.37 Hubungan SO ₂ dengan ISPA pada Tiap Periode Musim.	78
Gambar 5.36 Scatter SO ₂ dengan ISPA Selama Periode Musim Kemarau.	79
Gambar 5.37 Scatter SO ₂ dengan ISPA Selama Periode Musim Hujan.	79

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan faktor yang penting di dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Perubahan lingkungan udara pada umumnya disebabkan terjadinya pencemaran udara, dengan masuknya zat pencemar (berbentuk gas dan partikel kecil/ aerosol) ke dalam udara. Beberapa contoh dari bahan pencemar udara adalah SO_2 (*Sulfur dioksida*) dan SPM (*Suspended Particulate Matter*). Dilihat secara kimiawi, banyak sekali macam bahan pencemar (puluhan ribu bahkan tidak terbatas) sebagai contoh dari asap rokok telah diidentifikasi lebih dari 200 macam bahan pencemar utama (*major air pollutants*) yaitu golongan oksida karbon (CO , CO_2), oksida belerang (SO_2 , SO_3), Oksida nitrogen (N_2O , NO , NO_3), hasil reaksi foto kimia, partikel (asap), debu, asbestos, metal, minyak, garam sulfat), senyawa inorganik (asbestos, HF , H_2S , NH_3 , H_2SO_4 , HNO_3), hidrokarbon (CH_4 , C_4H_{10}), unsur radio aktif (Tritium, Radon), energi panas (suhu) dan kebisingan. (Soedomo, Moestikahadi, 2001)

Penurunan kualitas udara di lingkungan perkotaan terjadi sebagai akibat teremisikannya berbagai jenis pencemar yang terutama berupa gas CO (karbonmonoksida), HC (senyawa hidrokarbon), SO_x (oksida-oksida sulfur), NO_x (oksida-oksida nitrogen), oksidan fotokimia, Pb (timah hitam) dan partikulat. (Soedomo, Moestikahadi, 2001). Pencemaran udara pada dasarnya berbentuk partikel (debu, aerosol, timah hitam) dan gas (CO , NO_x , SO_x , H_2S , Hidrokarbon). Udara yang tercemar dengan dengan partikel dan gas ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit pernafasan kronis seperti bronchitis khronis, emfiesma paru, asma bronchial dan bahkan kanker paru. (Soedomo, Moestikahadi, 2001)

Salah satu bahan pencemar udara adalah SPM (*Suspended Particulate Matter*) merupakan partikel berbentuk padat dan cair yang melayang di udara dalam jangka waktu yang relatif lama. (EPA, 1999). SPM merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang tersebar di udara dengan diameter yang sangat kecil, mulai dari < 1 mikron sampai dengan maksimal 500 mikron. SPM dapat menyebabkan penyakit asma, kanker saluran nafas, permasalahan pada sistem peredaran darah dan kematian mendadak. Partikel yang berdiameter kurang dari 10 mikron, memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menembus ke dalam paru. Rambut di dalam hidung dapat menyaring debu yang berukuran lebih besar dari 10 μ m. (Faisal, Farid, 2009).

SO₂ adalah merupakan gas yang tidak berwarna, berbau, larut dalam berbagai zat pelarut diantaranya adalah air dan alkohol. Konsentrasi gas SO₂ di udara akan mulai terdeteksi oleh indera manusia (tercium baunya) manakala konsentrasinya berkisar antara 0,3 – 1 ppm. SO₂ berasal dari sumber alamiah dan buatan. Sumber alamiah dari SO₂ antara lain letusan gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba dan reduksi sulfur secara biologis. Sedangkan sumber buatan dapat berasal dari penggunaan bahan bakar minyak, gas, dan batu bara yang mengandung sulfur tinggi, industri serta kendaraan bermotor.

Departemen Kesehatan menyebutkan bahwa pencemaran udara terhadap manusia melalui berbagai cara akan mempengaruhi sistem pernapasan, hal ini terjadi karena manusia menghirup dan menghembuskan udara dari paru - paru sekitar 10 m³ per hari. Zat-zat pencemar seperti CO, NO_x, SO₂, SPM, hidrokarbon juga timbal dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit pernapasan kronis seperti *bronchitis khronis*, *emfiesma paru*, *asma bronchial* dan bahkan kanker paru-paru.

ISPA didefinisikan sebagai penyakit saluran pernapasan akut yang disebabkan oleh agen infeksius yang ditularkan dari manusia ke manusia. Timbulnya gejala biasanya cepat, yaitu dalam waktu beberapa jam sampai beberapa hari. Gejalanya meliputi demam, batuk, dan sering juga nyeri tenggorok,

coryza (pilek), sesak napas, mengi, atau kesulitan bernapas (WHO, 2007). ISPA dapat ditularkan melalui air ludah, darah, bersin, udara pernapasan yang mengandung kuman yang terhirup oleh orang sehat kesaluran pernapasannya (Rasmaliah, 2004)

ISPA masih merupakan masalah kesehatan yang penting karena menyebabkan kematian, terutama bagi bayi dan balita. Angka kematiannya cukup tinggi yaitu kira-kira 1 dari 4 kematian yang terjadi. Setiap anak diperkirakan mengalami 3-6 episode ISPA setiap tahunnya. 40 % -60 % dari kunjungan di Puskesmas adalah oleh penyakit ISPA. Kematian yang terbesar umumnya adalah karena pneumonia pada bayi berumur kurang dari 2 bulan. Hingga saat ini angka mortalitas ISPA yang berat masih sangat tinggi. Kematian seringkali disebabkan karena penderita datang untuk berobat dalam keadaan berat (sudah terlambat) dan sering disertai faktor pendukung seperti kurang gizi.

Penderita ISPA pada daerah bencana asap meningkat sebesar 1,8-3,8 kali lebih besar dari jumlah penderita ISPA pada periode yang sama tahun-tahun sebelumnya. Hasil studi yang dilakukan oleh Ditjen PPM & PL, tahun 1999 pada pusat keramaian di 3 kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Yogyakarta dan Semarang menunjukkan gambaran sebagai berikut : kadar debu (SPM) 280 ug/m^3 , kadar SO_2 sebesar 0,76 ppm, dan kadar NO_x sebesar 0,50 ppm, dimana angka tersebut telah melebihi nilai ambang batas/standar kualitas udara.

Kualitas udara di wilayah Kalimantan Barat sudah pada taraf membahayakan kesehatan dimana kadar debu mencapai angka di atas 1.490 ug/m^3 , dimana batas ambang yang diperkenankan sebesar 230 ug/m^3 . Kabut asap akibat kebakaran hutan yang terjadi telah merambah ke berbagai propinsi, seperti Kalimantan Tengah, Sumatera Utara dan Riau, bahkan telah berpengaruh sampai wilayah manca negara seperti Malaysia dan Thailand. (Depkes, 2010). Pengukuran kualitas udara di 34 titik di Daerah pengungsian Gunung Merapi, yang diteliti oleh Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan (BBTKL) Daerah Istimewa Yogyakarta dibantu BBTKL Surabaya, partikel debu *Suspended Particulate Matter* (SPM) dan *Particulate Matter* (PM) mempunyai kadar yang paling tinggi, sehingga berdasarkan data jumlah orang yang berobat ke klinik atau pos pelayanan kesehatan diketahui penyakit dominan yang terjadi pada pengungsi

adalah penyakit ISPA (Yuwanto, Endro, 2010) Menurut hasil penelitian (Cristine, 2002), menyatakan bahwa, dari 42 pekerja industri kayu lapis di Sumatera Utara , terdapat 15 (37,7%) pekerja yang menderita gangguan saluran pernafasan berupa batuk terus menerus, pneumonia yang dipengaruhi oleh tingkat kadar debu sebesar $13,990 \text{ mg/m}^3 - 36,909 \text{ mg}$. Hasil pemeriksaan kualitas udara disekitar stasiun kereta api dan terminal di kota Yogyakarta pada tahun 1992 menunjukkan kualitas udara sudah menurun, yaitu kadar debu rata-rata 699 ug/m^3 , kadar SO_2 sebesar 0,03–0,086 ppm, kadar NO_x sebesar 0,05 ppm dan kadar Hidro Karbon sebesar 0,35–0,68 ppm. Kondisi kualitas udara di Jakarta khususnya kualitas debu sudah cukup memprihatinkan, yaitu di Pulo Gadung rata-rata 155 ug/m^3 , dan Casablanca rata-rata 680 ug/m^3 . (Depkes, 2010).

Pada Konferensi Internasional mengenai ISPA di Canberra, Australia, pada Juli 1997 lalu terungkap, empat juta balita di negara-negara berkembang meninggal tiap tahun akibat ISPA. Di Indonesia, kematian balita akibat penyakit itu menduduki peringkat terbesar. Pada akhir 2000, diperkirakan kematian akibat pneumonia sebagai penyebab utama ISPA di Indonesia mencapai lima kasus di antara 1.000 bayi/balita. Pneumonia mengakibatkan 150.000 bayi atau balita meninggal tiap tahun, atau 12.500 korban per bulan, atau 416 kasus sehari, atau 17 anak per jam, atau seorang bayi tiap lima menit (Siswono, 2007). Di Indonesia, Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) selalu menempati urutan pertama pada 10 besar penyakit yang paling sering di derita dan berada pada daftar 10 penyakit terbanyak di rumah sakit. Survei mortalitas yang dilakukan oleh Subdit ISPA tahun 2005 menempatkan ISPA/Pneumonia sebagai penyebab kematian bayi terbesar di Indonesia dengan persentase 22,30% dari seluruh kematian balita (Anonim, 2008). Penemuan penderita ISPA di Sulawesi Tenggara, sejak tahun 2006 hingga 2008, berturut-turut adalah 74.278 kasus (36,26 %), 62.126 kasus (31,45%), 72.537 kasus (35,94%) (Anonim, 2008). Berdasarkan data RSUD Cibabat, di Cimahi, pada triwulan pertama 2010, jumlah pasien rawat jalan untuk ISPA mencapai 304 orang (Anonim, 2010). Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007, menunjukkan; prevalensi nasional ISPA sebesar 25,5% (Depkes, 2010)

Berdasarkan data tahun 2010 tercatat lebih dari 100 ribu kasus ISPA terjadi di Kalimantan Selatan, Banjarmasin merupakan daerah dengan kasus ISPA terbanyak yaitu 33.083 kasus. Urutan kedua daerah dengan kasus ISPA terbanyak adalah Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU) dengan jumlah kasus 16.384. Daerah ketiga adalah Kabupaten Barito Kuala dengan 11.760, kemudian disusul oleh Kota Banjarbaru dengan 11.716 kasus. (Dinkes Kalsel, 2010). Berdasarkan data Suku Dinas Kesehatan Jakarta Utara menyebutkan, sejak Januari hingga Mei 2010 jumlah kejadian ISPA mengalami peningkatan dibandingkan dengan sebelumnya, jumlah penderita ISPA di wilayah Jakarta Utara berjumlah 79.275 orang, dari total penduduk sebanyak 1.180.967 orang. Penderita tertinggi terdapat di Kecamatan Tanjung Priok sebanyak 32.443 penderita. Disusul Pademangan sebanyak 23.089 penderita. Penjaringan 17.141 penderita, dan Cilincing 6.602 penderita. Sedangkan dua kecamatan lainnya, yakni Koja dan Kelapagading. sejauh ini belum ditemukan adanya warga yang terserang penyakit ISPA.

Berdasarkan data Suku Dinas Kesehatan Jakarta Utara, menggambarkan terjadi peningkatan kasus ISPA, jumlah penderita ISPA di wilayah Jakarta Utara pada bulan Januari sampai Mei 2010 berjumlah 79.275 orang, dari total penduduk sebanyak 1.180.967 orang. Salah satu kecamatan yang terdapat di wilayah Jakarta Utara adalah Kecamatan Pademangan. Kecamatan Pademangan memiliki jumlah penderita ISPA sebanyak 27.874 orang, dari total penduduk sebanyak 119.398 orang, pada bulan Januari hingga Mei 2010. Selain itu berdasarkan data dari stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang berada di Ancol, Kecamatan Pademangan, tingkat konsentrasi SO_2 di daerah tersebut termasuk kedalam salah satu stasiun yang mempunyai tingkat konsentrasi tertinggi dibandingkan stasiun lainnya, dan mengalami peningkatan setiap bulan pada tahun 2010.

Kecamatan Pademangan mayoritasnya merupakan kawasan wisata, kawasan wisata ini memiliki jumlah pengunjung yang sangat besar, tahun 2010 total jumlah pengunjung mencapai 14,5 juta jiwa (Rahayu, 2010) yang mengakibatkan tingginya arus transportasi di daerah tersebut, dan meningkatkan tingkat konsentrasi debu (SPM). Kawasan pemukiman yang padat, masih

beroperasinya angkutan bemo dan bajaj, dan berdekatan dengan Kecamatan Tanjung Priok yang mayoritasnya merupakan kawasan padat industri.

Dari uraian diatas, maka penulis ingin mengetahui faktor risiko penyebab Infeksi Saluran Pernafasaan Akut (ISPA) di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010. Faktor risiko utama yang dapat menyebabkan ISPA adalah keberadaan agent di lingkungan yang dapat berasal dari virus, bakteri, partikel, gas dan sebagainya. Beberapa variabel yang merupakan komponen zat pencemar udara seperti SO_2 dan SPM yang berasal dari proses pembakaran (batubara, minyak bumi, dan lain-lain) yang dapat menghasilkan jelaga (partikulat yang terdiri dari karbon dan zat lain yang melekat padanya), emisi pabrik-pabrik industri, kendaraan bermotor.

1.2 Perumusan Masalah

Dari data yang ada, penyakit ISPA merupakan salah satu penyakit yang paling banyak diderita oleh Penduduk Kecamatan Pademangan. Dalam lima tahun terakhir tercatat jumlah penderita ISPA di Kecamatan Pademangan berjumlah 66.618 jiwa per tahunnya. Sejak tahun 2006 hingga tahun 2010, data kualitas udara Kecamatan Pademangan untuk parameter *Suspended Particulate Matter* (SPM) hanya di tahun 2007 dan 2008 saja yang masih dibawah baku mutu, selebihnya telah melampaui standar baku mutu yang sudah ditetapkan yaitu $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selain itu, parameter gas sulfur dioksida (SO_2) pada periode waktu yang sama meskipun masih di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,1 ppm, namun cenderung mengalami peningkatan di tiap tahunnya. Didasarkan penjelasan sebelumnya maka perlu dilakukan penelitian mengenai hubungan konsentrasi SO_2 dan SPM dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Adakah hubungan konsentrasi SO_2 dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006-2010 ?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah ingin mengetahui hubungan antara konsentrasi SO_2 dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006-2010.

1.4.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui gambaran konsentrasi SO_2 dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010.
- b. Mengetahui gambaran jumlah kejadian ISPA penduduk Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010.
- c. Mengetahui adanya hubungan antara konsentrasi SO_2 dan SPM dengan jumlah kejadian ISPA penduduk Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan manfaat bagi penulis sendiri agar dapat mengaplikasikan ilmu penulis yang didapatkan selama dibangku kuliah dan memperoleh pengalaman di bidang penelitian.
2. Sebagai bahan evaluasi dalam pemantauan daerah-daerah kritis dengan pencemar tertinggi dan kejadian ISPA tertinggi, sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan dasar penentuan kebijakan di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara tahun 2006-2010.
3. Sebagai tambahan referensi di FKM UI mengenai hubungan antara tingkat konsentrasi SO_2 dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan kejadian ISPA per periode musim pada penduduk di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara tahun 2006-2010, sehingga nantinya dapat digunakan dengan sebaik-baiknya oleh pihak lain untuk penelitian sejenis atau penelitian lain yang lebih mendalam.
4. Sebagai bahan informasi untuk penduduk di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara tahun 2006-2010.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini hanya pada penduduk di Kecamatan Pademangan selama kurun waktu 5 tahun yaitu tahun 2006 sampai dengan tahun 2010. Penulis melakukan penelitian mengenai pencemaran udara, dengan variabel SO_2 dan SPM serta ingin mengetahui adakah hubungan konsentrasi SO_2 dan SPM dengan jumlah kejadian ISPA.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

2.1.1 Pengertian Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Kualitas dari udara yang telah berubah komposisinya dari komposisi udara alamiahnya adalah udara yang sudah tercemar sehingga tidak dapat menyangga kehidupan. Udara merupakan komponen kehidupan yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia maupun makhluk hidup lainnya seperti tumbuhan dan hewan. Udara di alam tidak pernah ditemukan bersih sama sekali. Beberapa gas seperti sulphur dioksida (SO_2), hydrogen sulfida (H_2S) dan karbonmonoksida (CO) selalu dibebaskan ke udara sebagai produk sampingan dari proses-proses alami seperti aktivitas vulkanik, pembusukan, sampah tanaman, kebakaran hutan dan sebagainya. Selain itu partikel padatan atau cairan berukuran kecil dapat tersebar diudara oleh angin, letusan vulkanik atau gangguan alam lainnya (Fardiaz, 1992).

2.1.2 Pengertian Pencemaran Udara

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, serta aktivitas dari manusia, kualitas udara telah mengalami perubahan. Perubahan udara pada umumnya disebabkan oleh pencemaran udara yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel kecil/ aerosol) ke dalam udara. Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat secara alamiah, misalnya asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut; juga sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran rumah tangga (Soedomo, 2001).

Pencemaran udara umumnya diartikan sebagai udara yang mengandung satu atau lebih bahan kimia dalam konsentrasi yang cukup tinggi untuk dapat menyebabkan gangguan atau bahaya terhadap manusia, binatang, tumbuh-tumbuhan, dan harta benda (Kusnoputranto, 1995). Sedangkan menurut PP RI No. 41 tahun 1999 tentang pencemaran udara menyebutkan bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam udara ambient oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai tingkat tertinggi yang menyebabkan udara ambient tidak dapat memenuhi fungsinya.

Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Berbagai kegiatan tersebut merupakan kontribusi terbesar dari pencemar udara yang dibuang ke udara bebas. Sumber pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, gas alam beracun, dll. Dampak dari pencemaran udara tersebut adalah menyebabkan penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia (Depkes, 2010)

2.1.3 Sumber Pencemaran Udara

Terdapat 2 jenis pencemar udara yaitu :

- a. Zat pencemar primer, yaitu zat kimia yang langsung mengkontaminasi udara dalam konsentrasi yang membahayakan. Zat tersebut berasal dari komponen udara alamiah seperti karbon dioksida, yang meningkat diatas konsentrasi normal, atau sesuatu yang tidak biasanya, ditemukan dalam udara, misalnya timbal.
- b. Zat pencemar sekunder, yaitu zat kimia berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia antar komponen-komponen udara.

Sumber bahan pencemar primer dapat dibagi lagi menjadi dua golongan besar :

1. Sumber alamiah

Beberapa kegiatan alam yang bisa menyebabkan pencemaran udara adalah kegiatan gunung berapi, kebakaran hutan, kegiatan mikroorganisme, dan lain-lain. Bahan pencemar yang dihasilkan umumnya adalah asap, gas-gas, dan debu.

2. Sumber buatan manusia

Kegiatan manusia yang menghasilkan bahan-bahan pencemar bermacam-macam antara lain adalah kegiatan-kegiatan berikut :

1. Pembakaran, seperti pembakaran sampah, pembakaran pada kegiatan rumah tangga, industri, kendaraan bermotor, dan lain-lain. Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan antara lain asap, debu, grit (pasir halus), dan gas (CO dan NO).
2. Proses peleburan, seperti proses peleburan baja, pembuatan soda, semen, keramik, aspal. Sedangkan bahan pencemar yang dihasilkannya antara lain adalah debu, uap dan gas-gas.
3. Pertambangan dan penggalian, seperti tambang mineral and logam. Bahan pencemar yang dihasilkan terutama adalah debu.
4. Proses pengolahan dan pemanasan seperti pada proses pengolahan makanan, daging, ikan, dan penyamakan. Bahan pencemar yang dihasilkan terutama asap, debu, dan bau.
5. Pembuangan limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Pencemarannya terutama adalah dari instalasi pengolahan air buangnya. Sedangkan bahan pencemarnya yang teruatam adalah gas H_2S yang menimbulkan bau busuk
6. Proses kimia, seperti pada proses fertilisasi, proses pemurnian minyak bumi, proses pengolahan mineral. Pembuatan keris, dan lain-lain. Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan antara lain adalah debu, uap dan gas-gas
7. Proses pembangunan seperti pembangunan gedung-gedung, jalan dan kegiatan yang semacamnya. Bahan pencemarnya yang terutama adalah asap dan debu
8. Proses percobaan atom atau nuklir. Bahan pencemarnya yang terutama adalah gas-gas dan debu radioaktif. (Prabu, 2008)

Menurut G. Tyler Miller, JR, 1992 menjelaskan dari ratusan bahan pencemar udara dalam troposphere terdapat sembilan kelompok bahan pencemar penting yaitu :

1. Karbon oksida, terdiri atas karbon monooksida (CO) dan karbon dioksida (CO_2).
2. Sulfur oksida, terdiri atas sulfur dioksida (SO_2) dan sulfur trioksida (SO_3)

3. Nitrogen oksida, yakni nitric oksida (NO), nitrogen dioksida (NO₂) dan nitrous oksida (N₂O)
4. *Volatile Organic Compounds* (VOCs), seperti *methane* (CH₄), *benzene* (C₆H₆), *Formaldehyde* (CH₂O), *Chlorofluorocarbons* (CFCs) dan *halon* bermuatan *bromine*.
5. *Suspended particular matter* (SPM), butir-butir partikulat seperti debu, karbon, asbestos, tembaga, arsenic, cadmium, nitrat (NO₃) dan butir-butir cairan kimia seperti *sulfuric acid* (H₂SO₄), minyak PCBs, dioxins dan berbagai pestisida.
6. *Photochemical oxidant*, seperti *ozone* (O₃) *peroxyacyl nitrates*, *hydrogen peroxide* begitu pula *formaldehyde* (CH₂O) yang terbentuk dalam atmosfer sebagai reaksi bahan kimia yang dipicu oleh matahari.
7. Bahan radioaktif seperti radon-222, iodine-131, strontium-90, plutonium-239 dan radioisotopes yang masuk atmosfer sebagai gas atau bahan partikulat.
8. Panas yang dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi dan yang serupa.
9. Kebisingan yang dihasilkan kendaraan bermotor, pesawat terbang, kereta api bunyi mesin dan yang serupa. (G. Tyler Miller, JR dalam Soedomo, Moestikahadi, 2001)

2.1.4 Baku mutu kualitas udara ambien

Sumber daya udara membutuhkan pengelolaan. Pengelolaan dilakukan untuk dapat mengurangi, mengendalikan atau membatasi tingkat pencemaran.

Tabel 2.1 Baku mutu kualitas udara ambient di Indonesia

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	900 µg / Nm ³ 365 µg / Nm ³ 60 µg / Nm ³	Pararosanalin	Spektrofotometer
2	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	30.000 µg / Nm ³ 10.000 µg / Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer
3	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	400 µg / Nm ³ 150 µg / Nm ³ 100 µg / Nm ³	Saltzman	Spektrofotometer
4	O ₃ (Oksida)	1 Jam 1 Thn	235 µg / Nm ³ 50 µg / Nm ³	Chemiluminescent	Spektrofotometer
5	HC (Hidro Karbon)	3 Jam	160 µg / Nm ³	Flamed Ionization	Gas Chromatografi
6	PM ₁₀ (Partikel < 10 mm)	24 Jam	150 µg / Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol
	PM _{2,5} (*) (Partikel < 2,5 mm)	24 Jam 1 Thn	65 µg / Nm ³ 15 µg / Nm ³	Gravimetric Gravimetric	Hi – Vol Hi – Vol
7	TSP (Debu)	24 Jam 1 Thn	230 µg / Nm ³ 90 µg / Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol
8	Pb (Timah Hitam)	24 Jam 1 Thn	2 µg / Nm ³ 1 µg / Nm ³	Gravimetric Ekstraktif Pengabuan	Hi – Vol AAS
9	Dustfall (Debu Jatuh)	30 hari	10 Ton/km ² /Bulan (Pemukiman) 10 Ton/km ² /Bulan (Industri)	Gravimetric	Cannister
10	Total Fluorides (as F)	24 Jam 90 hari	3 µg / Nm ³ 0,5 µg / Nm ³	Spesific Ion Electrode	Impinger atau Countinous Analyzer
11	Flour Indeks	30 hari	40 µg / 100 cm ² dari kertas limed filter	Colourimetric	Limed Filter Paper
12	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 Jam	150 µg / Nm ³	Spesific Ion Electrode	Imping atau Countinous Analyzer
13	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg SO ₃ / 100 cm ² Dari Lead Peroksida	Colourimetric	Lead Peroxida Candle

Sumber : Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999.

Tabel 2.2 Baku mutu kualitas udara USA

Cemaran	Waktu Rata-rata	Baku Mutu Primer	Baku Mutu Sekunder	Sasaran Umum
Ozon	1 Jam	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,12 ppm)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,12 ppm)	Untuk mencegah iritasi mata dan kemungkinan gangguan fungsi paru pada orang dengan penyakit paru kronis, dan mencegah kerusakan tumbuhan
Karbon Monoksida	8 Jam	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9 ppm)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9 ppm)	Untuk mencegah gangguan transportasi oksigen pada darah
	1 Jam	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppm)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppm)	
Nitrogen Dioksida	Rerata Tahunan	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,05 ppm)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,05 ppm)	Untuk mencegah resiko pada kesehatan masyarakat dan pelunturan warna kain
Sulfur Dioksida	Rerata Tahunan	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,03 ppm)	-	Untuk mencegah iritasi paru
	24 Jam	365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	
Partikulat Tersuspensi	3 Jam	-	1300 g/m^3 (0,05 ppm)	Untuk mencegah bau
	Rata-rata Geometrik 24 Jam	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Untuk mencegah efek terhadap kesehatan akibat pemaparan terus-menerus dan lama
Hidrokarbon	3 Jam	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,24 ppm)	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,24 ppm)	Untuk mencegah pembentukan oksidan

Sumber : (setyowati, 2009)

2.2 Zat Pencemar Udara

2.2.1 Karbon monoksida (CO)

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida

merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Karbon monoksida di lingkungan dapat terbentuk secara alamiah, tetapi sumber utamanya adalah dari kegiatan manusia. Karbon monoksida yang berasal dari alam termasuk dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam. Sumber CO buatan antara lain kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar bensin. Berdasarkan estimasi, jumlah CO dari sumber buatan diperkirakan mendekati 60 juta Ton per tahun. Separuh dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batubara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik. Didalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90% dari CO diudara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor (Depkes RI, 2000).

2.2.2 Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida (NO_x) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO₂). Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Nitrogen monoksida terdapat diudara dalam jumlah lebih besar daripada NO₂. Pembentukan NO dan NO₂ merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen diudara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO₂. Udara terdiri dari 80% Volume nitrogen dan 20% Volume oksigen. Pada suhu kamar, hanya sedikit kecenderungan nitrogen dan oksigen untuk bereaksi satu sama lainnya. Pada suhu yang lebih tinggi (diatas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk NO dalam jumlah banyak sehingga mengakibatkan pencemaran udara. Dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya mencapai 1210–1.765 °C, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO yang penting. Jadi reaksi pembentukan NO merupakan hasil samping dari proses pembakaran (Depkes RI, 2000).

2.2.3 Ozon (O_3)

Ozon merupakan salah satu zat pengoksidasi yang sangat kuat setelah fluor, oksigen dan oksigen fluorida (OF_2). Meskipun di alam terdapat dalam jumlah kecil tetapi lapisan lain dengan bahan pencemar udara Ozon sangat berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV-B). Ozon terbentuk diudara pada ketinggian 30 km dimana radiasi UV matahari dengan panjang gelombang 242 nm secara perlahan memecah molekul oksigen (O_2) menjadi atom oksigen tergantung dari jumlah molekul O_2 atom-atom oksigen secara cepat membentuk ozon. Ozon menyerap radiasi sinar matahari dengan kuat didaerah panjang gelombang 240-320 nm. Absorpsi radiasi elektromagnetik oleh ozon didaerah ultraviolet dan inframerah digunakan dalam metode-metode analitik. (Depkes RI, 2000)

2.2.4 Hidrokarbon (HC)

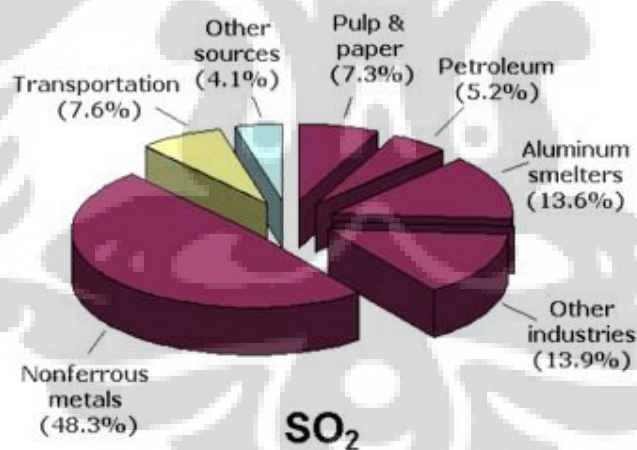
Struktur Hidrokarbon (HC) terdiri dari elemen hidrogen dan karbon dan sifat fisik HC dipengaruhi oleh jumlah atom karbon yang menyusun molekul HC. HC adalah bahan pencemar udara yang dapat berbentuk gas, cairan maupun padatan. Semakin tinggi jumlah atom karbon, unsur ini akan cenderung berbentuk padatan. Hidrokarbon dengan kandungan unsur C antara 1-4 atom karbon akan berbentuk gas pada suhu kamar, sedangkan kandungan karbon diatas 5 akan berbentuk cairan dan padatan. HC yang berupa gas akan tercampur dengan gas-gas hasil buangan lainnya. Sedangkan bila berupa cair maka HC akan membentuk semacam kabut minyak, bila berbentuk padatan akan membentuk asap yang pekat dan akhirnya menggumpal menjadi debu.

Berdasarkan struktur molekulnya, hidrokarbon dapat dibedakan dalam 3 kelompok yaitu hidrokarbon alifalik, hidrokarbon aromatik dan hidrokarbon alisiklis. Molekul hidrokarbon alifalik tidak mengandung cincin atom karbon dan semua atom karbon tersusun dalam bentuk rantai lurus atau bercabang. Kegiatan industri yang berpotensi menimbulkan cemaran dalam bentuk HC adalah industri plastik, resin, pigmen, zat warna, pestisida dan pemrosesan karet. (Depkes RI, 2000)

2.2.5 Sulfur dioksida (SO₂)

Sulfur dioksida (SO₂) merupakan salah satu unsur belerang oksida atau sering ditulis dengan SO_x. Gas SO₂ tidak berwarna, sangat larut dalam air, berbau tajam dan tidak mudah terbakar. (Kusnopranto, 1999).

Sepertiga dari jumlah sulfur yang terdapat di atmosfer merupakan hasil dari aktivitas manusia, dan kebanyakan dalam bentuk SO₂. Dua pertiga dari jumlah sulfur di atmosfer berasal dari sumber-sumber alam seperti volcano, dan terdapat dalam bentuk H₂S dan oksida. Masalah yang ditimbulkan oleh bahan pencemar yang dibuat oleh manusia adalah distribusinya yang tidak merata sehingga terkonsentrasi pada daerah tertentu. Sedangkan pencemaran yang berasal dari sumber alam biasanya lebih tersebar merata. Transportasi bukan merupakan sumber utama polutan SO₂, tetapi pembakaran bahan bakar pada sumbernya merupakan sumber pencemaran SO₂, misalnya pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi yang digunakan pada kegiatan industri. Sumber SO₂ yang kedua adalah dari proses-proses industri seperti pemurnian petroleum, industri asam sulfat, industri peleburan baja dan sebagainya (Fardiaz, 1992). Sumber buatan yang turut menyumbang terbentuknya SO₂ adalah :



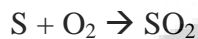
Gambar 2.1 Sumber buatan penyumbang SO₂

Sumber : <http://www.dirgantara-lapan.or.id/jizonpolud/htm/so2.htm>

Pembakaran bahan-bahan yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Meskipun udara tersedia dalam jumlah cukup,

SO₂ selalu terbentuk dalam jumlah terbesar. Jumlah SO₂ yang terbentuk dipengaruhi oleh kondisi reaksi, terutama suhu dan bervariasi dari 1 sampai 10% dari total SO_x. Keberadaan SO₂ di udara sangat singkat, sekitar 2-4 hari. Setelah berada di udara sebagian SO₂ akan di ubah menjadi SO₃ kemudian menjadi H₂SO₄ oleh proses fotolitik dan katalitik SO₂, merupakan pencemar primer di atmosfer, dapat bereaksi oksigen dan air membentuk hujan asam (H₂SO₄) (Fardiaz, 1992)

Mekanisme pembentukan SO_x (Sulfur oksida) dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut :



Kemudian SO₃ akan bereaksi dengan uap air membentuk H₂SO₄. Adanya SO₃ di udara dalam bentuk gas hanya mungkin jika konsentrasi uap air sangat rendah. Jika uap air terdapat dalam jumlah cukup seperti biasanya, SO₃ dan air akan segera bergabung membentuk droplet asam sulfat (H₂SO₄). Apabila asam sulfat jatuh ke bumi bersama dengan air hujan, terjadilah Hujan Asam tau *Acid Rain*. Asam sulfat ini sangat reaktif, mudah bereaksi (memakan) benda-benda lain yang mengakibatkan kerusakan, seperti proses perkaratan (korosi) dan proses kimiawi lainnya. (Wardhana, 2004). Setelah berada di atmosfer sebagai SO₂ akan diubah menjadi SO₃ (kemudian menjadi H₂SO₄) oleh proses-proses fotolitik dan katalitik. Jumlah SO₂ yang teroksidasi menjadi SO₃ dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jumlah air yang tersedia, intensitas, waktu dan distribusi spektrum sinar matahari, jumlah bahan katalik, bahan sorptif dan alkalin yang tersedia.

2.2.5.1 Dampak kesehatan Sulfur dioksida (SO₂)

Udara yang telah tercemar SO₂ menyebabkan manusia akan mengalami gangguan pada sistem pernafasannya. Hal ini karena gas SO₂ yang mudah menjadi asam, menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan, dan saluran nafas lain sampai ke paru-paru. Serangan gas SO₂ menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. (Wardhana, 2004)

Pencemaran SO_x menimbulkan dampak terhadap manusia dan hewan, kerusakan pada tanaman terjadi pada kadar sebesar 0,5 ppm. Pengaruh utama polutan SO_x terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa

penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar SO_2 sebesar 5 ppm atau lebih bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1-2 ppm. SO_2 dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita yang mengalami penyakit khronis pada sistem pernafasan kardiiovaskular. Individu dengan gejala penyakit tersebut sangat sensitif terhadap kontak dengan SO_2 , meskipun dengan kadar yang relatif rendah (Fardiaz, 1992). Kadar SO_2 yang berpengaruh terhadap gangguan kesehatan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Pengaruh SO_2 berdasarkan konsentrasi terhadap manusia.

Konsentrasi (ppm)	Pengaruh
3-5	Jumlah terkecil yang dideteksi dari baunya
8-12	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan
20	Jumlah terkecil yang akan mengakibatkan iritasi mata
20	Jumlah terkecil yang akan mengakibatkan batuk
20	Maksimum yang diperoleh untuk konsentrasi dalam waktu lama
50 – 100	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontrak singkat (30 menit)
400 - 500	Berbahaya meskipun kontak secara singkat

Sumber : Kirk dan Othmer dalam Fardiaz, 1992

Gas SO_2 merupakan bahan pencemar yang berbahaya bagi anak-anak, orangtua dan orang yang menderita penyakit pernafasan kronis dan penyakit kardiovaskuler. Otot saluran pernafasan dapat mengalami kejang (*spasme*) bila teriritasi oleh SO_2 dan *spasme* akan lebih berat bila konsentrasi SO_2 lebih tinggi sementara suhu udara rendah. Apabila waktu paparan dengan gas SO_2 cukup lama maka akan terjadi peradangan yang hebat pada selaput lendir yang diikuti oleh *paralysis cilia* (silia menjadi kaku/lumpuh), sehingga terjadinya peradangan saluran pernafasan, sesak nafas dan penyempitan jalan nafas, kerusakan lapisan ephitelium, dengan ini akan mempermudah pencemar udara keluar masuk saluran pernafasan baik biologi maupun kimia. Hasil *anabolic* SO_3 dengan uap air menjadi H_2SO_4 , jika jatuh bersamaan dengan hujan, maka hujan tersebut akan bersifat asam dengan $\text{pH} < 5,6$. Adanya hujan asam ini dapat merusak permukaan logam, mematikan organisme dalam air, gangguan pada sistem pernafasan, iritasi kulit, merusak bantuan dll (Kristanto, 2002).

Ada satu hal yang perlu diperhatikan terhadap SO₂ ini, yaitu terjadinya reaksi kimia di udara sehingga dapat membentuk sulfat aerosol dan kemungkinan akan membentuk partikel ammonium sulfat sebagai hasil dari reaksinya dengan amoniak. Karena ukuran partikel tersebut dapat terbawa/jatuh jauh ke dalam saluran paru – paru, keadaan ini akan membuat penderita menjadi lebih parah, sifat ini disebut dengan *synergistic effect*, yaitu bahwa pengaruh total dari dua komponen (SO₂ dan partikel) menjadi lebih besar bila dibandingkan dengan pengaruh masing – masing komponen yang berdiri sendiri. Semakin tinggi kadar bahan partikel debu biasanya diikuti dengan semakin tinggi gas SO₂, sehingga sulit membedakan efek dari kedua bahan tersebut. Dapat dikatakan bahwa kedua bahan tersebut bekerja secara sinergi untuk menghambat pergerakan silia, sehingga mendorong bahan partikel lebih banyak masuk ke paru.

2.2.6 Suspended Particulate Matter (SPM)

Debu yang terdapat dalam udara terbagi dua yaitu *Deposit Particulate Matter* (DPM) yaitu partikel debu yang berada sementara di udara, segera mengendap akibat gaya tarik bumi dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) yaitu debu yang tetap berada di udara dan tidak mudah mengendap. DPM dan SPM sering juga disebut debu total (TSP). (Anonim dalam Skripsi Siregar, Sandra, 2011). *Suspended particulate matter* (SPM) merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang terbesar di udara dengan diameter yang sangat kecil, mulai dari < 1 mikron sampai dengan maksimal 500 mikron. Partikulat debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara dan masuk kedalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan. Selain dapat berpengaruh negatif terhadap kesehatan, partikel debu juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan juga mengadakan berbagai reaksi kimia di udara. Partikel debu SPM pada umumnya mengandung berbagai senyawa. Partikel-partikel ini berada di atmosfer dalam berbagai ukuran dengan berbagai sifat fisik dan kimianya kimia yang berbeda, dengan berbagai ukuran dan bentuk yang berbeda pula, tergantung dari mana sumber emisinya.

2.2.6.1 Sumber dan Distribusi *Suspended Particulate Matter* (SPM)

Secara alamiah partikulat debu dapat dihasilkan dari debu tanah kering yang terbawa oleh angin atau berasal dari muntahan letusan gunung berapi. Partikulat debu melayang (SPM) juga dapat dihasilkan secara buatan dari pembakaran batu bara yang tidak sempurna sehingga terbentuk aerosol kompleks dari butir-butiran tar. Dibandingkan dengan pembakaran batu bara, pembakaran minyak dan gas pada umumnya menghasilkan SPM lebih sedikit. Kepadatan kendaraan bermotor dapat menambah asap hitam pada total emisi partikulat debu.

Demikian juga pembakaran sampah domestik dan sampah komersial bisa merupakan sumber SPM yang cukup penting. Berbagai proses industri seperti proses penggilingan dan penyemprotan, dapat menyebabkan abu berterbangan di udara, seperti yang juga dihasilkan oleh emisi kendaraan bermotor.

2.2.6.2 Jenis Partikulat

Partikulat di udara (aerosol) dapat diklasifikasikan menjadi partikulat padatan (aerosol padat) atau droplet cairan (aerosol cair) yang terdispersi di udara. Aerosol padat terdiri atas debu (*dust*), fiber, fume dan asap (*smoke*). Sedangkan aerosol cair terdiri atas *fog* dan *mist*. Ukuran partikulat bervariasi, dari yang submikroskopis sampai yang dapat terlihat oleh mata. Berdasarkan ukurannya, partikulat terbagi dua yaitu *respirable particulate* dan *inspirable particulate*. *Respirable particulate* adalah partikulat yang berukuran $< 10 \mu\text{m}$ dan *inspirable particulate* adalah partikulat yang berukuran $> 10 \mu\text{m}$. Berikut adalah definisi dari beberapa jenis aerosol, baik aerosol padat maupun aerosol cair.

1. Aerosol padat

- a. Debu (*dust*) adalah salah satu bentuk aerosol padat, dihasilkan karena adanya proses penghancuran, pengamplasan, tumbukan cepat, peledakan dan decrepitation (pemecahan karena panas) dari material organik maupun anorganik, seperti batu, bijih batuan, logam, batubara, kayu dan bijih tanaman. Hanya debu yang berukuran kurang dari $5 \mu\text{m}$ yang dapat mencapai bagian dalam dari paru-paru atau alveoli.

- b. Fiber adalah jenis aerosol padat yang berbentuk serat. Terdapat dua jenis fiber, fiber organik dan fiber anorganik. Fiber anorganik yang terbanyak adalah silica dan asbestos, sedangkan fiber organik contohnya adalah kapas.
- c. Fume adalah aerosol padat yang terbentuk dari uap suatu padatan yang mengondensasi di udara dingin. Ukuran fume biasanya kurang dari $1\mu\text{m}$.
- d. Smoke atau asap adalah aerosol solid yang terdiri dari karbon atau partikel jelaga dengan ukuran kurang dari $0,1\mu\text{m}$, terbentuk karena pembakaran yang tidak sempurna dari material yang mengandung karbon, seperti batubara atau minyak. Smoke umumnya mengandung droplet cairan disamping partikulat kering. Contohnya adalah rokok yang mengandung droplet tar.

2. Aerosol cair

- a. Mist adalah droplet cairan yang tersuspensi di udara yang dihasilkan karena kondensasi uap menjadi cairan atau karena pemecahan cairan menjadi terdispersi di udara karena penyemprotan dan atomisasi
- b. Fog memiliki definisi yang sama dengan mist, hanya berbeda dalam ukuran dropletnya. Fog memiliki ukuran partikulat yang lebih kecil daripada mist (Lestari, 2010)

Jenis partikulat sangatlah banyak, yang masing-masing mempunyai sifat kimia yang berbeda-beda antara satu dengan lainnya. Tetapi yang yang penting di pikirkan adalah ukuran partikel. Partikel yang berukuran $0,0002$ mikron sampai sekitar 500 mikron mempunyai umur dalam bentuk tersuspensi di udara antara beberapa detik sampai beberapa bulan. Umur partikel tersebut dipengaruhi oleh kecepatan pengendapan yang ditentukan dari ukuran dan densitas partikel serta aliran (turbulensi) udara. Ukuran partikel paling berpengaruh dalam memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, karena ukuran partikel yang menentukan seberapa jauh penetrasi partikel ke dalam sistem pernafasan manusia (Fardiaz, 1992).

2.2.6.3 Klasifikasi Partikulat Debu

Debu dapat diklasifikasikan berdasarkan dua fraksi, yaitu *non-inspirabel* dan *inspirable fraction*. *Inspirable fraction* dapat disubklasifikasikan lagi menjadi tiga bagian yaitu, fraksi nasofaring, fraksi trakeobronkial, dan fraksi *respirabel*.

Klasifikasi ini dibuat berdasarkan ukuran debu dan lokasi tempat partikulat dapat terdeposit. (Lestari, 2007)

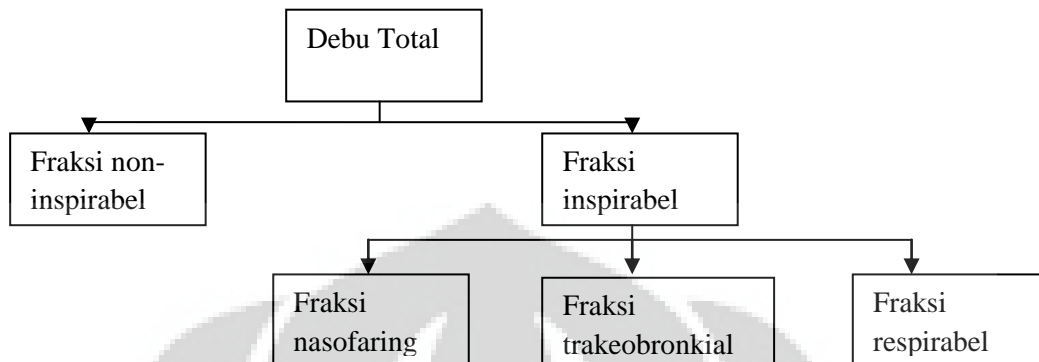


Diagram 2.1 Klasifikasi Debu

Sumber : Lestari, 2007

2.2.6.4 Sifat-sifat Partikulat Debu

Debu tidak berflokulasi, kecuali oleh gaya tarikan elektris, tidak berdifusi, dan turun karena tarikan gaya bumi, Debu di atmosfer lingkungan kerja biasanya berasal dari bahan baku atau hasil produksi (Depkes RI, 1994). Sifat-sifat debu adalah sebagai berikut :

a. Mengendap

Debu cenderung mengendap karena gaya gravitasi bumi. Namun karena ukurannya relative kecil berada di udara. Debu yang mengendap dapat mengandung proporsi partikel yang lebih besar dari debu yang terdapat di udara.

b. Permukaan cenderung selalu bersih

Permukaan debu yang cenderung selalu bersih disebabkan karena permukaanya selalu dilapisi oleh lapisan air yang sangat tipis. Sifat ini menjadi penting sebagai upaya pengendalian debu di tempat kerja.

c. Menggumpal

Debu bersifat menggumpal disebabkan permukaan debu yang selalu basah, sehingga debu menempel satu sama lain dan membentuk gumpalan.

d. Listrik statis (elektrostatik)

Sifat ini menyebabkan debu dapat menarik partikel lain yang berlawanan. Adanya partikel yang tertarik ke dalam debu akan mempercepat terjadinya proses penggumpalan.

e. Opsi

Opsi adalah debu atau partikel basah atau lembab lainnya dapat memancarkan sinar yang dapat terlihat pada kamar gelap.

2.2.6.5 Nilai Ambang Batas (NAB) untuk *Suspended Particulate Matter* (SPM)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999, nilai ambang batas SPM adalah $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk standard harian atau 24 jam dan untuk standard tahunan adalah $90 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

2.2.6.6 Dampak *Suspended Particulate Matter* (SPM) bagi kesehatan.

Partikulat dapat terdeposit pada bagian sistem pernafasan manusia sangat tergantung pada ukuran partikel. Partikulat dengan ukuran $\geq 100 \mu\text{m}$ terdeposit pada bagian hidung dan disebut *inhalable particle*; partikel dengan ukuran $> 4-10 \mu\text{m}$ terdeposit pada bagian toraks dan disebut *thoracic particle*; partikulat dengan ukuran $\leq 4 \mu\text{m}$ terdeposit pada bagian paru-paru, disebut *respirable particle*. (Lestari, 2007)

Menurut Fardiaz (1992), partikel-partikel yang masuk dan tertinggal di dalam paru-paru mungkin berbahaya bagi kesehatan karena :

1. Partikel tersebut mungkin beracun karena sifat-sifat kimia dan fisiknya.
2. Partikel tersebut mungkin bersifat inert (tidak bereaksi) tetapi jika tertinggal di dalam saluran pernafasan dapat mengganggu pembersihan bahan-bahan lain yang berbahaya.
3. Partikel tersebut mungkin dapat membawa molekul-molekul gas yang berbahaya, baik dengan cara mengabsorpsi atau mengadsorpsi, sehingga molekul-molekul gas tersebut dapat mencapai dan tertinggal di bagian paru-paru.

Setiap tahun diperkirakan terdapat sekitar 200 ribu kematian akibat *outdoor pollution* yang menimpa daerah perkotaan, di mana sekitar 93% kasus

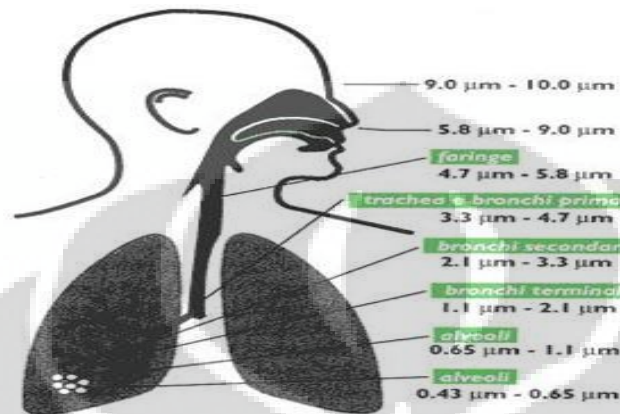
terjadi di negara-negara berkembang (WHO, 1991). Pencemaran udara pada dasarnya berbentuk partikel (debu, gas, timah hitam) dan gas (Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Oksida (SO_x), Hidrogen Sulfida (H₂S), hidrokarbon). Udara yang tercemar dengan partikel dan gas ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya.

Secara umum efek pencemaran udara terhadap saluran pernafasan dapat menyebabkan terjadinya:

- a. Iritasi pada saluran pernafasan. Hal ini dapat menyebabkan pergerakan silia menjadi lambat, bahkan dapat terhenti sehingga tidak dapat membersihkan saluran pernafasan.
- b. Peningkatan produksi lendir akibat iritasi oleh bahan pencemar.
- c. Produksi lendir dapat menyebabkan penyempitan saluran pernafasan.
- d. Rusaknya sel pembunuh bakteri di saluran pernafasan.
- e. Pembengkakan saluran pernafasan dan merangsang pertumbuhan sel, sehingga saluran pernafasan menjadi menyempit.
- f. Lepasnya silia dan lapisan sel selaput lendir. Akibat dari hal tersebut di atas, akan menyebabkan terjadinya kesulitan bernafas sehingga benda asing termasuk bakteri/mikroorganisme lain tidak dapat dikeluarkan dari saluran pernafasan dan hal ini akan memudahkan terjadinya infeksi saluran pernafasan. (Prabu, 2008)

Polutan partikel masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui sistem pernafasan, oleh karena itu pengaruh yang merugikan langsung terutama terjadi pada sistem pernafasan (Fardiaz, 1992). Partikel yang berkombinasi dengan polutan lain atau tidak, dapat menyebabkan bahaya kesehatan yang serius. Partikel memasuki tubuh manusia melalui sistem pernafasan dan membuat kerusakan pada organ-organ pernafasan. Selain itu, lebih dari 50% partikel berukuran 0,01 – 0,1 µm yang menembus pulmonary akan terdeposit disana. Salah satu partikel dalam bentuk aerosol, uapnya dapat mengiritasi membrane mukosa saluran pernafasan dan menimbulkan bronkokonstriksi. Karena sifatnya yang iritan tersebut, jika pertahanan di saluran pernafasan rusak (bulu hidung, silia, selaput lender), maka

kuman dengan mudah dapat masuk ke dalam tubuh dan menimbulkan penyakit ISPA. Penyakit- penyakit lain yang ditimbulkan akibat pemajanan partikel antara lain infeksi saluran pernafasan atas, penyakit jantung, bronchitis, asma, pneumonia, dan emphysema (Wark and Warner, dalam skripsi Novianthie R, 2007).



Gambar 2.2 Distribusi ukuran partikel penyebab penyakit pernafasan.

Debu yang berukuran antara 5 –10 mikron bila terhisap akan tertahan dan tertimbun pada saluran nafas bagian atas; yang berukuran antara 3–5 mikron tertahan dan tertimbun pada saluran nafas tengah. Partikel debu dengan ukuran 1-3 mikron disebut debu respirabel. merupakan yang paling berbahaya karena tertahan dan tertimbun mulai dari bronkiolus terminalis sampai alveoli. Debu yang ukurannya kurang dari 1 mikron tidak mudah mengendap di alveoli, debu yang ukurannya antara 0,1–0,5 mikron berdifusi dengan gerak Brown keluar masuk alveoli; bila membentur alveoli ia dapat tertimbun disitu. (WHO, 1990). Dalam dosis besar, semua debu bersifat merangsang dan dapat menimbulkan reaksi walaupun ringan. Reaksi tersebut berupa produksi lender berlebihan. Debu yang masuk ke saluran nafas menyebabkan timbulnya reaksi mekanisme pertahanan tubuh berupa batuk dan bersin. Otot polos disekitar jalan nafas dapat terangsang sehingga menimbulkan penyempitan. (Moerad, 2003)

2.3 Pengaruh meteorologi dalam pencemaran udara

Atmosfer merupakan tempat penyimpanan dari semua jenis zat-zat pencemar baik berupa gas, cair maupun padat, karena itu pencemaran udara dapat

merugikan kehidupan. Pencemaran udara lokal biasanya dapat dihamburkan atau dapat dihindari oleh adanya sirkulasi udara umum, tetapi kemungkinan besar zat pencemar tersebut akan diendapkan di tempat lain. Perubahan dalam parameter meteorologis akan membawa pengaruh yang besar dalam penyebaran dan difusi pencemar udara yang diemisikan, baik terhadap daerah itu sendiri atau dengan daerah lain disekitarnya. (Soedomo, Moestikahadi, 2001). Berikut mengenai faktor meteorologis seperti suhu, kelembaban udara, curah hujan, radiasi matahari, serta kecepatan angin terhadap kualitas pencemaran udara di udara.

2.3.1 Suhu

Suhu yang menurun pada permukaan bumi dapat menyebabkan peningkatan kelembaban udara relatif, sehingga akan meningkatkan efek korosif bahan pencemar di daerah yang udaranya tercemar. Pada suhu yang meningkat, akan meningkat pula kecepatan reaksi suatu bahan kimia. Suhu udara dapat mempengaruhi konsentrasi pencemar udara, sesuai dengan keadaan cuaca tertentu. Suhu udara yang tinggi menyebabkan udara makin renggang sehingga konsentrasi pencemar menjadi semakin semakin rendah. Sebaliknya pada suhu yang dingin keadaan udara semakin padat sehingga konsentrasi pencemar di udara terjadi semakin tinggi (Depkes RI, 2000)

2.3.2 Kelembaban

Kelembaban udara relatif kurang dari 60% di daerah tercemar SO_2 akan mengurangi efek korosif dari bahan kimia tersebut. Pada kelembaban relatif lebih atau sama dengan 80% di daerah tercemar SO_2 akan terjadi peningkatan efek korosif SO_2 tersebut. Kelembaban udara dapat mempengaruhi konsentrasi pencemar udara. Pada kelembaban udara dapat mempengaruhi konsentrasi pencemar di udara. Pada kelembaban yang tinggi maka kadar uap air di udara dapat bereaksi dengan pencemar udara, menjadi zat lain yang tidak berbahaya atau menjadi pencemar sekunder (Ditjen P2MPLP dalam Pramono 2002)

2.3.3 Angin/ Kecepatan angin

Angin dapat memindahkan polutan ke tempat yang lain. Di dalam kota berdiri bangunan-bangunan tinggi yang menyebabkan keadaan angin di dalam kota tidak homogeny ada bagian-bagian yang seolah-olah tanpa angin, ada yang mengalami turbulensi, dan ada yang mengalami angin kencang. Kecepatan angin di daerah perkotaan akan cenderung menurun, akibat semakin besarnya gesekan yang timbul pada aliran udara, kecuali percepatan local yang dapat timbul akibat efek venturi, jet di sela-sela dinding yang tinggi (Soedomo, Moestikahadi, 2001). Arah angin menentukan arah kemana asap industri disebarkan. Kecepatan angin menentukan bagaimana cepatnya konsentrasi zat pencemar dapat diencerkan ke dalam lapisan udara disekitarnya. (Tjasyono, 2008)

2.3.4 Radiasi Sinar Matahari

Sinar matahari dapat mempengaruhi bahan oksidan terutama O_3 di atmosfer. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kerusakan bahan/ alat bangunan, atau bahan yang terbuat dari karet. Jadi dapat dikatakan bahwa sinar matahari dapat meningkatkan rangsangan untuk merusak bahan. (Mukono, 2003). Radiasi matahari secara tidak langsung mempengaruhi pencemaran udara yaitu sebagai energi penggerak udara karena perbedaan pemanasan permukaan sehingga menimbulkan angin dan turbulensi, dan sebagai input energi dari kesetimbangan energi sehingga mempengaruhi terjadinya inverse dan stabilitas udara (Anonim dalam Iriani, 2004). Unsur pencemar udara perkotaan (debu, aerosol, oksidan) dapat mengurangi intensitas sinar matahari yang datang antara 20% dan 30%. Ini mengakibatkan naiknya temperatur minimum, meskipun temperatur maksimum akan menurun dalam musim dingin (Soedomo, Moestikahadi, 2001).

2.3.5 Curah hujan

Hujan merupakan faktor utama dalam membersihkan atmosfer. Jatuhnya butir-butir hujan mungkin dapat mengumpulkan partikel-partikel dengan radius lebih besar dari 1 mikron atau mungkin bergabung dengan gas dan partikel yang lebih kecil dan membawanya ke tanah. Pencemar dan gas-gas lain ditangkap oleh

hujan melalui cara yaitu bergabung dengan awan sebagai inti kondensasi yang kemudian turun bersama hujan atau langsung terciptakan dan tertangkap oleh butir-butir hujan dibawah awan.(Anonim dalam Iriani, 2004)

Pencemar tertangkap oleh butir-butir hujan akan berubah fase atau menguap. Contohnya gas SO₂ menjadi asam sulfat atau jika butiran hujan jatuh ke tingkat dimana konsentrasi SO₂ menurun maka SO₂ akan menguap dari butiran hujan. Pencemaran udara lebih bertahan di daerah dengan angin lemah daripada daerah dengan hujan yang tinggi dan angin yang kencang (Anonim dalam Iriani, 2004)

2.4 Pernafasan

2.4.1 Sistem Pernafasan

Saluran penghantar udara hingga mencapai paru-paru adalah hidung, faring laring, trakea, bronkus, bronkiolus. Saluran pernafasan dari hidung sampai bronkiolus dilapisi oleh membrane mukosa bersilia. Ketika udara masuk ke dalam rongga hidung, udara akan disaring, dihangatkan dan dilembabkan. Bahan yang dapat mengganggu saluran pernafasan adalah bahan yang mudah menguap dan terhirup saat kita bernafas. Tubuh memiliki mekanisme pertahanan untuk mencegah masuknya lebih dalam bahan yang padat mengganggu system pernafasan, akan tetapi bila berlangsung cukup lama, maka sistem tersebut tidak dapat lagi menahan masuknya bahan tersebut ke dalam paru-paru.

Debu, aerosol dan gas iritan kuat menyebabkan refleks batuk atau spasme laring (penghentian bernafas), bila zat-zat tersebut masuk ke dalam paru-paru dapat menyebabkan *bronchitis kronik*, *edema paru*, atau *pneumonitis*. Disamping gas dan uap, aerosol cair dan partikel di udara dapat juga diserap. Umumnya, partikel besar (>10 µm) tidak memasuki saluran nafas, walaupun masuk partikel tersebut di endapkan di hidung dan dihilangkan dengan mengusap dan meniup. Partikel berukuran 0,1-10 µm diendapkan dalam berbagai saluran nafas. Partikel yang lebih besar diendapkan di dalam trakea, bronki, dan bronkioli, kemudian ditangkap oleh silia di mukosa atau ditelan oleh fagosit. Fagosit yang berisi partikel-partikel akan diserap ke dalam sistem limfatik. Partikel-partikel yang dapat larut diserap lewat epitel ke dalam darah (WHO, 1995)

Sebab-sebab utama penyakit pernafasan adalah :

1. Mikroorganisme patogen yang mampu bertahan terhadap fagositosis
2. Partikel-partikel mineral yang menyebabkan kerusakan atau kematian makrofag yang menelannya, sehingga menghambat pembersihan dan merangsang reaksi jaringan.
3. Partikel-partikel organik yang merangsang respon imun.
4. Kelebihan beban sistem akibat paparan terus-menerus terhadap debu respirasi berkadar tinggi yang menumpuk di sekitar saluran nafas terminal.

Stimulasi saluran nafas berulang (bahkan mungkin juga oleh partikel-partikel inert), menyebabkan penebalan dinding bronki, meningkatkan sekresi mucus, merendahkan ambang refleks penyempitan dan batuk, meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernafasan dan gejala-gejala asmaatik. Daerah perifer paru-paru terutama dirusak oleh debu fibrogenik. Umumnya partikel fibrogenik yang masuk paru-paru dibersihkan sebagian dan diendapkan pada kelenjar-kelenjar limfe hilus. Di sana, partikel-partikel tersebut merangsang reaksi jaringan, penebalan dan pembentukan jaringan parut pada kelenjar-kelenjar tersebut. Drainase limfatik menjadi terganggu, sehingga partikel-partikel pada paparan lebih lanjut akan menumpuk di dekat kelenjar-kelenjar yang berparut tersebut, dan secara progresif memperbesar daerah parut. Pembentukan jaringan parut dengan berbagai cara ini mengakibatkan pengerutan paru-paru, peregangan berlebihan pada jaringan paru-paru yang tersisa, ventilasi tidak merata dan tipe emfisema tertentu (Amin, 1992).

2.4.2 Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)

2.4.2.1 Definisi ISPA

Menurut Depkes 2000, ISPA mengandung tiga unsur kata, yaitu infeksi, saluran pernafasan dan akut.

1. Infeksi adalah masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh manusia dan berkembang biak sehingga menimbulkan gejala penyakit.
2. Saluran pernafasan adalah organ yang mulai dari hidung hingga alveoli beserta organ adeknesanya dan jaringan paru termasuk dalam saluran pernafasan. Dengan demikian ISPA secara anatomis mencakup saluran

pernafasan bagian atas, saluran bagian bawah (termasuk jaringan paru-paru) dan organ adneksa saluran pernafasan.

3. Infeksi akut adalah infeksi yang berlangsung sampai dengan 14 hari untuk memungkinkan proses akut, meskipun untuk beberapa penyakit yang digolongkan dengan ISPA prosesnya dapat berlangsung lebih dari 14 hari.

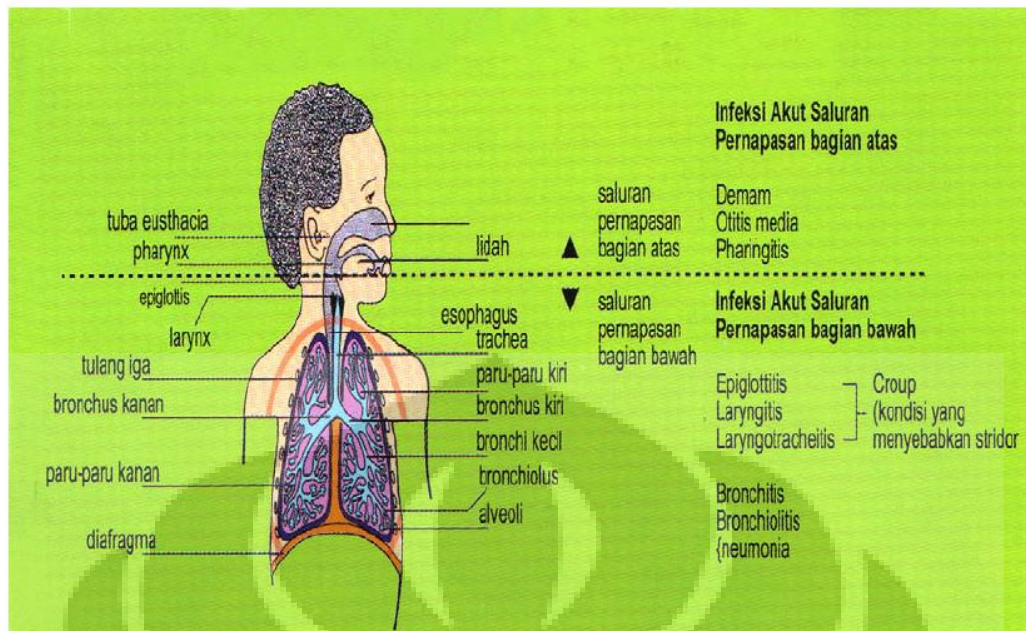
2.4.2.2 Klasifikasi ISPA

Penyakit ISPA di bagi menjadi 3 kelompok (Depkes,2004) , yaitu :

1. Pneumonia berat, yang ditandai dengan adanya batuk dan/ atau kesukaran bernafas disertai napas sesak atau tarikan dinding dada bawah ke dalam (*chest indrawing*)
2. Pneumonia, ditandai dengan adanya batuk dan atau kesukaran bernafas dan napas cepat (*fast breathing*)
3. Non pneumonia, ditandai dengan batuk tanpa adanya tarikan napas dan tanpa adanya tarikan dinding dada bagian bawah ke dalam, mencakup penyakit seperti batuk pilek bukan pneumonia (*common cold, pharyngitis, tonsillitis, otitis*)

Berdasarkan lokasi anatomi ISPA dibedakan menjadi :

1. Infeksi Saluran Pernafasan atas Akut (ISPaA) adalah infeksi yang menyerang hidung sampai bagian faring seperti : pilek, sinusitis, otitis media (infeksi pada telinga tengah), faringitis (infeksi pada tenggorokan). Infeksi saluran pernafasan atas digolongkan ke dalam penyakit bukan pneumonia.
2. Infeksi Saluran Pernafasan bawah Akut (ISPaA) adalah infeksi yang menyerang mulai dari bagian epiglotis atau laring sampai dengan alveoli, dinamakan sesuai dengan organ saluran nafas, seperti : *epiglotitis, laryngitis, laryngotrachetis, bronchitis, bronchiolitis* dan *pneumonia*. (Depkes, 1996)



Gambar 2.3 Anatomi Saluran Pernafasan Berdasarkan Lokasi Anatomik

1. Infeksi Saluran Pernafasan atas Akut (ISPaA)

a. Otitis Media

Otitis media merupakan peradangan telinga bagian tengah. Otitis media akut biasanya lebih banyak terjadi pada anak dibandingkan dewasa dikarenakan pada anak memiliki anatomi saluran Eustachio yang lebih pendek dan lebih horisontal, memudahkan bakteri masuk ke tengah telinga.

b. Sinusitis

Sinusitis adalah infeksi atau peradangan pada sinus paranasal mukosa yang sebagian besar disebabkan oleh virus. Infeksi karena virus biasanya menyerang dalam 7-10 hari, jika terjadi selain waktu itu, kemungkinan disebabkan oleh bakteri. Sinusitis akut berlangsung kurang dari 30 hari. Sinusitis lebih banyak terjadi pada anak dibandingkan dewasa. Sinusitis yang disebabkan oleh bakteri paling sering disebabkan oleh bakteri *S. pneumoniae* dan *H. influenza*

c. Faringitis

Faringitis adalah infeksi akut pada orofaring atau nasofaring yang umumnya disebabkan oleh virus. Bakteri penyebab utamanya group *A β -hemolytic Streptococcus* atau *S. pyogenes*. Penyebab terbesar faringitis biasanya oleh virus antara lain rhinovirus, coronavirus, adenovirus, virus influenza, virus

parainfluenza, dan Epstein-Barr virus. Kelompok *Streptococcus* merupakan satu-satunya penyebab paling umum terjadinya faringitis akut

2. Infeksi Saluran Pernafasan Bawah (ISPbA)

a. Bronkhitis

Bronkhitis merupakan kondisi peradangan pada *tracheobronchial* yang tidak meluas ke alveoli. Bronkhitis sering diklasifikasikan menjadi bronkhitis akut dan bronkhitis kronis

b. Bronkiolitis

Bronkiolitis akut adalah infeksi virus pada saluran pernafasan bawah, paling sering terjadi pada bayi terutama usia antara 2 sampai 10 bulan. Penularan bronkiolitis jarang terjadi pada anak lebih dari 2 tahun. Kejadian bronkiolitis lebih banyak terjadi pada laki-laki daripada perempuan. *Respiratory syncytial virus* (RSV) merupakan penyebab paling umum terjadinya bronkiolitis (Glover *et al.*, 2005).

c. Pneumonia

Pneumonia adalah infeksi yang paling banyak menyebabkan kematian. Infeksi pneumonia terjadi pada segala usia dengan manifestasi klinis paling parah pada usia muda, orang tua, dan pasien dengan penyakit kronis.

2.4.2.3 Penyebab ISPA

Infectious ISPA terdiri lebih dari 300 jenis bakteri, virus dan riketsia. Bakteri penyebab ISPA antara lain adalah dari genus *Streptococcus*, *Stafilococcus*, *Pneumococcus*, *Haemophilus*, *Bordetella*, dan *Corynebakterium*. Virus penyebab ISPA terbesar adalah virus pernafasan antara lain adalah group *Mixovirus* (*Orthomyxovirus* ; *sug group Influenza virus*, *Paramyxovirus* ; *sug group Para Influenza virus dan Metamixovirus*; *sub group Respiratory sincytial virus/RS-virus*), *Adenovirus*, *Picornavirus*, *Coronavirus*, *Mixoplasma*, *Herpesvirus*. Jamur Penyebab ISPA antara lain *Aspergillus SP*, *Candida albicans*, *Histoplasma*. Selain itu ISPA juga dapat disebabkan oleh karena aspirasi : makanan, Asap kendaraan bermotor, BBM (Bahan Bakar Minyak) biasanya minyak tanah, benda asing (biji-bijian).

2.4.2.4 Cara Penularan Penyakit ISPA

Bibit penyakit ISPA berupa jasad renik ditularkan melalaui udara. Jasad renik yang berada di udara akan masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan dan menimbulkan infeksi, penyakit ISPA dapat pula berasal dari penderita yang kebetulan mengandung bibit penyakit, baik yang sedang jatuh sakit maupun karier. Jika jasad renik bersal dari tubuh manusia maka umumnya dikeluarkan melalui sekresi saluran pernafasan dapat berupa saliva dan sputum. Penularan juga dapat terjadi melalui kontak langsung/tidak langsung dari benda yang telah dicemari jasad renik (*hand to hand transmission*). Oleh Karena salah satu penularan melalui udara yang tercemar dan masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan , maka penyakit ISPA termasuk golongan *Air Borne Diseases*.

2.5 Faktor Risiko Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)

Secara umum faktor risiko dapat dikelompokkan menjadi faktor diri (host) dan faktor lingkungan (*Koch et al* dalam skripsi Siregar, Sandra, 2010), sebagai berikut :

1. Faktor diri (*host*)

a. Usia

Kebanyakan infeksi saluran pernafasan sering diderita anak usia di bawah 3 tahun, terutama bayi kurang dari 1 tahun. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa anak pada usia muda akan lebih sering menderita ISPA daripada usia lanjut.

b. Jenis Kelamin

Meskipun secara keseluruhan di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia, masalah ini tidak terlalu menjadi perhatian. Namun, banyak penelitian yang menunjukkan adanya perbedaan prevalensi penyakit ISPA terhadap jenis kelamin tertentu. Angka kesakitan ISPA sering terjadi pada usia kurang dari 2 tahun, dimana angka kesakitan ISPA anak perempuan lebih tinggi daripada laki-laki di Negara Denmark (*Koch et al* dalam skripsi Siregar, Sandra, 2010).

c. Status Imunisasi

Ketidapatuhan imunisasi berhubungan dengan peningkatan penderita ISPA walaupun tidak bermakna. Hal ini seusai dengan penelitian lain yang

mendapatkan bahwa imunisasi yang lengkap memberikan peranan yang cukup berarti dalam mencegah kejadian ISPA.

e. Pemberian Suplemen Vitamin A

Pemberian vitamin A pada balita sangat berperan untuk masa pertumbuhan, daya tahan tubuh, dan kesehatan terutama penglihatan, reproduksi, sekresi mucus, dan untuk mempertahankan sel epitel yang mengalami diferensiasi.

f. Pemberian Air Susu Ibu (ASI)

ASI adalah makanan yang paling baik untuk bayi terutama pada bulan-bulan pertama kehidupannya. ASI bukan hanya merupakan sumber nutrisi bagi bayi tetapi juga zat antimikroorganisme yang kuat karena adanya beberapa faktor yang bekerja secara sinergis membentuk sistem biologis. ASI dapat memberikan imunisasi pasif melalui penyampaian antibody dan sel-sel imunokompeten ke permukaan saluran pernafasan atas.

2. Faktor lingkungan

a. Rumah

Rumah merupakan struktur fisik, dimana orang menggunakannya untuk tempat berlindung yang dilengkapi dengan fasilitas dan pelayanan yang diperlukan, perlengkapan yang berguna untuk kesehatan jasmani, rohani dan keadaan sosialnya yang baik untuk keluarga dan individu. Anak yang tinggal di apartemen memiliki faktor risiko lebih tinggi menderita ISPA daripada anak-anak yang tinggal di rumah *cluster* di Denmark.

b. Kepadatan hunian

Kepadatan hunian seperti luar ruang per orang, jumlah anggota keluarga, dan masyarakat diduga merupakan faktor risiko ISPA. Penelitian oleh *Koch et al* (2003) membuktikan bahwa kepadatan hunian mempengaruhi secara bermakna prevalensi ISPA berat.

c. Status sosio ekonomi

Kepadatan penduduk dan tingkat sosio ekonomi yang rendah mempunyai hubungan yang erat dengan kesehatan masyarakat. Tetapi status keseluruhan tidak ada hubungan antara status ekonomi dengan insiden ISPA, akan tetapi didapatkan

korelasi yang bermakna antara kejadian ISPA berat dengan rendahnya status ekonomi.

d. Kebiasaan merokok

Pada keluarga yang merokok, secara statistic anaknya mempunyai kemungkinan terkena ISPA dua kali lipat dibandingkan dengan anak dari keluarga yang tidak merokok. Selain itu penelitian lain didapat ISPA meningkat dua kali lipat akibat orangtua merokok.

e. Polusi merokok

Penyebab terjadi ISPA dan penyakit gangguan pernapasan lain adalah rendahnya kualitas udara di dalam rumah ataupun di luar rumah baik secara biologis, fisik, maupun kimia.

2.6 Hubungan antara SO₂ dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan penyakit ISPA.

Sulfur dioksida (SO₂) merupakan gas buang yang larut dalam air yang langsung dapat terabsorpsi di dalam hidung dan sebagian besar ke saluran paru-paru. Sedangkan ukuran partikulat di dalam gas buang kendaraan bermotor berukuran kecil, partikulat tersebut dapat masuk sampai ke dalam alveoli paru-paru dan bagian sempit. Partikulat gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri dari jelaga (hidrokarbon yang tidak terbakar) dan senyawa anorganik (senyawa logam, nitrat, dan sulfat). Sulfur dioksida di atmosfer dapat berubah menjadi kabut asam sulfat (H₂SO₄) dan partikulat sulfat. Sifat mengiritasi saluran pernafasan, menyebabkan SO₂ dan partikulat dapat menyebabkan pembengkakan membrane mukosa dan pembentukan mukosa yang mengakibatkan terhambatnya aliran udara pada saluran pernafasan. Kondisi ini akan menjadi lebih parah bagi kelompok yang peka, seperti penderita penyakit jantung atau paru-paru pada lanjut usia. (Anonim dalam Siregar, Sandra Yossi, 2011).

ISPA merupakan masalah kesehatan karena penyakit ISPA merupakan salah satu penyebab utama morbiditas mortalitas pada golongan usia balita. Besarnya masalah ISPA ini karena setiap anak diperkirakan mengalami 3 sampai 6 episode penyakit ISPA setiap tahunnya, berarti seorang balita rata-rata mendapat serangan ISPA 3–6 kali per tahun (Ditjen PPM dan PLP, 1995).

Hasil studi yang dilakukan oleh Ditjen PPM & PL, tahun 1999 pada pusat keramaian di 3 kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Yogyakarta dan Semarang menunjukkan gambaran sebagai berikut : kadar debu (SPM) 280 ug/m^3 , kadar SO_2 sebesar 0,76 ppm, dan kadar NO_x sebesar 0,50 ppm, dimana angka tersebut telah melebihi nilai ambang batas/standar kualitas udara. Hasil pemeriksaan kualitas udara disekitar stasiun kereta api dan terminal di kota Yogyakarta pada tahun 1992 menunjukkan kualitas udara sudah menurun, yaitu kadar debu rata-rata 699 ug/m^3 , kadar SO_2 sebesar 0,03–0,086 ppm, kadar NO_x sebesar 0,05 ppm dan kadar Hidro Karbon sebesar 0,35–0,68 ppm (Depkes, 2010).

Penduduk yang tinggal di daerah bencana asap (seperti kebakaran hutan), mempunyai potensi menderita penyakit ISPA 1,8-3,8 kali lebih besar dari jumlah penderita ISPA pada periode yang sama tahun-tahun sebelumnya. Pada saat kebakaran hutan tahun yang lalu, kualitas udara di wilayah Kalimantan Barat sudah pada taraf membahayakan Kesehatan dimana kadar debu mencapai angka di atas 1.490 ug/m^3 , dimana batas ambang yang diperkenankan sebesar 230 ug/m^3 (Depkes, 2010).

2.7 Pencegahan dan penanggulangan

Pengendalian pencemaran Debu yang bersumber dari kendaraan bermotor dapat diupayakan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Pengurangan jumlah emisi Debu kendaraan bermotor dengan mengurangi jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi, antara lain dengan menyediakan prasarana dan sarana transportasi massal yang memadai.
- b) Mengembangkan pemakaian kendaraan bermotor serta bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, antara lain dengan mengurangi kendaraan bermotor bermesin diesel.

Metode yang digunakan untuk mengurangi dan mengontrol emisi SO_x adalah :

1. Penggunaan bahan bakar bersulfur rendah.
2. Substitusi sumber energy lainnya untuk bahan pembakaran.
3. Penghilangan sulfur dari bahan bakar sebelum pembakaran.
4. Penghilangan SO_x dari gas buangan. (Fardiaz, 1992).

2.8 Studi Ekologi

Studi ekologi adalah disain penelitian dengan jenis studi deskriptif yang menggunakan data populasi/ agregat. Disain studi ekolgi menghubungkan antara frekuensi kejadian penyakit dengan tingkat pemaparan agen (Elliot dalam Woro Sandra 2006). Studi ekologi bertujuan untuk mendeskripsikan hubungan korelatif antara penyakit dengan faktor-faktor yang diminati peneliti. Kelebihan dari studi ekologi adalah dapat menggunakan data insidensi, prevalensi maupun mortalitas. Studi ini tepat sekali digunakan pada penyelidikan awal hubungan penyakit, sebab mudah dilakukan dan murah dengan memanfaatkan informasi yang tersedia. Kelemahan dari studi ini adalah tidak dapat dipakai untuk menganalisis hubungan sebab akibat karena ketidakmampuan menjembatani kesenjangan status paparan dan status penyakit pada tingkat populasi dan individu dan studi ekologi tak mampu untuk mengontrol faktor perancu potensial (Supriyadi, 2009). Studi ekologi dibagi menjadi 4 jenis, yaitu :

1. Studi ekologi eksploratori (*spasial profil*)

Adalah studi yang membandingkan variasi geografi dari penyakit di suatu daerah. Tujuan dari studi ini adalah untuk mencari pola spasial yang berhubungan dengan etiologi lingkungan atau etiologi hipotesis yang lebih spesifik. Tampilan hasil dari studi ini berupa pemetaan daerah-daerah tersebut.

2. Studi ekologi multiple group (*place*)

Unit analisis dalam studi ini adalah beberapa wilayah pada satu saat yang bertujuan untuk membandingkan rate penyakit antar wilayah selama periode yang sama. Tujuan dari studi ini adalah menaksir asosiasi antara frekuensi pajanan atau tingkat pajanan dengan frekuensi penyakit antar group (unit analisis) yang berbeda.

3. Studi ekologi time trend (*time series study*)

Unit analisis dalam studi ini adalah populasi pada satu saat dan dibandingkan pada saat yang berbeda yang bertujuan untuk menaksir kemungkinan hubungan antara perubahan pada frekuensi atau rata-rata pajanan dengan perubahan frekuensi penyakit pada populasi yang di amati.

4. Studi ekologik kombinasi (*place and time*)

Adalah kombinasi antara multiple group design dengan time trend. Tujuan dari studi ini adalah untuk menaksir kemungkinan asosiasi antara perubahan pada frekuensi pajanan dan perubahan pada frekuensi penyakit pada beberapa group.



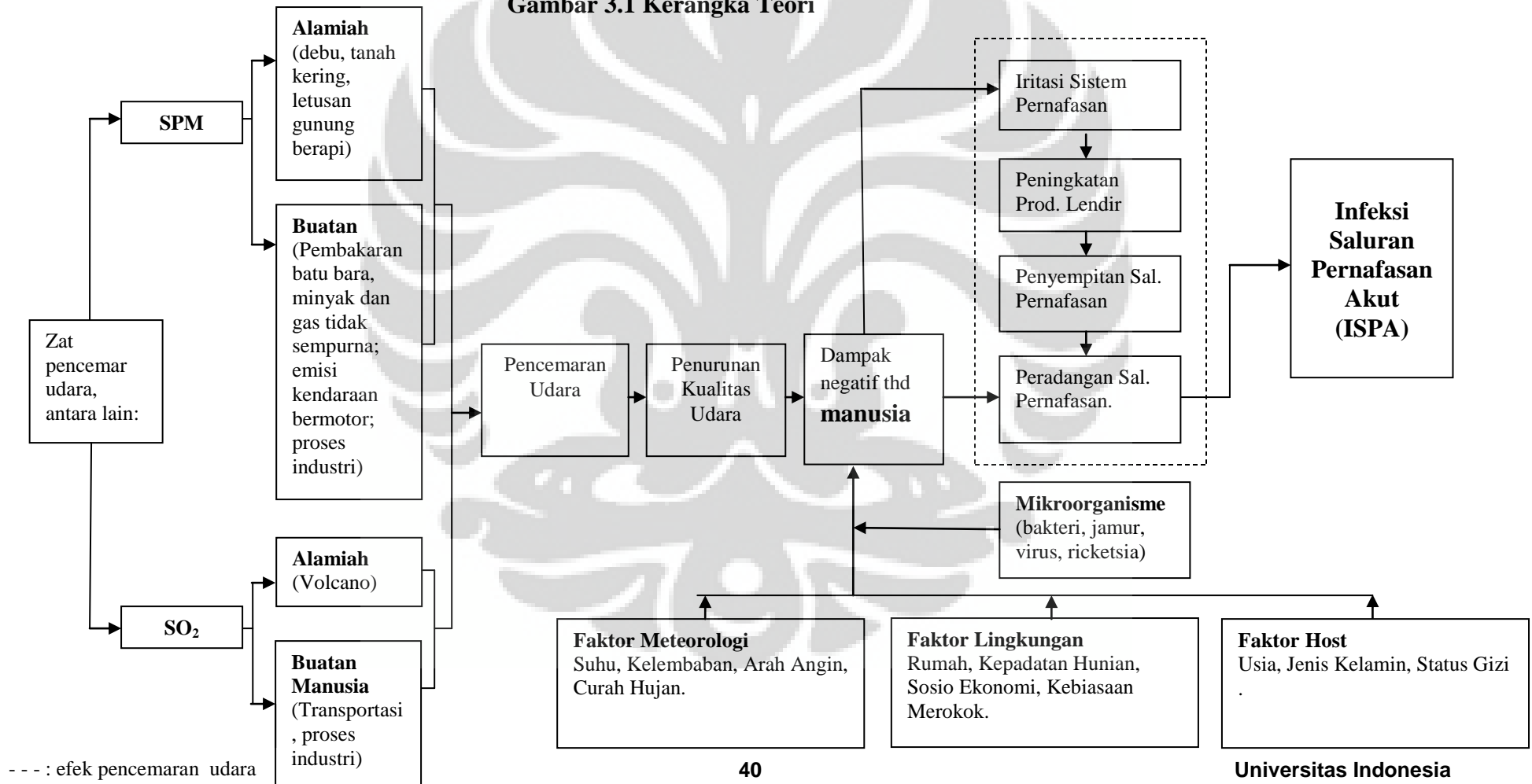
BAB 3

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori

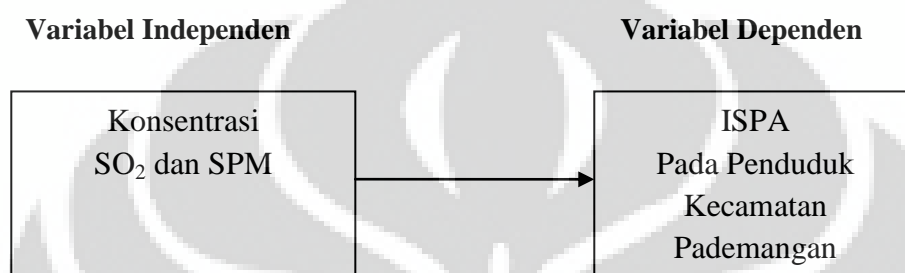
Berdasarkan tinjauan pustaka yang ada dapat digambarkan kerangka teori faktor penyebab terjadinya ISPA.

Gambar 3.1 Kerangka Teori



3.2 Kerangka Konsep

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya ISPA. Dalam hal ini, penyusun hanya mengambil sebagian dari faktor risiko yang akan dijadikan sebagai kerangka konsep yaitu, tingkat konsentrasi SO_2 dan SPM di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara. Penyusun ingin melakukan penelitian, untuk melihat hubungan tingkat konsentrasi SO_2 dan SPM dengan jumlah kejadian ISPA per periode musim pada penduduk di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara. Adapun kerangka konsepnya adalah :



Gambar 3.2
Kerangka Konsep

3.3 Variabel Penelitian

- Variabel bebas (variabel independen)

Kualitas udara ambient SO_2 dan SPM di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara berdasarkan data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

- Variabel terikat (variabel dependen)

Jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara berdasarkan data kesehatan di Puskesmas Kecamatan Pademangan.

3.4 Definisi Operasional

VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	SKALA	HASIL UKUR	ALAT UKUR	CARA UKUR
Dependen					
ISPA	Infeksi pada satu bagian atau lebih saluran napas mulai dari hidung sampai paru-paru dan berlangsung dalam kurun waktu 14 hari atau lebih (Rasmaliah, 2004)	Rasio	Jumlah kasus.	Diagnosis paramedis.	Observasi data sekunder laporan bulanan Puskesmas Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara.
Independen					
SO ₂	Gas yang berbau tajam dan tidak mudah terbakar (Wardhana, W.Arya, 2004)	Rasio	ppm	Spektrophotometer Dengan metode Pararosanilin di stasiun BMKG	Observasi data sekunder laporan kualitas udara per bulan dari BMKG
SPM	Jumlah partikel yang ada di udara	Rasio	µg/m ³	High Volume Air Sampler di stasiun BMKG	Observasi data sekunder laporan kualitas udara per bulan dari BMKG
Curah hujan	Jumlah rata-rata air hujan yang turun ke bumi.	Rasio	mm	Hellman di stasiun BMKG	Observasi data sekunder laporan bulanan dari BMKG



BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian epidemiologik deskriptif yang menggunakan disain studi ekologi *time trend*. Data yang digunakan adalah laporan bulanan jumlah kejadian ISPA penduduk Kecamatan Pademangan dari Puskesmas Kecamatan Pademangan, serta data pengukuran kualitas udara (SO₂ dan SPM) dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) DKI Jakarta.

4.2 Populasi dan Sampel

4.2.1 Perhitungan Populasi dan Sampel.

Populasi dalam penelitian ini adalah semua penduduk di wilayah Kecamatan Pademangan dengan kasus ISPA pada bulan Januari 2006 sampai dengan Desember 2010 yang berjumlah 333.093 orang yang tercatat di Puskesmas Kecamatan Pademangan. Sampel dalam penelitian ini adalah total dari populasi. Data kualitas udara dalam penelitian ini adalah hasil pengukuran tingkat konsentrasi SO₂ dan SPM pada bulan Januari 2006 sampai dengan Desember 2010 di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara.

4.2.2 Pengambilan Sampel Data Sekunder ISPA, SO₂ dan SPM

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data sekunder dari Puskesmas Kecamatan Pademangan untuk data jumlah kasus ISPA dan data kualitas udara SO₂ dan SPM dari BMKG DKI Jakarta.

4.3 Pengumpulan Data Sekunder ISPA, SO₂ dan SPM

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data sekunder. Data variabel dependen yang digunakan adalah data tersangka kasus ISPA di wilayah Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara dalam kurun waktu 5 tahun, yaitu Januari 2006 sampai dengan Desember 2010. Sedangkan data variabel independen yang

digunakan adalah data tingkat konsentrasi SO₂ dan SPM di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara dalam kurun waktu Januari 2006 sampai dengan Desember 2010.

Cara pengumpulan data sekunder kasus ISPA :

1. Memberikan surat izin penelitian kepada pihak Suku Dinas Kesehatan Jakarta Utara.
2. Menunggu proses pembuatan surat dari Suku Dinas Kesehatan Jakarta Utara untuk Puskesmas Kecamatan Pademangan.
3. Memberikan surat izin penelitian beserta surat dari Suku Dinas Kesehatan Jakarta Utara kepada Puskesmas Kecamatan Pademangan.
4. Mendapatkan data jumlah kasus ISPA di Kecamatan Pademangan.

Cara pengumpulan data sekunder konsentrasi SO₂ dan SPM :

1. Memberikan surat izin penelitian kepada pihak Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) DKI Jakarta bagian kualitas udara.
2. Mendapatkan data laporan bulanan kualitas udara (SO₂ dan SPM).

4.3.1 Cara pengumpulan data yang dilakukan oleh BMKG dan Puskesmas Kecamatan Pademangan.

4.3.1.1 Pengukuran konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM), menggunakan alat High Volume Air Sampler yang dilakukan oleh BMKG :

Pengukuran *Suspended Particulate Matter* (SPM) yaitu partikulat dengan diameter ≤ 100 mikron, menggunakan metode High Volume Air Sampler, dengan prinsip dasar udara dihisap dengan flowrate 40-60 cfm, maka *suspended particulate matter* (debu) dengan ukuran < 100 mikron akan terhisap dan tertahan pada permukaan filter microfiber dengan porositas $< 0,3 \mu\text{m}$. Partikulat yang tertahan di permukaan filter ditimbang secara gravimetrik, sebelum dan sesudah sampling di samping itu dicatat flowrate dan waktu lamanya sampling sehingga didapat konsentrasi debu tersebut.

Prinsip Kerja :

Melewatkan udara dengan vakum tertentu melalui kertas saring diketahui berat awalnya pada kondisi udara yang sama.

Cara Kerja :**Persiapan kertas saring**

1. Filter diperiksa kode nomor dan keutuhannya
2. Dikondisikan selama 24 jam didalam desikator.
3. Timbang berat awal sampai ketelitian 0,1 mg (W_o)

Pemasangan kertas

1. Buka penutup alat, dikancingkan sementara agar pemasangan tidak terganggu
2. Buka baut pengunci gasket, angkat gasket
3. Bebaskan debu yang ada pada face plate dengan alat penyapu/kuas
4. Pengambilan filter harus dengan pinset
5. Dengan memakai pinset letakan kertas saring dengan hati-hati dimana nomor kode menghadap keatas
6. Posisi kertas saring berada ditengah-tengah face plate
7. Tutup kertas saring dengan gasket dan kencangkan baut penguncinya
8. Periksa hubungan listriknya
9. Tutup kembali penutup alat HVS

Pengambilan sampel

1. Hidupkan alat selama 2 jam , setelah selesai waktunya, matikan alat dengan menggeser power.
2. Ambil kertas saring dengan pinset, caranya temukan permukaan yang ada debunya, selanjutnya dimasukkan kedalam amplop/kertas
3. Kondisikan kertas saring selama 24 jam di dalam desikator untuk dianalisis
4. Timbang kembali filternya untuk mengetahui berat debunya
5. Uji laboratorium dan perhitungan
6. Setelah dikondisikan 24 jam didalam desikator, timbang kertas W_t
7. Perhitungan.

4.3.1.2 Pengukuran konsentrasi SO₂ menggunakan alat Spektrophotometer yang dilakukan oleh BMKG:

Prinsip Kerja :

Udara dihisap dilewatkan kedalam larutan penyerap. Dengan larutan penyerap akan membentuk kompleks dicloro merkurat, setelah di reaksikan dengan larutan Pararosanilin dan Formaldehyde akan membentuk warna, selanjutnya warna ini diukur serapannya dengan Spectronik pada panjang l 575 nm.

Cara Kerja :

Cara pengambilan sampel

1. Penyerap sebanyak 10 ml dimasukan kedalam tabung impinge
2. Tabung impinger dipanaskan pada peralatan pengukur kualitas udara
3. Hubungkan selang penghubung antara pipa dengan tabung impingernya, pastikan tidak ada kebocoran
4. Masukkan rangkaian itu kedalam kotak pompa penghisap dan hubungkan selang penghubungnya
5. Selang yang ada corongnya dikeluarkan, corong menghadap kebawah
6. Kotak ditutup dan dihidupkan pompa penghisapnya, biarkan selama 60 menit
7. Setelah sesuai waktu ambil tabung impinger untuk segera dianalisa di laboratorium.

Cara analisa sampel SO₂

1. Larutkan dari tabung *Midger impinger* dituangkan ke dalam labu takar 25 ml, dibilas aquades dimasukan ke labu takar juga.
2. Tambahkan 1 ml Asam Sulfanilat 0,6% biarkan selama 10 menit
3. Tambahkan pula Formaldehyde 0,2% 2 ml dan 5 ml larutan sediaan pararosanilin, mampaatkan dengan aquades diamkan 30 menit
4. Ukur warna yang terjadi dengan Spectrofotometer pada l 575 nm sebagai Y.

4.3.1.3 Pengumpulan Data Kasus ISPA

Pengumpulan Data Kasus ISPA dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang bersumber dari Puskesmas Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara. Data laporan kasus terjadinya ISPA merupakan data

hasil rekapitulasi terjadinya kasus ISPA dari seluruh kelurahan di Kecamatan Pademangan mulai dari bulan Januari 2006 sampai dengan Desember 2010.

Cara dan penentuan kasus ISPA yang dilakukan oleh Puskesmas Kecamatan Pademangan:

1. Pasien yang menderita flu (pilek disertai batuk berdahak kering) lebih dari 3 sampai 14 hari di sertai demam datang ke Puskesmas kelurahan atau kecamatan.
2. Pasien mendaftar dibagian pendaftaran dan menunggu masuk kedalam ruang Bagian pemeriksaan.
3. Pasien di anamnesa oleh dokter, diperiksa tekanan darah dengan menggunakan tensi darah.
4. Dokter menggunakan stetoskop untuk mendengarkan apakah ada suara mengii atau bising di paru-paru pasien.
5. Tenggorokan pasien di senter untuk memastikan terjadinya infeksi peradangan pada saluran pernafasan bagian atas.
6. Apabila semua positif, pasien dinyatakan terkena ISPA.

4.3.2 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus tahun 2011, di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara. Pengambilan data dilakukan di Puskesmas Kecamatan Pademangan dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) DKI Jakarta.

4.4 Analisis Data

Data curah hujan yang berbentuk data bulanan selama 5 tahun diolah menjadi per periode musim. Sedangkan data kasus ISPA didapatkan dalam bentuk data bulanan yang diolah menjadi data tahunan. Selanjutnya di analisis dengan metode statistik dengan program SPSS 13.0

4.4.1 Persiapan Analisis

Data yang terkumpul dari hasil wawancara dan observasi dilakukan pengolahan data dengan menggunakan program statistic pada computer. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut (Hastono 2007) :

1. Menyunting Data (data editing)

Memeriksa data sebelum proses pemasukkan data agar dapat meminimalkan kesalahan.

2. Mengkode Data (data coding)

Memberikan kode dan mengklarifikasi data

3. Memasukkan Data (data entry)

Memasukkan data ke dalam computer yang akan digunakan untuk proses selanjutnya.

4. Membersihkan Data (data cleaning)

Mengecek ulang atau mengkoreksi kesalahan yang mungkin muncul saat pembuatan variabel atau entry data.

4.4.2 Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian. Analisis univariat secara statistik digunakan untuk mengetahui distribusi frekuensi dari masing-masing variabel dalam penelitian ini yaitu tingkat konsentrasi SO₂ dan SPM serta jumlah kejadian ISPA per periode musim pada penduduk di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara.

4.4.3 Analisis Bivariat

Analisis Bivariat dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dan SPM dengan jumlah kejadian ISPA per periode musim pada penduduk di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara dalam kurun waktu 5 tahun 2006 - 2010. Untuk menganalisis derajat atau keeratan hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dan SPM dengan kejadian ISPA per periode musim pada penduduk di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara berdasarkan waktu,

yaitu tahun 2006 sampai 2010, digunakan uji korelasi. Nilai korelasi (r) berkisar 0 s.d 1 atau bila dengan disertai arahnya nilainya -1 s.d +1.

$r = 0 \rightarrow$ tidak ada hubungan linier

$r = -1 \rightarrow$ hubungan linier negatif sempurna

$r = +1 \rightarrow$ hubungan linier positif sempurna

Hubungan dua variabel dapat berpola positif maupun negatif. Hubungan positif terjadi bila kenaikan satu diikuti kenaikan variabel yang lain, sedangkan hubungan negatif dapat terjadi bila kenaikan satu variabel diikuti penurunan variabel yang lain. Kekuatan hubungan dua variabel menurut Colton dalam Hastono (2007) secara kualitatif dapat dibagi dalam 4 area, yaitu :

$R = 0,00 - 0,25$	tidak ada hubungan/ hubungan lemah
$R = 0,26 - 0,50$	hubungan sedang
$R = 0,51 - 0,75$	hubungan kuat
$R = 0,76 - 1,00$	hubungan sangat kuat/ sempurna

BAB 5 HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum Wilayah Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara

Kecamatan Pademangan merupakan salah satu Kecamatan yang berada di Kota Administrasi Jakarta Utara. Kecamatan Pademangan memiliki luas wilayah 11,92 Km² dengan ketinggian dari permukaan laut antara 0 s/d 2 meter. Populasi penduduk Kecamatan Pademangan pada tahun 2009 sebanyak 119.398 jiwa, dengan jumlah populasi tertinggi terdapat di Kelurahan Pademangan Barat yaitu sebesar 61.537 jiwa, dan terendah di wilayah Ancol yaitu sebesar 17.387 jiwa.



Gambar 5.1 Peta Wilayah Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara.

Sumber : Buku Saku Jakarta Utara, 2010.

5.1.1 Keadaan Geografis

Secara geografis wilayah Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara berbatasan dengan :

Batas Utara : Laut Jawa.

Batas Selatan : Rel Kereta Api Kemayoran.

Batas Timur : Kali Sunter.

Batas Barat : Kali Opak.

5.1.2 Luas Wilayah

Sesuai dengan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor : 1251 Tahun 1989, luas wilayah dari Kecamatan Pademangan adalah 11,9187 Km² yang terdiri atas 33 RW (Rukun Warga) dan 420 RT (Rukun tetangga) dengan luas masing-masing kelurahan sebagai berikut :

Kelurahan Pademangan Barat : 3,5335 Km²

Kelurahan Pademangan Timur : 2,6124 Km²

Kelurahan Ancol : 3,7728 Km²

5.1.3 Luas Wilayah dan Kependudukan di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara.

Luas wilayah dan kependudukan di Kecamatan Pademangan tahun 2009 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk di Pademangan Tahun 2009.

Kelurahan	Luas (Km ²)	Penduduk			Kepadatan Penduduk
		Lakilaki	Perempuan	Total	
Pademangan Barat	3,53	32.336	29.171	61.537	17.415
Pademangan Timur	2,61	21.854	18.620	40.474	15.493
Ancol	3,77	9.469	7.918	17.387	4.609
Pademangan	11,92	63.689	55.709	119.398	10.018

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010.

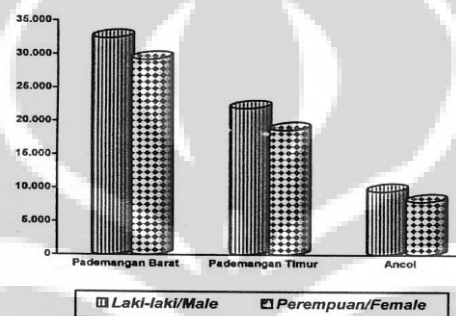
Tabel 5.2 Jumlah Penduduk, Kepala Keluarga (KK), Rukun Warga (RW) dan Rukun Tetangga (RT) Tahun 2009.

Kelurahan	Jumlah Penduduk	KK	RW	RT
Pademangan Barat	61.537	20.758	16	211
Pademangan Timur	40.474	11.907	10	145
Ancol	17.387	5.249	7	64
Pademangan	119.398	37.914	33	420

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

Berdasarkan data Kota Administrasi Jakarta Utara di bagi menjadi 3 kelurahan yaitu Kelurahan Pademangan Barat, Pademangan timur, dan Ancol.

Berdasarkan hasil survei Inventarisasi Kelurahan tahun 2009, Penduduk kecamatan Pademangan sebanyak 119.398 jiwa dengan jumlah KK adalah 37.914. Luas wilayah 11,9187 km² dan kepadatan penduduk 10.018 jiwa/km², dengan perincian penduduk laki-laki 63.689 jiwa atau 53,34 persen, penduduk perempuan 55.709 jiwa atau 46,66 persen. Dari tiga kelurahan yang ada di Kecamatan Pademangan, kepadatan penduduk tertinggi di capai oleh kelurahan Pademangan Barat yaitu sebesar 17.415 jiwa/km². Sedangkan tingkat kepadatan penduduk terendah dicapai oleh kelurahan Ancol yaitu sebesar 4.609 jiwa/km². (BPS Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010).



Gambar 5.2 Grafik Jumlah Penduduk di Kecamatan Pademangan Tahun 2009.

Sumber : BPS Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

5.1.4 Tenaga Kerja

Berdasarkan data yang didapat, pada tahun 2009, kepala keluarga di Kecamatan Pademangan paling banyak bekerja di sector lainnya, yaitu sebesar 10.371 atau sekitar 26,83 persen, dan yang tertinggi terdapat di Kelurahan Pademangan Barat sebanyak 9.413 kepala keluarga.

Tabel 5.3 Jumlah Kepala Keluarga menurut Jenis Kegiatan di Pademangan Tahun 2009 (Bagian 1).

Kelurahan	Jenis Kegiatan			
	Pertanian	Industri	Bangunan	Perdagangan
Pademangan Barat	0	1.404	1.040	5.417
Pademangan Timur	0	3.252	468	4.312
Ancol	0	1.487	376	979
Pademangan	0	6.143	1.884	10.708

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

Tabel 5.4 Jumlah Kepala Keluarga menurut Jenis Kegiatan di Pademangan Tahun 2009 (Bagian 2).

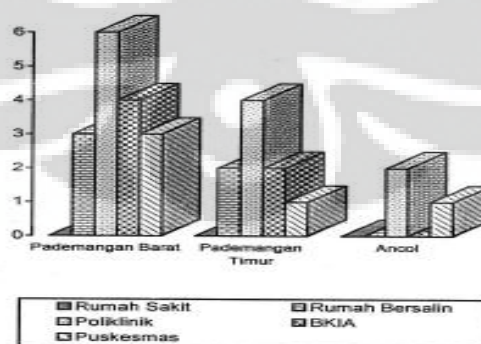
Kelurahan	Jenis Kegiatan				Jumlah
	Keuangan Perbankan	Pemerintah	Jasa-Jasa	Lainnya	
Pademangan Barat	563	2.019	1.202	9.413	21.256
Pademangan Timur	305	1.465	1.244	771	12.133
Ancol	701	812	784	187	5.365
Pademangan	1.569	4.296	3.230	10.371	38.654

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

5.1.5 Sarana Kesehatan

Pembangunan kesehatan di Kecamatan Pademangan diarahkan pada prioritas untuk memberikan pelayanan mudah, merata dan murah kepada masyarakat dengan beberapa fasilitas seperti rumah sakit, rumah bersalin, poliklinik, puskesmas, pos KB, dan posyandu juga memberikan penyuluhan kepada masyarakat, seperti meningkatkan gizi masyarakat khususnya usia balita serta penanggulangan dan pencegahan beberapa penyakit.

Sarana kesehatan di Kecamatan Pademangan pada tahun 2009 adalah 12 poliklinik atau balai pengobatan dan 5 puskesmas. Sedangkan dokter praktek berjumlah 37 orang. Jika dibandingkan dengan jumlah penduduk, maka 1 dokter praktek melayani 3.930 orang



Gambar 5.3 Fasilitas Kesehatan di Pademangan Tahun 2009.

Sumber : BPS Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

5.1.6 Air minum

Air minum merupakan kebutuhan pokok masyarakat. Kondisi air tanah di Kotamadya Jakarta Utara hampir seluruhnya tidak bisa diminum (asin/antah) dikarenakan letaknya yang berbatasan dengan laut, demikian juga kondisinya dengan di Kecamatan Pademangan. Sehingga pada tahun 2009, 85,14% dari jumlah KK di Kecamatan Pademangan menggunakan fasilitas air PAM.

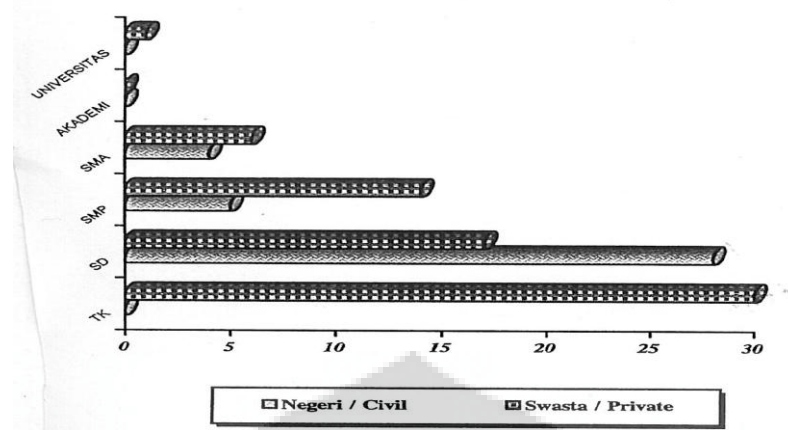
Tabel 5.7 Sumber Air untuk Mandi dan Cuci serta Air PAM untuk Penduduk di Pademangan Tahun 2009.

Kelurahan	Untuk mandi & Cuci					Air PAM	
	Ledeng	Sumur/ Pompa	Sungai	Hujan	Lainnya	Ya	Tidak
Pademangan Barat	1	0	0	0	0	1	0
Pademangan Timur	1	0	0	0	0	1	0
Ancol	1	0	0	0	0	1	0
Pademangan	3	0	0	0	0	3	0

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

5.1.7 Pendidikan

Pendidikan terbagi menjadi dua, yaitu pendidikan formal dan non formal. Di Kecamatan Pademangan pada tahun 2009 sarana pendidikan formal dan non formal. Sarana pendidikan di Kecamatan Pademangan meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat semakin menyadari akan pentingnya pendidikan. Kecamatan Pademangan pada tahun 2009 mempunyai jumlah sekolah di bidang pendidikan formal, sekolah Taman Kanak-Kanak (TK) sebanyak 30 sekolah, Sekolah Dasar (SD) dan sederajat 45 sekolah, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Umum (SLTP Umum) 19 sekolah, Sekolah Menengah Umum (SMU) 10 sekolah, sedangkan akademi/diploma tidak ada dan Universitas Tinggi 1 buah.



Gambar 5.4 Grafik Jumlah Sekolah menurut Tingkat Pendidikan dan Status Sekolah di Kecamatan Pademangan Tahun 2009.

Sumber : BPS Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

Pendidikan non formal seperti kursus-kursus (mengetik, tata buku dan sebagainya) seluruhnya berjumlah 17 buah dan yang paling banyak adalah kursus mengetik.

5.1.8 Industri

Industri dibagi menjadi empat, yaitu industri besar, sedang, kecil dan rumah tangga. Kecamatan Pademangan mempunyai 270 industri dan 41,98 persen diantaranya adalah industri kecil.

Tabel 5.8 Jumlah Industri Menurut Jenisnya di Pademangan Tahun 2009.

Kelurahan	Besar	Sedang	Kecil	Rumah Tangga	Jumlah
Pademangan Barat	2	17	42	20	81
Pademangan Timur	0	25	63	43	131
Ancol	15	31	6	6	58
Pademangan	17	73	111	69	270

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara, 2010

5.1.9 Sarana Lalu Lintas

Sarana lalu lintas yang ada di Kecamatan Pademangan pada tahun 2008 seluruhnya adalah jalan darat beraspal dan dapat dilalui oleh kendaraan roda

empat. Jenis angkutan umum yang ada adalah ojek motor dan kendaraan roda empat.

5.1.10 Keadaan Iklim

Hampir sama dengan keadaan iklim pada kecamatan lain di Jakarta Utara. Kecamatan Pademangan juga beriklim panas, karena lokasi Jakarta Utara yang cukup dekat dengan pantai, dengan suhu rata-rata 28,2°C, curah hujan setiap tahun rata-rata 152,48 mm dengan maksimal curah hujan pada bulan Februari (707,3mm) dan kelembaban udara rata-rata 74%, yang disapu dengan angin dengan kecepatan sekitar 4,76 knot sepanjang tahun 2009. Curah hujan tertinggi pada tahun 2010 menurun dibandingkan dengan tahun 2009 yang mencapai 1.829,7mm (BMKG, 2010). Jakarta Utara terletak di daerah Katulistiwa sehingga wilayah Jakarta Utara di penihi angin Muson Timur terjadi bulan Mei sampai dengan Oktober dan Muson Barat sekitar bulan November sampai dengan April. (Buku Saku Jakarta Utara, 2010).

5.1.11 Potensi Kecamatan Pademangan

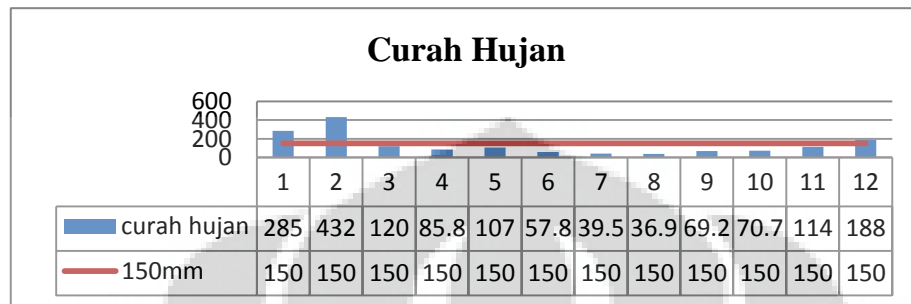
Kecamatan Pademangan memiliki kawasan-kawasan yang sudah dikenal masyarakat Internasional, yaitu :

- a. Kawasan Wisata Taman Impian Jaya Ancol.
- b. Pusat Perdagangan Mangga Dua yang pada saat ini makin dilengkapi dengan Mangga Dua Square dan WTC Mangga Dua.
- c. Pelabuhan Sunda Kelapa yang memiliki nilai historis tinggi (Buku Saku Jakarta Utara, 2010).

5.2 Pembagian Periode Musim

Periode musim di Indonesia dibagi menjadi dua yaitu musim hujan dan musim kemarau. Untuk menentukan dua periode tersebut digunakan tingkat curah hujan rata-rata per bulan. Periode musim kemarau dimulai ketika curah hujan dalam satu bulan < 150 mm diikuti oleh dua bulan berikutnya. Sementara itu, musim hujan dimulai ketika curah hujan dalam satu bulan > 150 mm diikuti oleh bulan berikutnya. Berdasarkan pengukuran tingkat curah hujan yang dilakukan

oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di wilayah terdekat dari Kecamatan Pademangan selama lima tahun yaitu dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2010, pembagian bulan berdasarkan dua periode musim dapat diketahui sebagai berikut.



Gambar 5.5. Grafik Tingkat Curah Hujan Wilayah Kec. Pademangan Tahun 2006-2010
Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika “telah diolah kembali”

Berdasarkan gambar grafik 5.5 diketahui bahwa periode musim hujan dimulai sejak bulan Desember sampai dengan bulan Februari. Hal tersebut didasari oleh tingkat curah hujan yang berada di atas 150 mm. Sedangkan, periode musim kemarau dimulai sejak bulan Maret hingga bulan November, dimana tingkat curah hujan di bawah 150 mm.

Pada penelitian yang dilakukan selama tahun 2006 sampau dengan tahun 2010, didapatkan enam periode musim hujan serta lima periode musim kemarau. Adapun periode pada musim hujan terbagi menjadi, yaitu :

- H1 untuk musim hujan periode Januari 2006 – Februari 2006
- H2 untuk musim hujan periode Desember 2006 - Februari 2007
- H3 untuk musim hujan periode Desember 2007 - Februari 2008
- H4 untuk musim hujan periode Desember 2008 - Februari 2009
- H5 untuk musim hujan periode Desember 2009 – Februari 2010
- H6 untuk musim hujan periode Desember 2010.

Sedangkan untuk periode musim kemarau terbagi menjadi :

- K1 untuk musim kemarau periode Maret 2006 – November 2006
- K2 untuk musim kemarau periode Maret 2007 – November 2007
- K3 untuk musim kemarau periode Maret 2008 – November 2008
- K4 untuk musim kemarau periode Maret 2009 – November 2009

- K5 untuk musim kemarau periode Maret 2010 – November 2010.

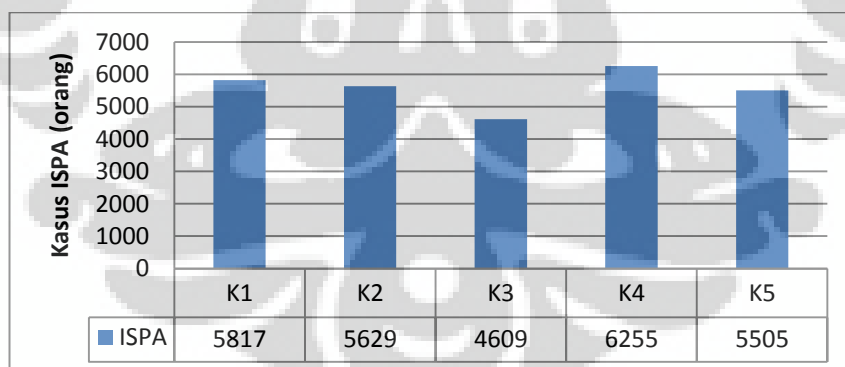
5.3 Hasil Analisis Univariat

5.3.1 Gambaran Jumlah Kejadian Penyakit ISPA di Kec. Pademangan Tahun 2006-2010.

Dari hasil analisa univariat dari data laporan bulanan di Puskesmas Kec. Pademangan mengenai jumlah kasus ISPA dalam kurun waktu lima tahun yaitu tahun 2006-2010, diperoleh informasi frekuensi sebagai berikut. Namun, pada penelitian ini akan dilakukan pengelompokan data berdasarkan periode musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau.

5.3.1.1 Kejadian ISPA Pada Periode Musim Kemarau

Kejadian ISPA pada periode musim kemarau memiliki lima kelompok, yang terdiri dari sembilan bulan. Berdasarkan hasil analisis jumlah kejadian berfluktuatif, namun cenderung stabil, peningkatan dan penurunan yang terjadi tidak terlalu besar. Jumlah kejadian ISPA terendah terdapat pada kelompok K3 yaitu bulan Maret 2008 sampai dengan November 2008, sebesar 4609 kasus, sedangkan jumlah kejadian tertinggi terdapat pada kelompok K4 yaitu pada bulan Maret 2009 sampai dengan bulan November 2009 sebesar 6255 kasus.

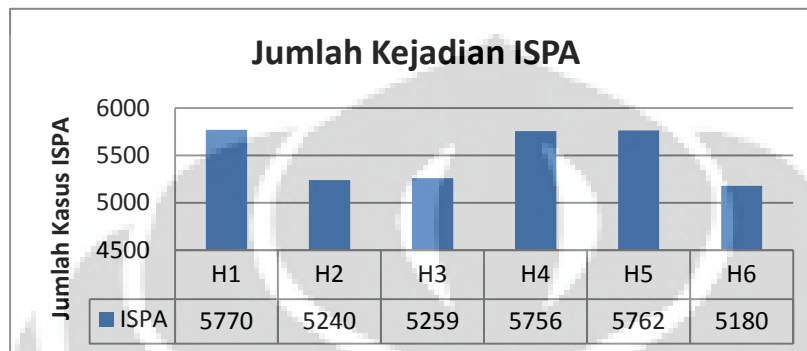


Gambar 5.6. Rata-rata Jumlah Kejadian ISPA pada Periode Musim Kemarau di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010.

5.3.1.2 Kejadian ISPA Pada Periode Musim Hujan

Kejadian ISPA pada periode musim hujan memiliki enam kelompok, Berdasarkan hasil analisis jumlah kejadian terjadi peningkatan dan penurunan pada tiap kelompoknya namun tetap tidak melebihi 5000an kasus. Jumlah

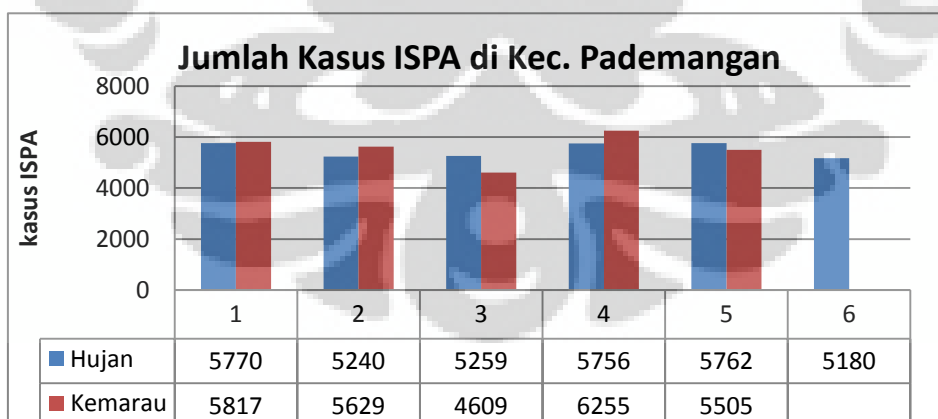
kejadian ISPA tertinggi terdapat pada kelompok H1 yaitu bulan Januari 2006 sampai dengan Februari 2006, sebesar 5770 kasus, sedangkan jumlah kejadian terendah terdapat pada kelompok H6 yaitu pada bulan Desember 2010 sebesar 5180 kasus, hal ini dikarenakan pada kelompok H6 yang hanya memiliki satu bulan, yaitu bulan Desember 2010.



Gambar 5.7 Rata-rata Jumlah Kejadian ISPA pada Periode Musim Hujan di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010.

5.3.1.3. Kejadian ISPA di Dua Periode Musim ISPA

Berdasarkan hasil analisis setelah dilakukan penggabungan musim hujan dan musim kemarau, jumlah kejadian kasus ISPA umumnya lebih tinggi pada periode musim kemarau dibandingkan dengan musim hujan.



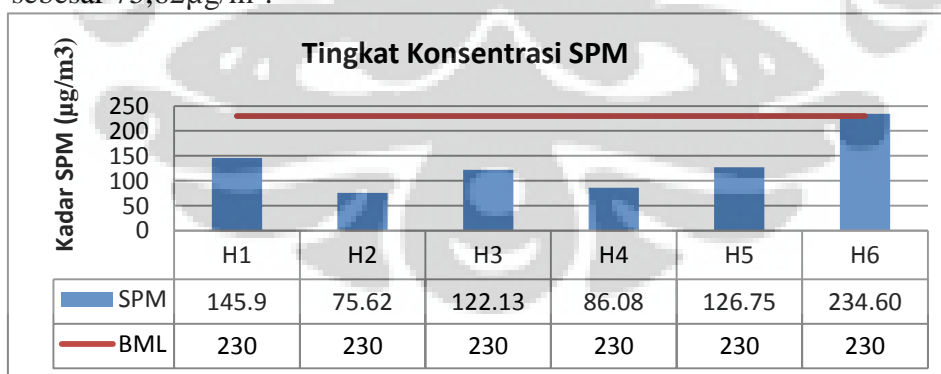
Gambar 5.8 Rata-rata Jumlah Kejadian ISPA pada Dua Periode Musim di Kecamatan Pademangan selama 5 tahun (Tahun 2006-2010)

5.3.2 Gambaran Tingkat Konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) selama 5 tahun di Kec. Pademangan.

Dari hasil analisa univariat tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Kecamatan Pademangan berdasarkan data laporan pengukuran yang dilakukan oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) yang dilakukan di stasiun pemantau kualitas udara yang terletak di kawasan Ancol. Data pengukuran kualitas udara dilaporkan dalam bentuk bulanan dan akan dikelompokkan ke dalam dua periode musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau berdasarkan penetapan tingkat curah hujan.

5.3.2.1 Tingkat Konsentrasi SPM Pada Periode Musim Hujan

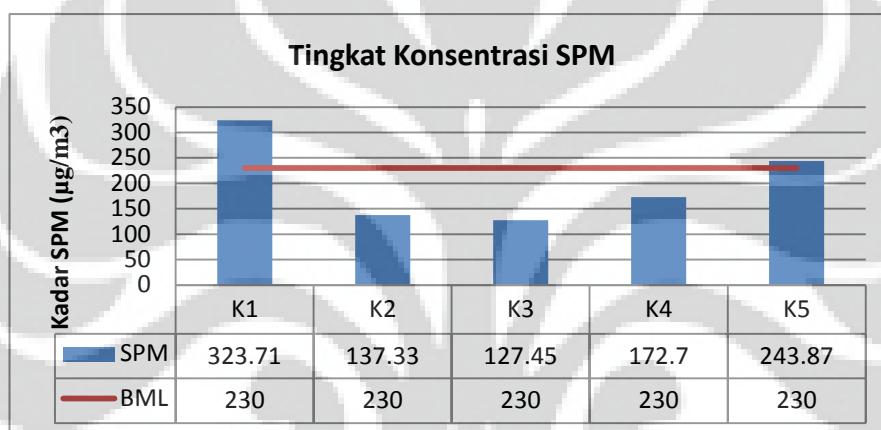
Konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) pada periode musim hujan memiliki enam kelompok. Berdasarkan hasil analisis, tingkat konsentrasi mengalami peningkatan dan penurunan yang relatif tajam dan signifikan pada setiap kelompoknya. Namun dari kelompok H4 sampai dengan H6, tingkat konsentrasi SPM selalu mengalami peningkatan. Tingkat konsentrasi tertinggi terdapat pada kelompok H6 (bulan Desember 2010) sebesar $234,60\mu\text{g}/\text{m}^3$, namun hal ini dapat disebabkan karena pada kelompok H6 hanya terdiri dari satu bulan saja yaitu bulan Desember 2010. Sedangkan tingkat konsentrasi terendah terdapat pada kelompok H2 (bulan Desember 2006 sampai dengan bulan Februari 2007) sebesar $75,62\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Gambar 5.9 Grafik Tingkat Konsentrasi SPM pada Periode Musim Hujan di Kec. Pademangan Tahun 2006-2010.

5.3.2.2 Tingkat Konsentrasi SPM Pada Periode Musim Kemarau

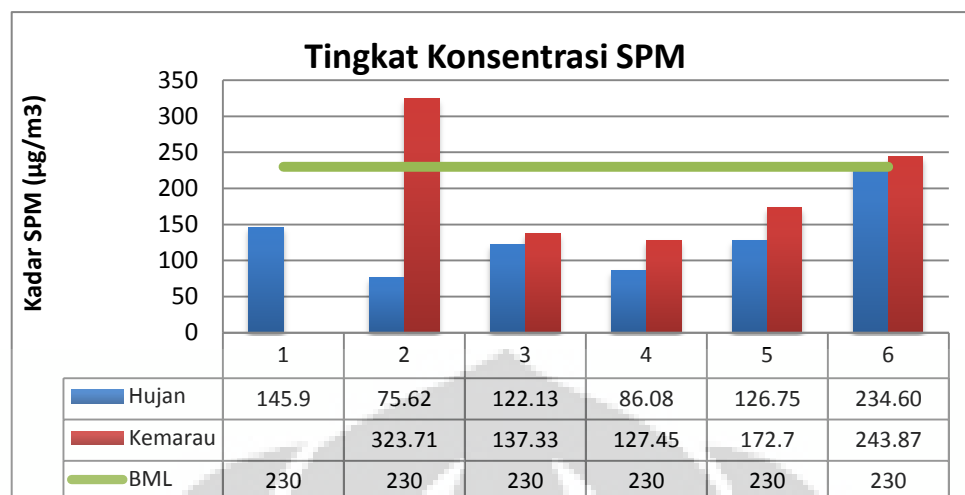
Tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) pada periode musim kemarau memiliki lima kelompok, yang terdiri dari sembilan bulan. Hasil analisis menggambarkan pada awal pengukuran yaitu pada kelompok K1 tingkat konsentrasi SPM sudah sangat tinggi yaitu sebesar $323,71\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan merupakan tingkat konsentrasi SPM tertinggi. Pada kelompok K2, K3, dan K4 tingkat konsentrasi SPM mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak terlalu besar. Namun pada kelompok K5 terjadi peningkatan yang cukup besar dibandingkan kelompok sebelumnya. Tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) terendah terdapat pada kelompok K3 yaitu sebesar $127,45\mu\text{g}/\text{m}^3$



Gambar 5.10 Grafik Tingkat Konsentrasi SPM pada Periode Musim Kemarau di Kec. Pademangan Tahun 2006-2010.

5.3.2.3 Tingkat Konsentrasi SPM Pada Dua Periode Musim

Berdasarkan hasil analisis setelah dilakukan penggabungan musim hujan dan musim kemarau menggambarkan bahwa tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) pada umumnya lebih tinggi pada periode musim kemarau dibandingkan pada musim hujan.



Gambar 5.11 Rata-rata Tingkat Konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) pada Dua Periode Musim di Kecamatan Pademangan selama 5 tahun (Tahun 2006-2010)

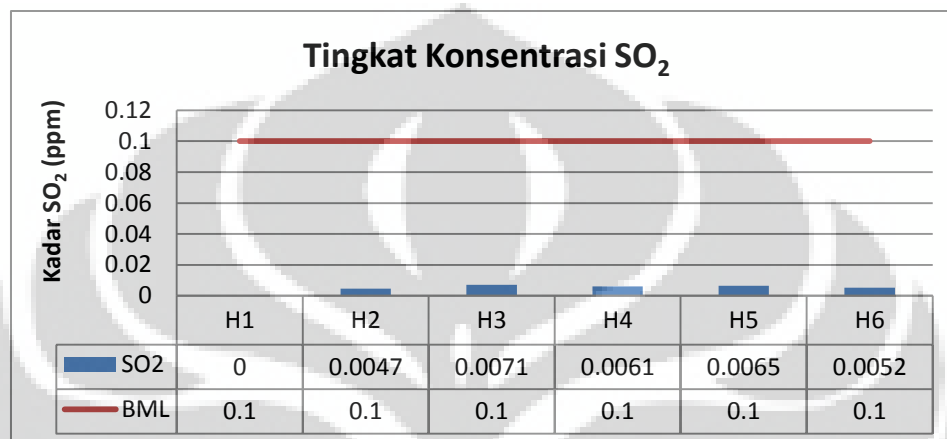
5.3.3 Gambaran Tingkat Konsentrasi SO₂ (*Sulfur dioksida*) selama 5 tahun di Kec. Pademangan.

Berdasarkan hasil analisis univariat tingkat konsentrasi SO₂ di Kecamatan Pademangan mengenai data laporan pengukuran yang dilakukan oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) yang dilakukan di stasiun pemantau kualitas udara yang terletak di kawasan Ancol. Pengukuran tingkat konsentrasi SO₂ pertama kali dilakukan pada bulan Mei 2006. Data pengukuran kualitas udara dilaporkan dalam bentuk bulanan dan akan dikelompokkan ke dalam dua periode musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau berdasarkan penetapan tingkat curah hujan.

5.3.3.1 Tingkat Konsentrasi SO₂ Pada Periode Musim Hujan

Konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) pada periode musim hujan memiliki lima kelompok, yang terdiri dari tiga bulan, dua bulan dan satu bulan. Hasil analisis menggambarkan hasil yang berfluktuatif, hal ini dikarenakan terjadi peningkatan dan penurunan pada tiap kelompoknya. Pada kelompok H1 (Januari 2006 - Februari 2006), tidak ada data pengukuran, dan pada kelompok H2 data untuk bulan Maret dan April 2006 tidak ada. Hal ini dikarenakan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) melakukan pengukuran tingkat

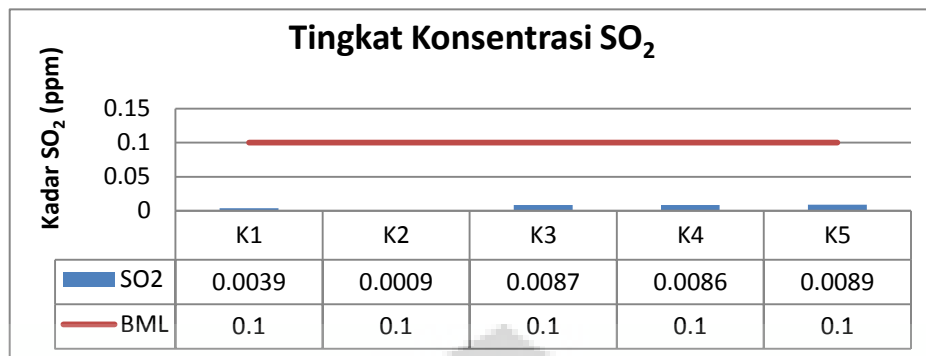
konsentrasi SO_2 pertama kali pada bulan Mei 2006, sehingga data tidak dapat menjadi acuan. Tingkat konsentrasi tertinggi terdapat pada kelompok H3 (Desember 2007 – Februari 2008) sebesar 0,0071ppm. Sedangkan tingkat konsentrasi terendah terdapat pada kelompok H2 (Desember 2006 – Februari 2007), namun hal ini tidak dapat dijadikan acuan karena pada kelompok H2 terdapat ketidak lengkapan data yaitu data bulan Maret dan April 2006.



Gambar 5.12 Grafik Tingkat Konsentrasi SO_2 pada Periode Musim Hujan di Kec. Pademangan Tahun 2006-2010.

5.3.3.2 Tingkat Konsentrasi SO_2 Pada Periode Musim Kemarau

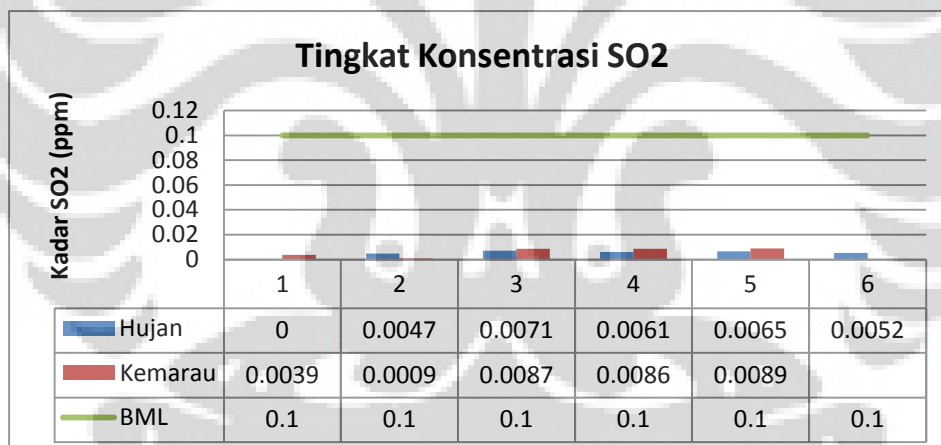
Tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO_2) pada periode musim kemarau memiliki lima kelompok, yang terdiri dari sembilan bulan. Hasil analisis menggambarkan bahwa terjadi peningkatan dan penurunan secara signifikan, terutama pada kelompok K1, K2, dan K3. Tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO_2) terendah terdapat pada kelompok K2 (Maret 2007-November 2007) yaitu sebesar 0,0009 ppm. Sedangkan konsentrasi tertinggi terdapat pada kelompok K5 (Maret 2010 – November 2010) yaitu sebesar 0,0089 ppm.



Gambar 5.13 Grafik Tingkat Konsentrasi SO₂ pada Periode Musim Kemarau di Kec. Pademangan Tahun 2006-2010.

5.3.3.3 Tingkat Konsentrasi SO₂ Pada Dua Periode Musim

Berdasarkan hasil analisis setelah dilakukan penggabungan musim hujan dan musim kemarau menggambarkan bahwa tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) pada umumnya lebih tinggi pada periode musim kemarau dibandingkan pada musim hujan.



Gambar 5.14 Grafik Tingkat Konsentrasi SO₂ pada Dua Periode Musim di Kec. Pademangan Tahun 2006-2010.

5.4 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data sudah berdistribusi normal atau tidak, sehingga dapat menentukan jenis uji statistik yang digunakan dalam analisis bivariat. Untuk mengetahui suatu data berdistribusi normal atau tidak, ada tiga cara yaitu :

1. Dilihat dari grafik histogram dan kurve normal bila bentuknya menyerupai bel shape, berarti distribusi normal.
2. Menggunakan nilai *skewness* dan standar error nya, bila nilai *skewness* dibagi standar errornya menghasilkan angka ≤ 2 , maka distribusinya normal.
3. Uji kolmogorov smirnov, bila hasil uji tidak signifikan ($p \text{ value} > 0,005$) maka distribusi normal. Namun uji kolmogorov sangat sensitive dengan jumlah sampel, maksudnya : untuk jumlah sampel yang besar uji kolmogorov cenderung menghasilkan uji yang signifikan (bentuk distribusi tidak normal). Untuk mengetahui kenormalan data lebih baik menggunakan angka *skewness*, atau melihat grafik histogram dan kurva normal. (Hastono, 2007). Hasil uji normalitas data ISPA dengan SO_2 dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Kecamatan Pademangan, tahun 2006-2010 dengan menggunakan nilai *skewness* dan standar errornya.

Tabel 5.9 Uji Normalitas Data Variabel Penelitian selama 5 tahun (2006-2010)

Variabel	SO ₂	Keterangan	SPM	Keterangan	ISPA	Keterangan
H1	-	Tidak Ada Data	-	Data Tidak Lengkap	-	Data Tidak Lengkap
H2	1,41	Normal	- 0,25	Normal	1,04	Normal
H3	0,65	Normal	- 1,36	Normal	0,12	Normal
H4	- 8,89	Normal	1,37	Normal	0,84	Normal
H5	1,05	Normal	- 1,27	Normal	1,39	Normal
H6	-	Data Tidak Lengkap	-	Data Tidak Lengkap	-	Data Tidak Lengkap
Musim Hujan	0,56	Normal	-1,23	Normal	0,12	Normal
K1	- 0,52	Normal	0,14	Normal	3,39	Tidak Normal
K2	- 2,99	Normal	- 0,59	Normal	1,62	Normal
K3	2,93	Tidak Normal	1,17	Normal	- 2,56	Normal
K4	1,44	Normal	2,99	Tidak Normal	2,78	Tidak Normal
K5	- 1,52	Normal	- 2,31	Normal	- 0,04	Normal
Musim Kemarau	0,58	Normal	0,71	Normal	2	Normal

Hasil uji normalitas yang dilakukan pada hampir sebagian besar variabel menggunakan nilai *skewness* dan standar error nya, bila nilai *skewness* dibagi standar errornya menghasilkan angka ≤ 2 , maka distribusinya normal. Pada variabel H1 ispa, H1 spm, H6 ispa, H6 SPM, H6 SO₂ tidak dapat digunakan karena hanya terdiri dari satu nilai. Sedangkan H1 SO₂ tidak dapat di uji, dikarenakan tidak ada datanya.

5.5 Analisis Bivariat

Analisis yang digunakan untuk menyatakan hubungan antara variabel independen yaitu tingkat konsentrasi SPM dan SO₂ dengan variabel independennya ISPA adalah dengan uji korelasi. Uji korelasi yang digunakan adalah uji korelasi *Pearson* dan *Spearman* Berdasarkan hasil uji normalitas apabila data berdistribusi normal maka digunakan uji korelasi dan regresi *Pearson* untuk melihat hubungan antara 2 variabel sedangkan bila ditemukan data yang tidak berdistribusi normal maka digunakan uji *Spearman* untuk melihat hubungan antara dua variabel.

5.5.1 Hubungan Antara Tingkat Konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan Kejadian Penyakit ISPA.

Hasil uji korelasi antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan kejadian kasus ISPA di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010 dibagi menjadi beberapa periode, sebagai berikut :

Tabel 5.10 Hasil Uji Korelasi variabel tingkat Konsentrasi SPM dengan variabel Jumlah Kejadian ISPA.

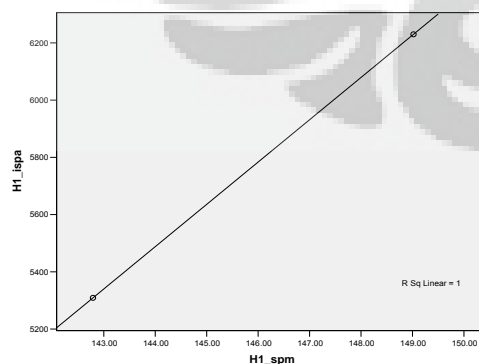
Variabel (SPM)	P value	Hasil Uji Korelasi (r)	Keterangan
H1	-	1	Uji <i>Pearson</i>
H2	0,881	-0,186	Uji <i>Pearson</i>
H3	0,927	0,114	Uji <i>Pearson</i>
H4	0,913	-0,136	Uji <i>Pearson</i>
H5	0,797	0,314	Uji <i>Pearson</i>
H6	-	-	Data tidak lengkap
Musim Hujan	0,461	0,749	Uji <i>Pearson</i>

K1	0,406	-0,317	Uji Spearman
K2	0,189	0,481	Uji Pearson
K3	0,872	-0,63	Uji Pearson
K4	0,668	0,167	Uji Spearman
K5	0,502	-0,258	Uji Pearson
K6	-	-	Data tidak lengkap
Musim Kemarau	0,831	-0,083	Uji Pearson

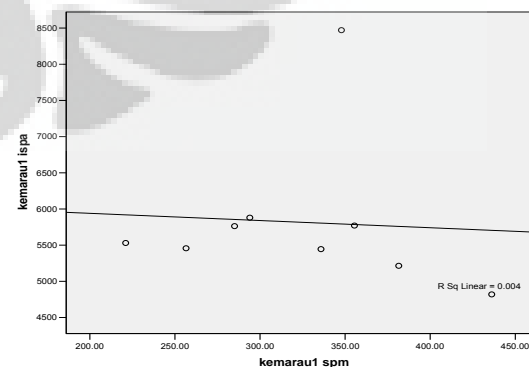
a. Periode Pertama

Pengukuran tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) telah lebih dahulu dilaksanakan dibandingkan dengan konsentrasi SO_2 . Pada periode ini ditampilkan gambar yang mewakili musim kemarau dan juga musim hujan. Hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA pada periode pertama selama musim kemarau atau K1 (Maret 2006-November 2006) menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,317$). Gambar 5.14 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $p\text{value} = 0,406$ lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K1.

Tidak berbeda jauh pada musim kemarau, pada musim hujan H1 (Januari 2006- Februari 2006) didapatkan hubungan yang sangat kuat ($r = 1$). Gambar 5.13 menunjukkan pola hubungan positif, dimana semakin tinggi konsentrasi SPM maka semakin tinggi jumlah kejadian ISPA.



Gambar 5.15 Scatter SPM dengan ISPA Periode H1.

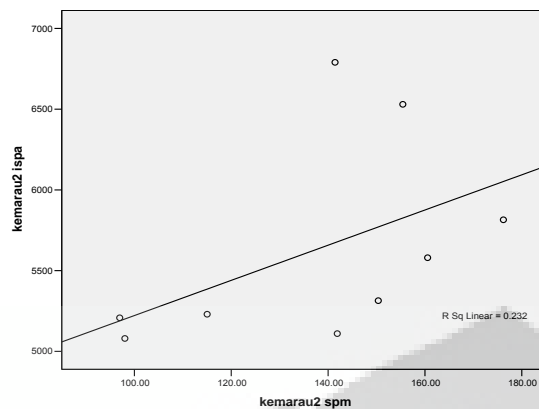


Gambar 5.16 Scatter SPM dengan ISPA Periode K1.

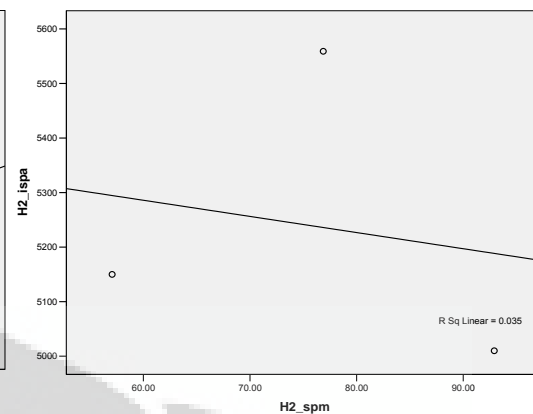
b. Periode Kedua

Pada periode kedua akan ditampilkan dua periode musim, musim hujan dan musim kemarau. Hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA pada periode kedua selama musim kemarau atau K2 (Maret 2007-November 2007) menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,481$). Gambar 5.15 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,189$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K2.

Berbeda dengan periode musim kemarau, pada periode musim hujan kedua atau H2 (Desember 2006-Februari 2007) didapatkan hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA pada periode kedua selama musim hujan menunjukkan hubungan yang lemah ($r=0,186$). Gambar 5.16 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,881$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H2.



Gambar 5.17 Scatter SPM dengan ISPA Periode K2

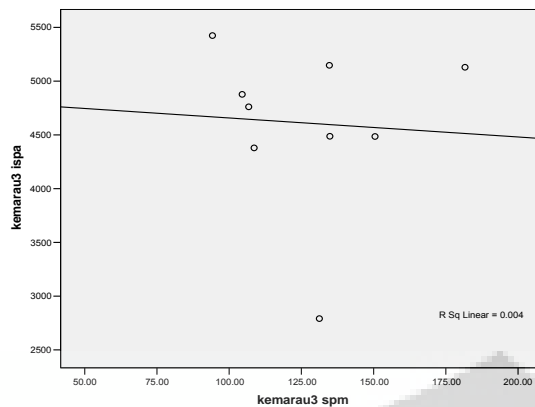


Gambar 5.18 Scatter SPM dengan ISPA Periode H2.

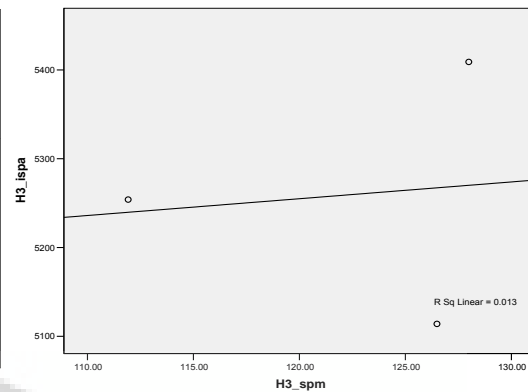
c. Periode Ketiga

Pada periode ketiga juga akan akan ditampilkan dua periode musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada periode musim kemarau ketiga atau K3 (Maret 2008-November 2008), hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,63$). Gambar 5.17 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,872$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K3.

Sedangkan pada periode musim hujan ketiga atau H3 (Desember 2007-Februari 2008), hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang lemah ($r=0,114$). Gambar 5.18 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,927$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H3.



Gambar 5.19 Scatter SPM dengan ISPA Periode K3

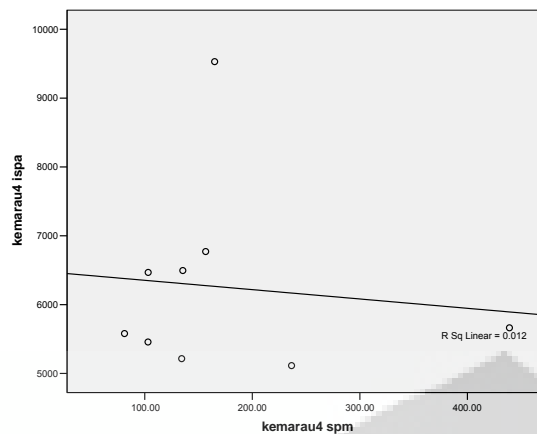


Gambar 5.20 Scatter SPM dengan ISPA Periode H3.

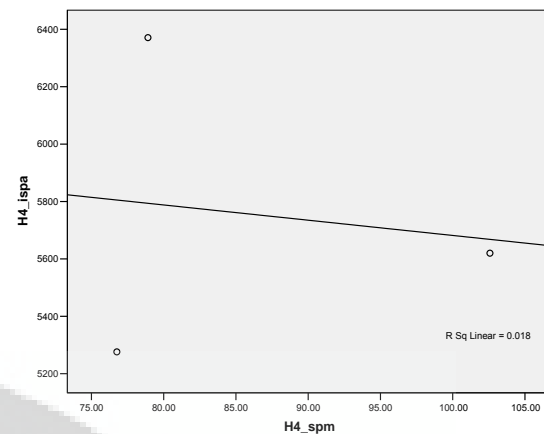
d. Periode Keempat

Pada periode keempat juga akan akan ditampilkan dua periode musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada periode musim kemarau keempat atau K4 (Maret 2009-November 2009), hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang lemah ($r=0,167$). Gambar 5.19 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,668$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K4.

Sama dengan periode musim kemarau keempat, pada periode musim hujan keempat atau H4 (Desember 2008-Februari 2009), hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang lemah ($r=0,136$). Gambar 5.20 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,913$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H4.



Gambar 5.21 Scatter SPM dengan ISPA Periode K4.

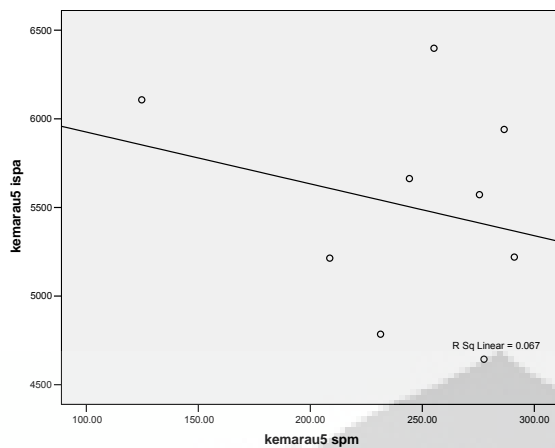


Gambar 5.22 Scatter SPM dengan ISPA Periode H4.

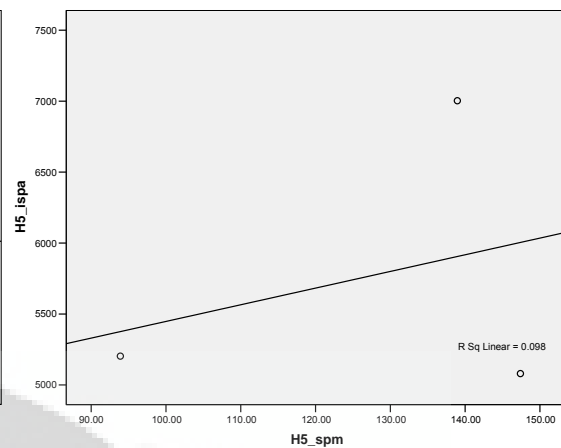
e. Periode Kelima

Pada periode kelima juga akan akan ditampilkan dua periode musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada periode musim kemarau kelima atau K5 (Maret 2010-November 2010), hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,258$). Gambar 5.21 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,502$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K5.

Sama dengan periode musim kemarau kelima, pada periode musim hujan kelima atau H5 (Desember 2009-Februari 2010), hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,314$). Gambar 5.22 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,797$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H5.



Gambar 5.23 Scatter SPM dengan ISPA Periode K5

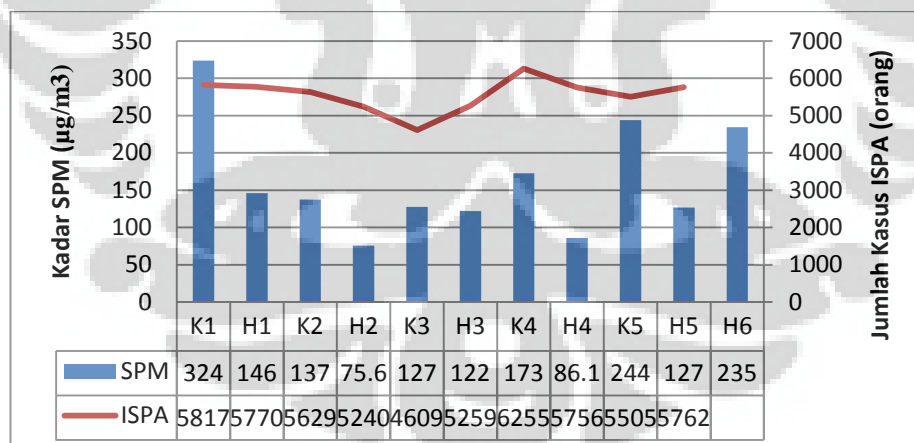


Gambar 5.24 Scatter SPM dengan ISPA Periode H5.

f. Periode Keenam

Berdasarkan rentang waktu penelitian maka pada periode keenam tidak dapat dianalisis dikarenakan hanya menggunakan satu data, yaitu data bulan Desember 2010.

Gambar grafik dari masing-masing periode pada musim hujan dan kemarau adalah sebagai berikut :



Gambar 5.25 Hubungan tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA pada tiap periode musim di Kecamatan Pademangan, Tahun 2006-2010.

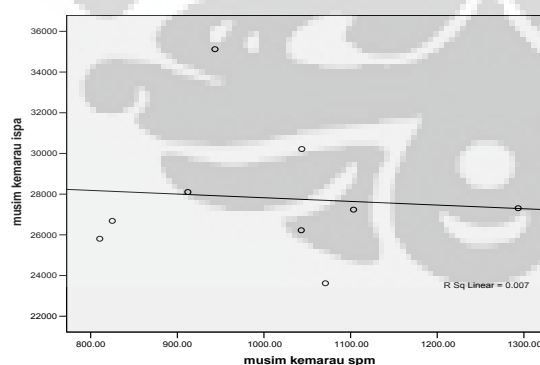
g. Periode Gabungan

Periode gabungan merupakan gabungan dari keseluruhan periode musim, dimana data musim kemarau dari K1 sampai dengan K5, begitu juga dengan data

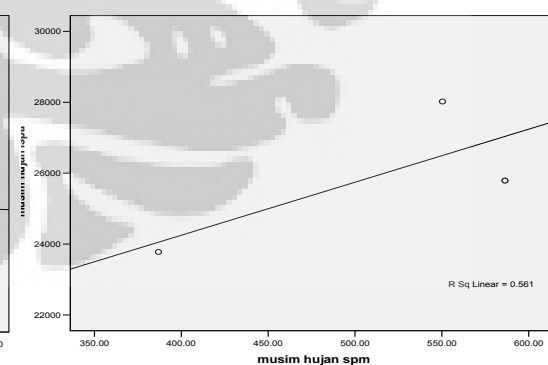
musim hujan dari H1 sampai dengan H6. Hal ini dilakukan, untuk dapat melihat secara keseluruhan hubungan antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA, baik di musim kemarau atau di musim hujan selama lima tahun (tahun 2006-2010).

Hubungan antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama musim kemarau adalah sangat lemah ($r=0,083$). Pada gambar 5.24 menunjukkan pola negatif, jadi semakin tinggi tingkat konsentrasi SPM akan diikuti dengan penurunan jumlah kejadian ISPA. Berdasarkan hasil uji statistik dihasilkan *p value* sebesar 0,831, yang artinya tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA di kecamatan Pademangan selama musim kemarau tahun 2006-2010.

Berbeda dengan periode musim kemarau, pada periode musim hujan, hubungan antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA selama musim hujan adalah sangat kuat ($r=0,749$). Pada gambar 5.25 menunjukkan pola positif, yang artinya, peningkatan tingkat konsentrasi SPM akan diikuti dengan peningkatan jumlah kejadian ISPA. Berdasarkan hasil uji statistik dihasilkan *p value* sebesar 0,461, yang artinya tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA di kecamatan Pademangan selama musim hujan tahun 2006-2010.



Gambar 5.26 Scatter SPM dengan ISPA Selama Periode Musim Kemarau.



Gambar 5.27 Scatter SPM dengan ISPA Selama Periode Musim Hujan

5.5.2 Hubungan Antara Tingkat Konsentrasi SO₂ dengan Kejadian Penyakit ISPA.

Hasil uji korelasi antara tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) dengan kejadian kasus ISPA di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010 dibagi menjadi beberapa periode, sebagai berikut :

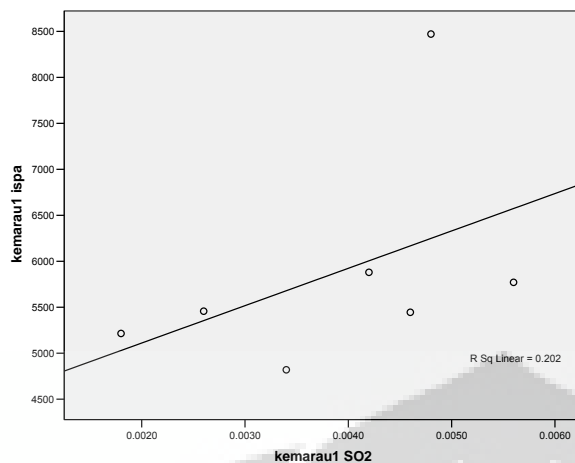
Tabel 5.11 Hasil Uji Korelasi variabel tingkat Konsentrasi SO₂ dengan variabel Jumlah Kejadian ISPA.

Variabel (SO ₂)	P value	Hasil Uji Korelasi (r)	Keterangan
H1	-	-	Tidak ada data
H2	0,509	-0,697	Uji Pearson
H3	0,583	-0,609	Uji Pearson
H4	0,010	-1,000	Uji Pearson
H5	0,785	-0,332	Uji Pearson
H6	-	-	Data tidak lengkap
Hujan	0,772	0,350	Uji Pearson
K1	0,311	0,450	Uji Pearson
K2	0,468	0,278	Uji Pearson
K3	0,330	-0,368	Uji Spearman
K4	0,187	0,483	Uji Spearman
K5	0,395	0,324	Uji Pearson
K6	-	-	Data tidak lengkap
Kemarau	0,727	0,136	Uji Pearson

a. Periode Pertama

Pada periode ini hanya ditampilkan satu gambar, yaitu periode musim kemarau (Mei 2006 - November 2006). Hal ini disebabkan karena pengukuran konsentrasi SO₂ di Kecamatan Pademangan baru dilakukan pada bulan Mei 2006. Adapun hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA pada periode pertama selama musim kemarau atau K1 (Mei 2006 - November 2006) menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,450$). Gambar 5.26 menunjukkan pola hubungan yang positif, yaitu semakin tinggi tingkat konsentrasi SO₂ maka kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik menghasilkan $pvalue = 0,311$, nilai ini lebih besar dari $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA pada periode K1.

Universitas Indonesia

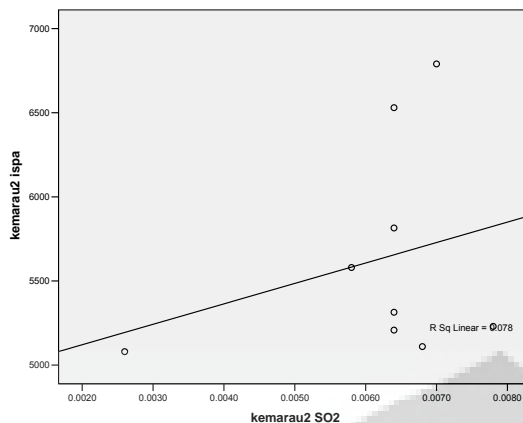


Gambar 5.28 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode K1.

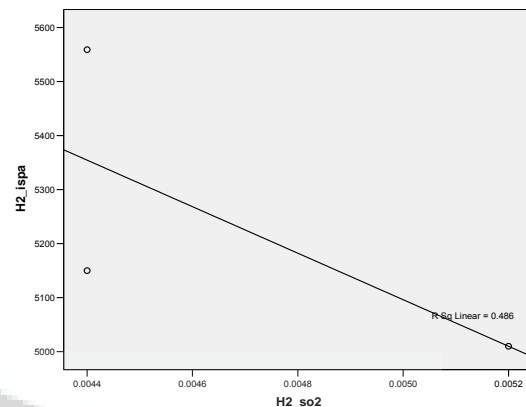
b. Periode Kedua

Pada periode kedua akan ditampilkan dua periode musim, musim hujan dan musim kemarau. Hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA pada periode kedua selama musim kemarau atau K2 (Maret 2007-November 2007) menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,278$). Gambar 5.27 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂ maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,468$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K2.

Pada periode musim hujan kedua atau H2 (Desember 2006-Februari 2007) didapatkan hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang kuat ($r=0,697$). Gambar 5.28 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂ maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,509$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H2



Gambar 5.29 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode K2.

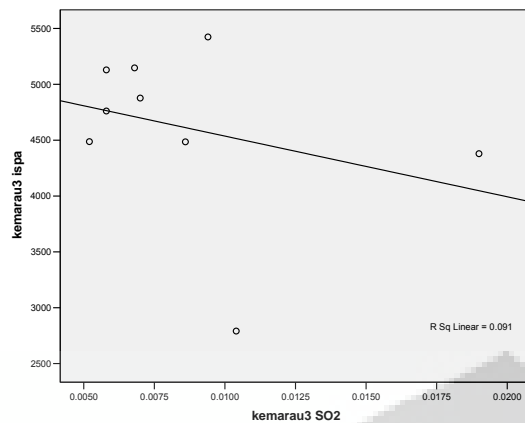


Gambar 5.30 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode H2

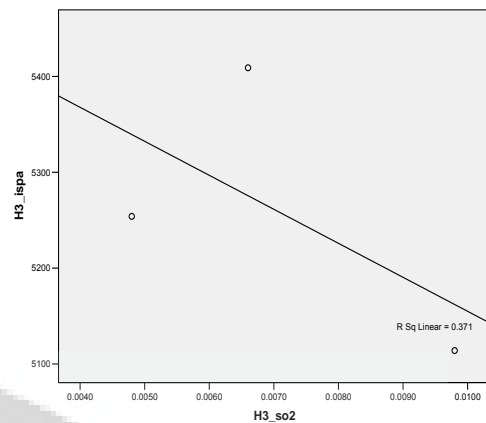
c. Periode Ketiga

Pada periode ketiga juga akan ditampilkan dua periode musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada periode musim kemarau ketiga atau K3 (Maret 2008 - November 2008), hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,368$). Gambar 5.29 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂, maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,330$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K3.

Sedangkan pada periode musim hujan ketiga atau H3 (Desember 2007- Februari 2008), hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang kuat ($r=0,609$). Gambar 5.30 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂ maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,583$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H3.



Gambar 5.31 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode K3.

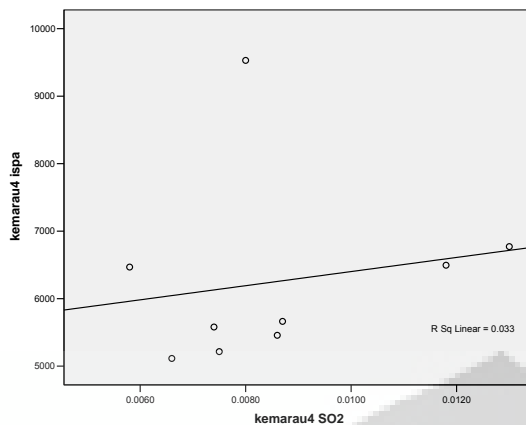


Gambar 5.32 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode H3.

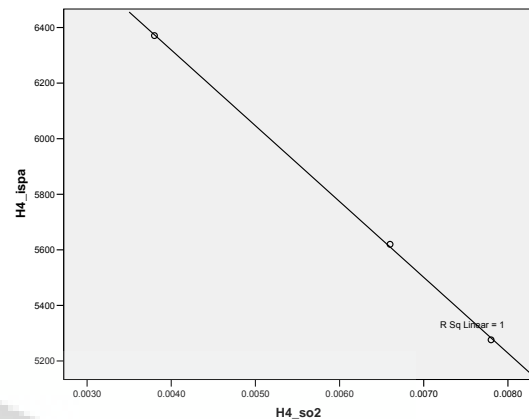
d. Periode Keempat

Pada periode keempat akan ditampilkan dua periode musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada periode musim kemarau keempat atau K4 (Maret 2009 - November 2009), hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,483$). Gambar 5.31 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂ maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,187$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K4.

Sama dengan periode musim kemarau keempat, pada periode musim hujan keempat atau H4 (Desember 2008 - Februari 2009), hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sangat kuat ($r=1$). Gambar 5.32 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂ maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,010$ lebih kecil dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H4



Gambar 5.33 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode K4.

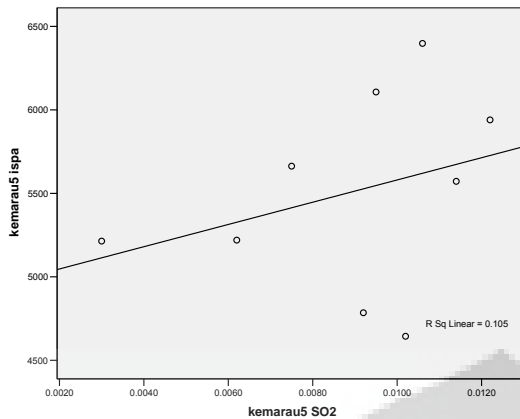


Gambar 5.34 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode H4.

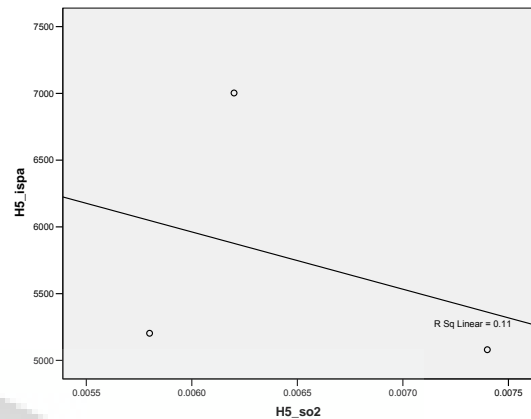
e. Periode Kelima

Pada periode kelima juga akan akan ditampilkan dua periode musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada periode musim kemarau kelima atau K5 (Maret 2010 - November 2010), hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,324$). Gambar 5.33 menunjukkan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂ maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,395$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode K5.

Pada periode musim kemarau kelima, pada periode musim hujan kelima atau H5 (Desember 2009 - Februari 2010), hubungan antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA menunjukkan hubungan yang sedang ($r=0,332$). Gambar 5.34 menunjukkan pola hubungan yang negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO₂ maka jumlah kejadian ISPA akan semakin rendah. Berdasarkan hasil uji statistik di dapatkan $pvalue = 0,785$ lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama periode H5.



Gambar 5.35 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode K5.

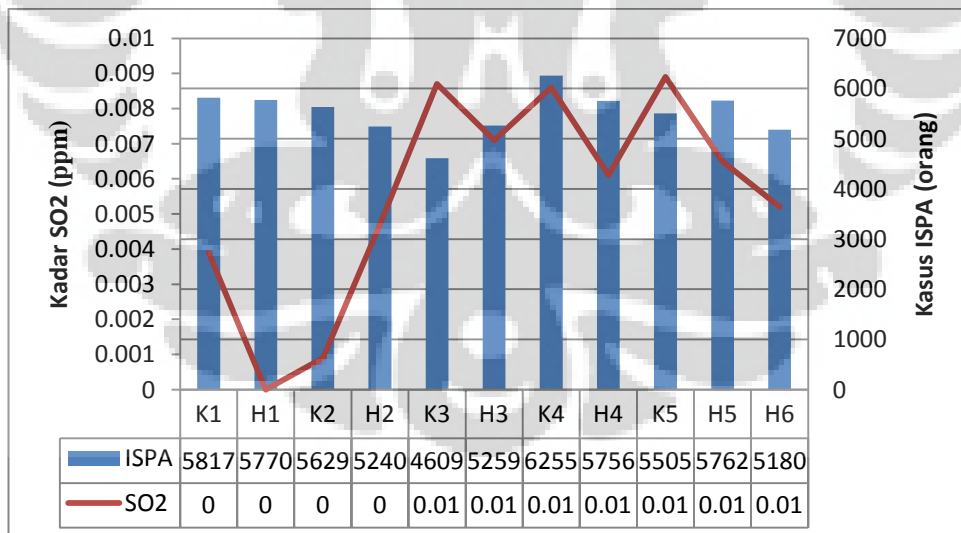


Gambar 5.36 Scatter SO₂ dengan ISPA pada periode H5.

f. Periode Keenam

Berdasarkan rentang waktu penelitian maka pada periode keenam tidak dapat dianalisis dikarenakan hanya menggunakan satu data, yaitu data bulan Desember 2010.

Gambar grafik dari masing-masing periode pada musim hujan dan kemarau adalah sebagai berikut :



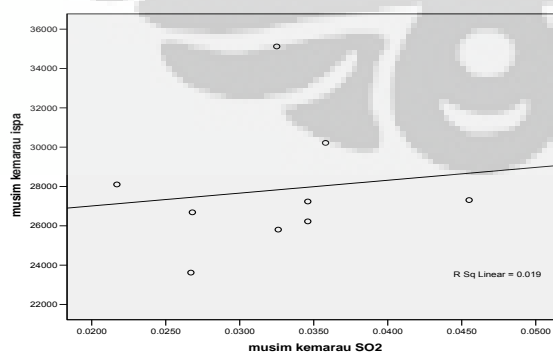
Gambar 5.37 Hubungan tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA pada tiap periode musim di Kecamatan Pademangan, Tahun 2006-2010.

f. Periode Gabungan

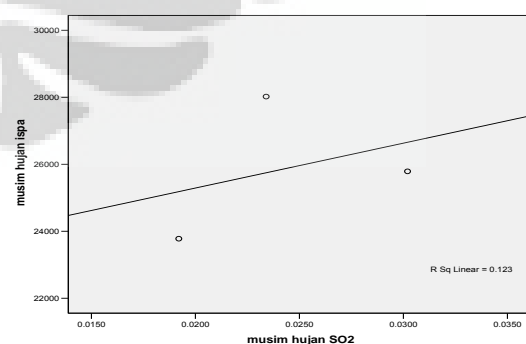
Pada periode gabungan, menggabungkan dari keseluruhan periode musim, dimana data musim kemarau dari K1 sampai dengan K5, begitu juga dengan data musim hujan dari H1 sampai dengan H6. Hal ini dilakukan, untuk dapat melihat secara keseluruhan hubungan antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA, baik di musim kemarau atau di musim hujan selama lima tahun (tahun 2006-2010).

Hubungan antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA selama musim kemarau adalah sangat lemah ($r=0,136$) dan berpola positif, jadi semakin tinggi tingkat konsentrasi SO_2 akan diikuti dengan peningkatan jumlah kejadian ISPA. Berdasarkan hasil uji statistik dihasilkan *p value* sebesar 0,727, yang artinya tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA di kecamatan Pademangan selama musim kemarau tahun 2006-2010.

Berbeda dengan periode musim kemarau, pada periode musim hujan, hubungan antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA selama musim hujan adalah sedang ($r=0,350$) dan berpola positif, yang artinya, peningkatan tingkat konsentrasi SO_2 akan diikuti dengan peningkatan jumlah kejadian ISPA. Berdasarkan hasil uji statistik dihasilkan *p value* sebesar 0,772, yang artinya tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA di kecamatan Pademangan selama musim hujan tahun 2006-2010.



Gambar 5.36 Scatter SO_2 dengan ISPA Selama Periode Musim Kemarau.



Gambar 5.37 Scatter SO_2 dengan ISPA Selama Periode Musim Hujan

Universitas Indonesia







BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian studi ekologi *time trend* dengan menggunakan data sekunder sehingga tidak terlepas dari beberapa keterbatasan yang dapat mempengaruhi hasil dari penelitian. Beberapa keterbatasannya antara lain :

1. Studi ekologi tidak dapat dipakai untuk menganalisis hubungan sebab akibat karena ketidakmampuan menjembatani kesenjangan status paparan dan status penyakit pada tingkat populasi dan individu. Data yang digunakan adalah data kelompok (agregat) yang tidak meneliti karakteristik individu padahal setiap individu mempunyai risiko yang berbeda untuk dapat menjadi sakit.
2. Data kejadian ISPA yang digunakan adalah data hasil rekapitulasi laporan bulanan sehingga kevaliditasannya belum tentu terjamin dan akurat. Hal ini dikarenakan, data kasus ISPA diperoleh dari laporan seluruh Puskesmas Kelurahan, setiap Puskesmas Kelurahan belum tentu melaporkan kejadian secara rutin setiap bulan sesuai dengan kondisi nyata. Selain itu, tidak semua penderita ISPA mengunjungi puskesmas karena beberapa penderita mengira, hanya batuk biasa. Selain itu, data penyakit ISPA yang didapatkan dari Puskesmas Pademangan berupa data LB1. Data LB1 tersebut tidak dicantumkan alamat penderita, hal ini menyebabkan tidak diketahuinya darimana saja penderita ISPA yang berobat pada puskesmas tersebut, apakah individu dari Kecamatan Pademangan atau individu yang berasal dari luar Kecamatan Pademangan.
3. Data parameter kualitas udara ambient yaitu SO₂ dan SPM yang digunakan adalah data hasil pengukuran kualitas udara dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) merupakan hasil pengukuran dari satu stasiun pemantau udara saja yaitu stasiun di wilayah Ancol. Sedangkan, wilayah Kecamatan Pademangan, terdiri dari tiga kelurahan yang salah satunya adalah Ancol. Selain itu terdapat beberapa data kualitas udara *Sulfur dioksida* (SO₂) yang tidak ada, yaitu pada bulan Januari sampai dengan bulan

April 2006. Hal ini dikarenakan pengukuran kualitas udara SO₂ baru dimulai pada bulan Mei 2006.

4. Pada variabel periode H6 tidak dapat dianalisis. Hal ini dikarenakan pada periode ini hanya terdapat satu bulan saja yaitu bulan Desember 2010, mengingat periode penelitian hanya sampai Desember 2010 saja.
5. Hampir semua hasil dari penelitian ini menunjukkan tidak adanya hubungan antara kualitas udara SO₂ dan *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA, hal ini dikarenakan adanya keterbatasan data yang hanya mengambil periode penelitian 5 tahun, selain itu tidak semua variabel yang mempengaruhi kejadian ISPA dimasukkan dalam penelitian, padahal mungkin saja variabel lain tersebut justru sangat berperan terhadap kejadian ISPA.
6. Stasiun pengukur kualitas udara di Ancol tidak mengukur PM₁₀. Hal ini mengakibatkan, hasil penelitian tidak menunjukkan adanya hubungan antara konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA, karena ukuran partikulat SPM masih terlalu besar dan kurang spesifik untuk menyebabkan ISPA. Ukuran partikulat yang dapat menyebabkan ISPA adalah 10µm.

6.2 Analisis Univariat

6.2.1 Konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Kecamatan Pademangan.

Berdasarkan hasil analisis univariat terhadap tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara pada tahun 2006-2010 di dapatkan nilai rata-rata tingkat konsentrasi SPM selama periode musim hujan adalah 507,86µg/m³, dengan nilai rata-rata konsentrasi terendah sebesar 75,62µg/m³ yang terdapat pada periode H2 (Desember 2006-Februari 2007) dan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi sebesar 145,91µg/m³ yang terdapat pada periode H1(Januari 2006-Februari 2006). Nilai minimum selama enam periode musim hujan terdapat pada periode H2(Desember 2006-Februari 2007) yaitu sebesar 57,07µg/m³, dan nilai tertinggi tertinggi selama enam periode

musim hujan adalah $145,91\mu\text{g}/\text{m}^3$ yaitu pada periode H1 (Januari 2006-Februari 2006).

Sedangkan pada periode musim kemarau didapatkan nilai rata-rata tingkat konsentrasi SPM yaitu $1005,06\mu\text{g}/\text{m}^3$, dengan nilai rata-rata konsentrasi terendah sebesar $127,45\mu\text{g}/\text{m}^3$ yaitu pada periode K3 (Maret 2008 - November 2008) dan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi sebesar $323,71\mu\text{g}/\text{m}^3$ yaitu pada periode K1 (Maret 2006 – November 2006). Nilai minimum selama lima periode musim kemarau terdapat pada periode K4 (Maret 2009 – November 2009) yaitu sebesar $81,19\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan nilai tertinggi tertinggi selama lima periode musim kemarau adalah $439,09\mu\text{g}/\text{m}^3$ yaitu pada periode K4 (Maret 2009 – November 2009).

Pada kedua periode (periode musim hujan dan musim panas) tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) selalu mengalami peningkatan dan penurunan setiap kelompok pada tiap periodenya. Berbeda dengan variabel independent tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO_2) pada variabel *Suspended Particulate Matter* (SPM), tingkat konsentrasi yang dihasilkan cenderung tinggi pada tiap periodenya. Pada periode K1, K5, dan H6 tingkat konsentrasi sudah melebihi baku mutu lingkungan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, yaitu lebih dari $230\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai rata-rata konsentrasi SPM pada musim kemarau lebih tinggi daripada nilai konsentrasi pada musim hujan. Hal ini dapat dikarenakan banyak sumber alamiah yang mampu menghasilkan SPM, yaitu partikel tanah yang berterbangan dari permukaan tanah yang kering. Selain itu, pada puncak musim kemarau, beberapa faktor menyebabkan konsentrasi SPM bertahan lama di udara adalah karena pada musim kemarau udara cenderung lebih kering dan suhu udara tinggi. (Mailia, Reny, 1997).

Tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) di Kecamatan Pademangan tergolong tinggi, salah satu faktor yang mungkin menyebabkan tingginya konsentrasi SPM adalah tingginya arus kendaraan di daerah ini, pemukiman yang padat, aktifitas manusia dan industri yang tinggi, hal ini dikarenakan Kecamatan Pademangan merupakan kawasan pariwisata dan perdagangan terbesar di ibukota DKI Jakarta. Kecamatan Pademangan merupakan salah satu daerah yang cukup dekat dengan Kecamatan Tanjung Priok, Kecamatan

Tanjung Priok merupakan salah satu gerbang masuknya penduduk ke DKI Jakarta, melalui Pelabuhan Nusantara yaitu dermaga Pelindo II, memiliki industri perakitan dan jasa pergudangan. Tingginya aktifitas di daerah ini sangat memungkinkan untuk menghasilkan SPM. *Suspended Particulate Matter* (SPM) dapat tersebar ke berbagai daerah seperti Kecamatan Pademangan dengan bantuan angin.

6.2.2 Konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) di Kecamatan Pademangan.

Hasil analisis univariat terhadap tingkat konsentrasi SO₂ di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara pada tahun 2006-2010 di dapatkan nilai rata-rata tingkat konsentrasi SO₂ selama periode musim hujan adalah 0,024 ppm, dengan nilai rata-rata konsentrasi terendah sebesar 0,0038 ppm yang terdapat pada periode H4 (Desember 2008 – Februari 2009) dan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi sebesar 0,0098ppm pada periode H3 (Desember 2007 - Februari2008) Pada periode musim hujan *Sulfur dioksida* (SO₂) tidak mempunyai periode H1 hal ini dikarenakan pengukuran untuk konsentrasi SO₂ baru dilakukan pada Mei 2006, sedangkan periode H1 dimulai pada Januari 2006 sampai dengan Februari 2006. Nilai minimum yang didapatkan pada lima periode musim hujan adalah sebesar 0,0047 ppm yaitu pada periode H2 (Desember 2006 – Februari 2007), dan nilai nilai tertinggi selama lima periode musim hujan adalah 0,0071 yaitu pada periode H3(Desember 2007 – Februari 2008).

Sedangkan pada periode musim kemarau didapatkan nilai rata-rata tingkat konsentrasi SO₂ yaitu 1005,06 ppm, dengan nilai rata-rata konsentrasi terendah sebesar 0,0038 ppm yaitu pada periode K1(Maret2006 - November 2006) dan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi sebesar 0,0089 ppm yaitu pada periode K5(Maret 2010 – November 2010). Nilai minimum selama lima periode musim kemarau terdapat pada periode K1 (Maret 2006 – November 2006) yaitu sebesar 0,0018 ppm, dan nilai tertinggi tertinggi selama lima periode musim kemarau adalah 0,019 ppm yaitu pada periode K3 (Maret 2008 – November 2008).

Pada kedua periode (periode musim hujan dan musim panas) tingkat konsentrasi SO₂ selalu mengalami peningkatan dan penurunan, namun dalam

batas wajar. Tidak ada satu periode pun yang melewati nilai baku mutu yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, yaitu sebesar 0,1 ppm. Nilai rata-rata SO_2 lebih rendah saat musim hujan karena seperti kebanyakan gas polutan lainnya, SO_2 mengalami reaksi kimia yang menghasilkan bahan partikel yang kemudian tinggal atau hilang dari atmosfer oleh hujan (Yanar firdaus, 2004). Adanya konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO_2) pada udara ambient di Kecamatan Pademangan dapat dikarenakan di salah satu daerah di Kecamatan Pademangan, yaitu wilayah Ancol, merupakan kawasan pariwisata. Ancol merupakan kawasan pariwisata terbesar di Jakarta, hal ini mengakibatkan tingginya frekuensi transportasi yang ada di Kecamatan Pademangan. Selain itu Kecamatan Pademangan memiliki 270 industri, dan 1 pabrik di wilayah Ancol yang menghasilkan gas buangan. Salahsatu industri ini mungkin dapat menyebabkan pencemaran udara berupa *Sulfur dioksida* (SO_2). Kecamatan Pademangan juga dekat dengan kawasan laut (Ancol dan Pelabuhan Tanjung Priok), permukaan air yang luas seperti laut akan menyebabkan suhu udara yang berbeda dengan suhu udara di permukaan tanah. Disiang hari, suhu dipermukaan air akan terlambat memanans dibandingkan dengan suhu diatas permukaan tanah. Tekanan udara diatas daratan menjadi lebih renda sehingga angin bergerak dari laut ke darat di siang hari, dan di malam hari, hal sebaliknya akan terjadi, dan hal ini akan mengakibatkan perubahan arah angin yang akan diikuti dengan perubahan arah sebaran polutan (menlh,2007).

6.2.3 Jumlah Kejadian ISPA Pada Penduduk di Kecamatan Pademangan.

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara selalu termasuk kedalam kategori penyakit dengan jumlah kasus yang tinggi, dan termasuk sepuluh besar penyakit yang selalu di derita oleh penduduk. Berdasarkan hasil analisis univariat terhadap jumlah kejadian ISPA pada penduduk di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara pada tahun 2006-2010 di dapatkan jumlah rata-rata kejadian ISPA selama periode musim hujan adalah 25.862 kasus, dengan jumlah rata-rata kejadian ISPA terendah adalah 5.239 kasus yang terdapat pada periode H2 (Desember 2006-Februari 2007) dan jumlah rata-

rata kejadian ISPA tertinggi adalah 5.762 kasus pada periode H5 (Desember 2009-Februari 2010). Jumlah kasus terendah yang terjadi selama enam periode musim hujan terdapat pada periode H2 (Desember 2006 - Februari 2007) yaitu sebanyak 5.010 kasus, dan jumlah kasus tertinggi yang terjadi selama enam periode musim hujan sebanyak 7.003 kasus yaitu pada periode H5 (Desember 2009 - Februari 2010).

Sedangkan pada periode musim kemarau didapatkan jumlah rata-rata kejadian ISPA adalah 27.813 kasus, dengan jumlah rata-rata kejadian ISPA terendah terdapat pada periode K3 (Maret 2008 – November 2008) yaitu sebanyak 4.608 kasus, dan jumlah rata-rata kejadian ISPA tertinggi pada periode K4 (Maret 2009 – November 2009) sebanyak 6.254 kasus. Jumlah kasus terendah yang terjadi selama lima periode musim kemarau terdapat pada periode K3 (Maret 2008 – November 2008) yaitu sebanyak 2.791 kasus, dan jumlah kasus tertinggi yang terjadi selama lima periode musim kemarau sebanyak 9.530 kasus yaitu pada periode K4 (Maret 2009 – November 2009). Berdasarkan laporan bulanan kasus ISPA berdasarkan umur, diketahui kelompok umur terbanyak yang mengalami ISPA adalah kelompok umur > 5 tahun dan 5 tahun. Kelemahan pada data ini adalah tidak ada penjelasan secara detail mengenai keterangan umur > 5 tahun, sehingga tidak dapat diketahui secara jelas yang mengalami ISPA kelompok umur remaja, dewasa, atau manula.

Kasus ISPA selalu meningkat setiap tahunnya dan jumlahnya semakin meningkat. Kasus ISPA akan semakin meningkat saat peralihan musim penghujan ke musim kemarau, hal ini mungkin mengikuti perubahan lingkungan yang merupakan sarana kondusif bagi kuman penyebab ISPA untuk memperbanyak diri (Suranto Adji, 2007). Balita termasuk salah satu kelompok umur yang banyak mengalami ISPA. Hal ini dikarenakan balita sangat rentan terhadap penyakit karena daya tahan tubuhnya belum kuat. Faktor yang mempengaruhi terjadinya ISPA bukan hanya imunitas saja, melainkan dari banyak hal, karakteristik individu, *life style*, status sosial, lingkungan dan adanya *agent* penyakit.

Menurut Sutrisna (1993) faktor risiko yang menyebabkan ISPA pada balita adalah sosio-ekonomi (pendapatan, perumahan, pendidikan orang tua),

status gizi, tingkat pengetahuan ibu dan faktor lingkungan (kualitas udara). Sedangkan Depkes (2002) menyebutkan bahwa faktor penyebab ISPA pada balita adalah berat badan bayi rendah (BBLR), status gizi buruk, imunisasi yang tidak lengkap, kepadatan tempat tinggal dan lingkungan fisik. ISPA cenderung terjadi lebih tinggi pada kelompok dengan pendidikan dan tingkat pengeluaran rumah tangga yang rendah. Lingkungan yang padat akan mempercepat penularan batuk. Meludah disembarang tempat dan bersin di depan anak-anak juga akan memudahkan penularan. Lingkungan rumah juga harus memiliki udara yang bersih dan ventilasi yang cukup untuk mencegah penularan ISPA.

6.3 Analisis Bivariat

6.3.1 Hubungan tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan.

Udara tidak akan pernah bersih tetapi selalu mengandung partikel – partikel asing yang jika konsentrasinya terlalu tinggi dapat menyebabkan kualitas udara berkurang. Partikulat dapat menyebar di atmosfer akibat dari berbagai proses alami seperti letusan vulkano, hembusan debu serta tanah oleh angin. Aktivitas manusia juga berperan dalam penyebaran partikel seperti asap dari proses pembakaran tidak sempurna, terutama dari batu arang.

Gangguan saluran pernafasan akibat inhalasi dari debu dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor debu itu sendiri yaitu ukuran partikel, bentuk, daya larut, konsentrasi, sifat kimiawi, lama pajanan, dan faktor individu berupa mekanisme pertahanan tubuh (Faridawati, 1995). Ukuran partikel yang dapat membahayakan kesehatan adalah 0,1 mikron sampai dengan 10 mikron. Selain itu bentuk, daya larut dan konsentrasi dan sifat kimiawinya mempengaruhi seberapa jauh partikulat tersebut memasuki saluran pernafasan, dan akhirnya terdeposit disana. Keretakan individu juga dapat mempengaruhi terjadinya ISPA, adanya tingkat imunitas yang berbeda-beda pada setiap individu, kelompok umur bayi, balita dan manula merupakan kelompok umur yang sangat rentan terhadap penyakit ISPA.

Suspended Particulate Matter (SPM) merupakan partikel yang berbentuk kompleks di udara yang mempunyai ukuran yang luas, yakni antara < 1 mikron, sampai maksimal 500 mikron. Pada ukuran tersebut mencakup ukuran virus ($0,1\mu\text{m}$ s/d $1\mu\text{m}$) dan bakteri ($0,5\mu\text{m}$ s/d $5\mu\text{m}$), sehingga memungkinkan virus, bakteri, zat kimia dan materi lain yang ada di dalamnya terdeposit di daerah rongga hidup sampai dengan cabang kedua bronkus (U.S.EPA, 2004 dan U.S.EPA, 1999 dalam Tesis Surjanto, 2007). SPM yang masuk ke dalam saluran pernafasan, selanjutnya dapat menjangkau bagian dalam sistem pernafasan, sehingga menyebabkan peradangan dan iritasi.

Namun, berdasarkan hasil uji korelasi terhadap tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan pada keseluruhan periode selama musim kemarau didapatkan hubungan yang tidak bermakna, antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA pada penduduk di Kecamatan Pademangan selama musim kemarau tahun 2006-2010 ($p\text{value} = 0,831$; $r = 0,083$), dimana setiap terjadi peningkatan pada konsentrasi SPM maka akan terjadi penurunan jumlah kejadian ISPA. Sama dengan hasil uji korelasi gabungan selama musim kemarau, hasil uji korelasi pada tiap periode selama musim kemarau juga tidak didapatkan hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA selama musim kemarau di Kecamatan Pademangan.

Sedangkan, pada uji korelasi antara keseluruhan data konsentrasi SPM selama musim hujan dengan jumlah kejadian ISPA didapatkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara keduanya. Sebanding dengan hal tersebut, data pada tiap periode tingkat konsentrasi SPM selama musim hujan ini menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SPM dengan jumlah kejadian ISPA selama musim hujan tahun 2006-2010 di Kecamatan Pademangan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Siregar (2011) mengenai hubungan *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan jumlah kejadian ISPA di Kotamadya Jakarta Timur Tahun 2008 menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara tingkat konsentrasi rata-rata TSP ($p = 0,501$)

dan lingkungan fisik { suhu ($p = 0,858$), kelembaban minimum ($p = 0,059$), dan curah hujan ($p = 0,269$) dengan jumlah kejadian ISPA di Kotamadya Jakarta Timur Tahun 2008. Namun berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh pada penelitian Surjanto, 2007 menunjukkan adanya hubungan antara tingkat konsentrasi TSP dengan jumlah kejadian ISPA disekitar lokasi pengolahan batu, dan aktifitas jalan raya di Kecamatan Pelabuhan Ratu, Cibadak, Cicurug, Cikembar dan Bantargadung Kabupaten Sukabumi tahun 2006, dengan hasil uji statistik $p = 0,007$ dengan nilai interval kepercayaan 95% yang tidak mencakup angka 1 (1,19-2,74).

Tidak adanya hubungan yang bermakna ini mungkin dapat dikarenakan ukuran partikulat SPM masih terlalu besar dan kurang spesifik untuk menyebabkan ISPA. Ukuran partikulat yang dapat menyebabkan ISPA adalah $10\mu\text{m}$. Selain itu, SPM bukan merupakan faktor tunggal penyebab ISPA, tetapi dapat pula disebabkan oleh *agent* lain seperti (bakteri, virus, dan riketsia). Kemungkinan besar kondisi zat pencemar SPM juga belum representatif dalam menggambarkan tingkat konsentrasi SPM di Kecamatan Pademangan. Hal ini dikarenakan Kecamatan Pademangan hanya memiliki satu stasiun pemantau kualitas udara saja, yaitu stasiun Ancol di daerah Ancol, mengingat Kecamatan Pademangan masih memiliki dua kelurahan lagi, selain kelurahan Ancol.

Selain itu, daerah ancol merupakan kawasan rekreasi yang mempunyai tingkat pencemaran industri yang tidak terlalu besar dan masih banyaknya pohon yang berfungsi sebagai pencegah pencemaran. Arah dan kecepatan angin permukaan berpengaruh atas aliran dan penyebaran polutan udara yang dilepaskan. Kecepatan angin yang tinggi pada daerah sumber polutan akan lebih cepat membawa polutan jauh dari sumbernya. Sebaliknya kecepatan angin yang rendah akan mengakibatkan polutan udara terkonsentrasi dan berlangsung lebih lama di sekitar sumber pencemaran (Rahmawati, 1999). Faktor ini dapat menyebabkan tidak adanya hubungan antara konsentrasi SO_2 dengan kejadian ISPA. Dari hasil diatas dapat dikatakan bahwa adanya kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan mungkin disebabkan faktor risiko lain seperti faktor lingkungan fisik rumah, perilaku individu, faktor pencemaran dalam ruangan

seperti tempat pembakaran/ dapur, dan daya tahan tubuh masing-masing individu, dan faktor meteorologi

6.3.2 Hubungan tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan.

Batu bara dan minyak bumi mengandung sejumlah kecil (0,5 – 5 % massa) sulfur yang merupakan bahan pengotor. Bila bahan bakar dibakar, kotoran – kotoran sulfur bereaksi dengan O₂ dan menghasilkan SO₂. Gas tersebut keluar melalui cerobong asap dan masuk ke dalam atmosfer. Dalam beberapa hari sebagian besar dari SO₂ di atmosfer tersebut dikonversi menjadi SO₃ yang kemudian bereaksi dengan air di udara untuk membentuk droplet dari asam sulfat (H₂SO₄). Kabut atmosfer dari asam sulfat tersebut dapat merusak logam dan bahan – bahan lainnya menyebabkan iritasi pada mata serta merusak paru – paru. Polutan – polutan seperti SO₂ dan NO₂ dapat merusak, membuat kaku atau menurunkan kerja silia (rambut getar). Akibatnya, bakteri dan partikel dapat masuk ke alveoli sehingga meningkatkan penyakit saluran pernapasan dan kanker paru.

Berdasarkan hasil uji korelasi terhadap tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan pada keseluruhan periode selama musim kemarau didapatkan hubungan yang tidak bermakna, antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA pada penduduk di Kecamatan Pademangan selama musim kemarau tahun 2006-2010 (*pvalue* = 0,727; *r* = 0,136), dimana pada setiap terjadi peningkatan pada konsentrasi SO₂ maka akan terjadi peningkatan jumlah kejadian ISPA. Sama dengan hasil uji korelasi gabungan selama musim kemarau, hasil uji korelasi pada tiap periode selama musim kemarau juga tidak didapatkan hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO₂ dengan jumlah kejadian ISPA selama musim kemarau tahun 2006-2010 di Kecamatan Pademangan. Hal ini dibuktikan dengan pada periode K5 (Maret 2010 - November 2010) terjadi peningkatan tingkat konsentrasi SO₂, namun jumlah kejadian ISPA mengalami penurunan.

Sedangkan, pada uji korelasi antara keseluruhan data konsentrasi SO_2 selama musim hujan dengan jumlah kejadian ISPA didapatkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara keduanya. Nilai rata-rata SO_2 lebih rendah saat musim hujan karena, seperti kebanyakan gas polutan SO_2 mengalami reaksi kimia yang menghasilkan bahan partikel yang kemudian tinggal atau hilang dari atmosfer oleh hujan (Yanar firdaus, 2004). Hujan diketahui mampu membersihkan atmosfer. Sebanding dengan hal tersebut, data pada tiap periode tingkat konsentrasi SO_2 selama musim hujan ini menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA selama musim hujan tahun 2006-2010 di Kecamatan Pademangan. Namun, pada periode H4 (Desember 2008 – Februari 2009) tingkat konsentrasi SO_2 menunjukkan hubungan yang bermakna dengan jumlah kejadian ISPA.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh Basir (2006) menunjukkan tidak ada hubungan antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan gangguan saluran pernafasan OR 95% CI 1,05 (0,43-2,57) *pvalue* (0,870). Sutrisna (1993) juga mengemukakan bahwa tidak ditemukan hubungan antara gas SO_2 dengan penyakit Infeksi Saluran Pernafasan. Penelitian Siregar (2011) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara tingkat konsentrasi rata-rata SO_2 ($p = 0,339$) dan lingkungan fisik {suhu ($p = 0,858$), kelembaban minimum ($p = 0,059$), dan curah hujan ($p = 0,269$) dengan jumlah kejadian ISPA di Kotamadya Jakarta Timur Tahun 2008-2010. Penelitian yang dilakukan oleh Yunita (2010) juga menunjukkan tidak adanya hubungan antara konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA per tahun (2005-2006) di Jakarta Utara ($p = 0,055$; $p = 0,102$; $p = 0,029$; $p = 0,497$; $p = 0,356$), jadi pada hubungan rata-rata konsentrasi SO_2 dengan kejadian ISPA, kecenderungan peningkatan dan penurunan jumlah kejadian ISPA tidak selalu sejalan dengan peningkatan dan penurunan rata-rata konsentrasi polutan udara. Namun hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh oleh Ardiansyah (2005) yang menunjukkan adanya kekuatan hubungan yang sedang ($R = 0,384$) antara parameter SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan pada bulan Mei – Desember Tahun 2004.

Tidak adanya hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA mungkin dikarenakan penyebab gangguan pernafasan bukan hanya disebabkan oleh SO_2 saja, tetapi dapat pula disebabkan oleh *agent* lain seperti (bakteri, virus, dan riketsia). Selain itu tingkat konsentrasi SO_2 di udara ambien masih berada di bawah baku mutu sehingga tidak dapat diketahui besar pengaruhnya. Konsentrasi gas SO_2 di udara baru akan mulai terdeteksi oleh indera manusia apabila konsentrasinya berkisar antara 0,3 – 1 ppm. Kadar SO_2 yang relatif rendah dapat disebabkan kemampuan dari zat SO_2 yang dapat berinteraksi dengan zat pencemar lain atau uap air, sehingga berubah ke dalam bentuk zat pencemar lain.

Arah dan kecepatan angin permukaan berpengaruh atas aliran dan penyebaran polutan udara yang dilepaskan. Kecepatan angin yang tinggi pada daerah sumber polutan akan lebih cepat membawa polutan jauh dari sumbernya. Sebaliknya kecepatan angin yang rendah akan mengakibatkan polutan udara terkonsentrasi dan berlangsung lebih lama di sekitar sumber pencemaran (Rahmawati, 1999). Faktor ini dapat menyebabkan tidak adanya hubungan antara konsentrasi SO_2 dengan kejadian ISPA.

Sementara itu, kemungkinan besar kondisi zat pencemar SO_2 belum representatif dalam menggambarkan tingkat konsentrasi SO_2 di Kecamatan Pademangan. Hal ini dikarenakan Kecamatan Pademangan hanya memiliki satu stasiun pemantau kualitas udara saja, yaitu stasiun Ancol di daerah Ancol, mengingat Kecamatan Pademangan masih memiliki dua kelurahan lagi, selain kelurahan Ancol. Selain itu, daerah Ancol merupakan kawasan rekreasi yang mempunyai tingkat pencemaran industri yang tidak terlalu besar dan masih banyaknya pohon yang berfungsi sebagai pencegah pencemaran.

Adanya tingkat konsentrasi SO_2 di bawah nilai baku mutu pada penelitian ini ternyata belum cukup membuktikan bahwa zat polutan merupakan penyebab tunggal terjadinya ISPA. Dibutuhkan dukungan dari faktor lain seperti kepadatan penduduk di suatu wilayah, pemukiman yang tidak sehat, kondisi rumah, dan daya tahan tubuh seseorang dan faktor meteorologi.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian yang dilakukan di Kecamatan Pademangan selama lima tahun , yaitu tahun 2006 hingga tahun 2010, pada dua periode musim (musim panas dan musim hujan) adalah :

1. Secara umum, hubungan antara konsentrasi SO₂ dan Suspended Particulate Matter (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA Penduduk Kecamatan Pademangan Tahun 2006-2010 tidak ada hubungan yang bermakna.
2. Tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) pada periode musim hujan menggambarkan hasil yang berfluktuatif, hal ini dikarenakan terjadi peningkatan dan penurunan pada tiap kelompoknya. Pada kelompok H1 (Januari 2006 - Februari 2006), tidak ada data pengukuran, dan pada kelompok H2 data untuk bulan Maret dan April 2006 tidak ada. Hal ini dikarenakan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) melakukan pengukuran tingkat konsentrasi SO₂ pertama kali pada bulan Mei 2006, sehingga data tidak dapat menjadi acuan. Tingkat konsentrasi tertinggi terdapat pada kelompok H3 (Desember 2007 – Februari 2008) sebesar 0,0071ppm. Sedangkan tingkat konsentrasi terendah terdapat pada kelompok H2 (Desember 2006 – Februari 2007), namun hal ini tidak dapat dijadikan acuan karena pada kelompok H2 terdapat ketidak lengkapan data yaitu data bulan Maret dan April 2006. Secara keseluruhan tingkat konsentrasi SO₂ masih berada dalam kategori aman dan masih jauh di bawah baku mutu yaitu 0,1 ppm.
3. Tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) pada periode musim kemarau cenderung mengalami peningkatan dan penurunan secara signifikan, terutama pada kelompok K1, K2, dan K3. Tingkat konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) terendah terdapat pada kelompok K2 yaitu selama bulan Maret 2007 sampai dengan November 2007 yaitu sebesar 0,0009 ppm. Sedangkan konsentrasi tertinggi terdapat pada kelompok K5 yaitu selama

bulan Maret 2010 sampai dengan bulan November 2010 yaitu sebesar 0,0089 ppm. Sama dengan pada periode musim hujan, pada periode musim kemarau secara keseluruhan masih berada dalam kategori aman, karena belum melampaui standar baku mutu yaitu 0,1 ppm.

4. Tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) pada periode musim hujan mengalami peningkatan dan penurunan yang relatif tajam dan signifikan pada setiap kelompoknya. Namun dari kelompok H4 sampai dengan H6, tingkat konsentrasi SPM selalu mengalami peningkatan. Tingkat konsentrasi tertinggi terdapat pada kelompok H6 yaitu pada bulan Desember 2010 sebesar $234,60\mu\text{g}/\text{m}^3$, namun hal ini dapat disebabkan karena pada kelompok H6 hanya terdiri dari satu bulan saja yaitu bulan Desember 2010. Sedangkan tingkat konsentrasi terendah terdapat pada kelompok H2 yaitu bulan Desember 2006 sampai dengan bulan Februari 2007 sebesar $75,62\mu\text{g}/\text{m}^3$. Secara keseluruhan tingkat konsentrasi SPM pada periode musim hujan masih berada di bawah baku mutu, yaitu sebesar $230\mu\text{g}/\text{m}^3$, namun pada periode H6 yaitu pada bulan Desember 2010 tingkat konsentrasi SPM sudah melewati baku mutu, yaitu sebesar $234,60\mu\text{g}/\text{m}^3$.
5. Tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) selama periode musim kemarau, pada awal pengukuran yaitu pada kelompok K1 tingkat konsentrasi SPM sudah sangat tinggi yaitu sebesar $323,71\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan merupakan tingkat konsentrasi SPM tertinggi. Pada kelompok K2, K3, dan K4 tingkat konsentrasi SPM mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak terlalu besar. Namun pada kelompok K5 terjadi peningkatan yang cukup besar dibandingkan kelompok sebelumnya. Tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) terendah terdapat pada kelompok K3 yaitu sebesar $127,45\mu\text{g}/\text{m}^3$. Secara keseluruhan tingkat konsentrasi SPM pada periode musim kemarau, sudah tergolong tinggi namun masih berada di bawah baku mutu, hanya pada periode K1 dan K5 saja yang sudah melewati baku mutu yaitu sebesar $323,71\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $243,87\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6. Periode penggabungan konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) selama musim hujan dan musim kemarau, menggambarkan konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO₂) pada umumnya lebih tinggi pada periode musim kemarau dibandingkan pada musim hujan
7. Pada periode penggabungan tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) selama musim hujan dan musim kemarau, pada umumnya tingkat konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) lebih tinggi pada periode musim kemarau dibandingkan pada musim hujan.
8. Kejadian ISPA pada periode musim hujan mengalami peningkatan dan penurunan pada tiap kelompoknya namun tetap tidak melebihi 5000an kasus. Peningkatan terbesar terjadi pada H4 (bulan Desember 2008 sampai dengan bulan Februari 2009). Jumlah kejadian ISPA tertinggi terdapat pada kelompok H1 yaitu bulan Januari 2006 sampai dengan Februari 2006, sebesar 5770 kasus, sedangkan jumlah kejadian terendah terdapat pada kelompok H6 yaitu pada bulan Desember 2010 sebesar 5180 kasus, hal ini dikarenakan pada kelompok H6 yang hanya memiliki satu bulan, yaitu bulan Desember 2010.
9. Kejadian ISPA pada periode musim kemarau menggambarkan hasil yang berfluktuatif namun cenderung stabil, peningkatan dan penurunan yang terjadi tidak terlalu besar. Peningkatan terbesar terjadi pada K4 yaitu bulan Maret 2009 sampai dengan bulan November 2009. Jumlah kejadian ISPA terendah terdapat pada kelompok K3 yaitu bulan Maret 2008 sampai dengan November 2008, sebesar 4609 kasus, sedangkan jumlah kejadian tertinggi terdapat pada kelompok K4 yaitu pada bulan Maret 2009 sampai dengan bulan November 2009 sebesar 6255 kasus.
10. Periode penggabungan jumlah kejadian ISPA di Kec. Pademangan selama musim hujan dan musim kemarau menggambarkan jumlah kejadian kasus ISPA umumnya lebih tinggi pada periode musim kemarau dibandingkan dengan musim hujan. Hal ini dapat dikarenakan pada musim kemarau, suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah dapat meningkatkan

frekuensi konsentrasi partikulat, menurunkan daya tahan tubuh, meningkatkan pertumbuhan *agent* mikrobiologi.

11. Hubungan konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO_2) dengan jumlah kejadian ISPA pada periode musim hujan di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010 tidak menunjukkan hubungan yang bermakna. Begitu juga pada tiap kelompok tidak menunjukkan hubungan yang bermakna antara SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan., namun pada kelompok H4 yaitu selama musim hujan di bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009, didapatkan hubungan yang bermakna antara SO_2 dengan jumlah kejadian ISPA di Kecamatan Pademangan ($p\text{value} = 0,010$) dengan pola hubungan yang positif, dimana semakin tinggi konsentrasi SO_2 maka jumlah kejadian ISPA akan semakin tinggi.
12. Hubungan konsentrasi *Sulfur dioksida* (SO_2) dengan jumlah kejadian ISPA pada periode musim kemarau di Kecamatan Pademangan tahun 2006-2010 tidak menunjukkan hubungan yang bermakna, begitu juga pada tiap kelompok di tiap periode tidak menunjukkan hubungan yang bermakna.
13. Hubungan konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM) dengan jumlah kejadian ISPA baik pada periode musim hujan maupun periode musim kemarau tidak menunjukkan hubungan yang bermakna. Pada keseluruhan periode, yaitu H1 hingga H6 untuk musim hujan, K1 hingga K5 untuk musim kemarau tidak menunjukkan adanya hubungan yang bermakna.

7.2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas, maka saran yang diajukan adalah sebagai berikut :

1. Secara umum, hasil penelitian tidak menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara konsentrasi SO_2 dan SPM dengan jumlah kejadian ISPA pada penduduk Kecamatan Pademangan, namun konsentrasi yang didapat menunjukkan variabel SPM mempunyai konsentrasi yang cukup tinggi bahkan beberapa kejadian telah melampaui baku mutu. Oleh sebab itu

penulis menyarankan Perlu dilakukannya suatu penelitian lanjutan dengan metode penelitian sejenis, dengan tidak hanya menggunakan variabel zat pencemar saja, melainkan juga mengikutsertakan variabel lain, misalnya faktor meteorologi., karakteristik individu, lingkungan atau tempat tinggal yang diduga juga mempunyai hubungan dengan kejadian ISPA. Selain itu rentang waktu yang digunakan baiknya lebih panjang dari 5 tahun, misalnya 10 tahun. Hal ini dikarenakan, kemungkinan besar akan lebih terlihat dampak dari faktor risiko terhadap suatu kejadian kesakitan.

2. Minimnya stasiun pemantau kualitas udara menyebabkan kurangnya informasi mengenai kualitas udara di banyak wilayah. Oleh karena itu, Pemerintah Pusat bagian keuangan diharapkan mampu memberikan anggaran khusus untuk penyediaan serta perawatan stasiun pemantau kualitas udara.
3. Perlu diadakan pemeriksaan uji emisi pada kendaraan bermotor dan cerobong asap industri secara kontinyu yang dilakukan oleh BPLHD agar tingkat pencemaran udara pada sumbernya dapat dikendalikan sehingga jumlahnya tidak meningkat.
4. Perlu adanya keterbukaan informasi mengenai tingkat konsentrasi zat polutan serta kondisi meteorologi yang sedang berlangsung, sehingga masing-masing stakeholder seperti Suku Dinas Kesehatan, BPLHD, Dinas Perhubungan dll., dapat mengambil tindakan pencegahan maupun pemulihan, agar tidak terjadi angka kesakitan yang tinggi
5. Program promosi kesehatan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan setempat perlu dilakukan secara berkesinambungan, melakukan penyuluhan mengenai rumah sehat bagi penduduk pada umumnya serta kesehatan kerja pada pekerja industri pada khususnya, penyuluhan gizi seimbang untuk mencapai ketahanan tubuh yang optimal, penyuluhan tentang perilaku hidup bersih dan sehat bagi individu, masyarakat, dan serta lingkungan pemukiman, penyuluhan penggunaan masker kepada penduduk. Selain itu, menggalakan program imunisasi khususnya pada

balita untuk membentuk daya tahan tubuh yang kuat sehingga tidak mudah sakit.

6. Pihak Suku Dinas Kesehatan Jakarta Utara diharapkan mampu bekerja sama dengan ketua RT atau RW di wilayah Kecamatan Pademangan dengan angka kejadian ISPA yang paling tinggi untuk melakukan promosi kesehatan atau sosialisasi, seperti standarisasi rumah sehat dan atau penyuluhan mengenai PHBS. Hal ini penting dilakukan karena polutan dapat berasal dari dalam rumah, contohnya penggunaan bahan bakar untuk memasak, kebiasaan merokok, ataupun penggunaan obat nyamuk bakar.
7. Menggalakan program langit biru dengan menggalakan penanaman pohon. mempertahankan paru-paru kota dengan memperluas pertamanan dan penanaman (jalur hijau) dengan berbagai jenis pohon sebagai penangkal pencemaran. Sebab tumbuhan akan menyerap hasil pencemaran udara (CO_2) dan melepaskan oksigen sehingga mengisap polutan dan mengurangi polutan dengan kehadiran oksigen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agustin, 2004. Hubungan Kualitas Udara Ambien dengan Kasus ISPA, Bronkitis dan Asma di DKI Jakarta Tahun 2003-2004. Tesis FKM UI.
2. Anonim. (10 Februari 2011). Pola Penyakit. Dinas Kesehatan Lampung Selatan. <http://keslamsel.wordpress.com/2008/page/4/>
3. Anonim. (10 Februari 2011). Layanan Askekin di RSUAM Hingga Akhir Agustus 2008. <http://bandarlampungnews.com/cetak/detail.php?id=814&kategori=Headlines>
4. Ardiansyah. 2005. Studi Ekologik Hubungan antara Kualitas Udara Ambien (NO, SO₂, TSP) dengan Kejadian Penyakit ISPA di Lima Kecamatan Jakarta Bulan Mei-Desember tahun 2004. Skripsi FKM UI.
5. Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Administrasi Jakarta Utara. 2010. Jakarta Utara dalam Angka. Jakarta: BPS Kota Administrasi Jakarta Timur.
6. Budi, Pramono. 2002. *Analisis Kualitas Udara Ambien dan Faktor Meteorologi terhadap Kejadian Penyakit ISPA di Puskesmas Kecamatan Kembangan Jakarta Barat September 2001 – Mei 2002*. Tesis FKM UI
7. Depkes RI, 1994. Pedoman Program P2 ISPA Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita. Depkes RI. Jakarta
8. Depkes RI, 1996. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 829/Men/VII/1999 Tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan.
9. Depkes RI. 2000. Informasi tentang ISPA pada Anak Balita. Jakarta: Pusat Penyuluhan Kesehatan Masyarakat.
10. Depkes RI, 2002. Pedoman Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita. Jakarta: Ditjen PPMPLP.
11. Depkes RI, 2004. Pedoman Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut untuk Penanggulan Pneumonia pada Balita. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
12. Fardiaz, Srikandi. 1992. Polusi Air & Udara. Yogyakarta. Kanisius.
13. Hastono, S.P. 2007. Analisis Data Kesehatan. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
14. Iriani, D.U, 2004. *Hubungan Iklim , Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dan Kejadian serangan asma/ bronchitis di DKI Jakarta Tahun 2002 – 2003*. Tesis FKM, UI.
15. Kusnopranto. 1995. Pengantar Toksikologi Lingkungan. Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

16. Laporan Bulanan Pengukuran Konsentrasi SO₂ dan SPM di stasiun Ancol, BMKG
17. Lestari, Fatma. 2010. Bahaya Kimia Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara. Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
18. Mukono, H.J. 2003. Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernafasan. Surabaya: Airlangga Univ. Press
19. Mulia, Ricki M. 2005. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta. Graha Ilmu.
20. Novianthie, R. 2007. Kualitas Udara Total Suspended Particulate, Particulate Matter 10 dan Kejadian ISPA Pada Pedagang Kaki Lima di Terminal Bus Senen Jakarta Pusat 2007. Skripsi FKM UI.
21. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta Walikota Administrasi Jakarta Utara. 2010. Jakarta Utara 2010: Kantor Perencanaan Pembangunan Kota Administrasi Jakarta Utara
22. Peraturan Pemerintah No 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
23. Prabu, Putra. (27 Februari 2011). Pencemaran Udara. <http://putraprabu.wordpress.com/2008/12/12/pencemaran-udara/>
24. Prabu, Putra. (27 Februari 2011). Dampak Partikulat Terhadap Kesehatan. <http://putraprabu.wordpress.com/2008/12/27/dampak-partikulat-terhadap-kesehatan/>
25. Puskesmas Kecamatan Pademangan Jakarta Utara. 2006-2010. Laporan Bulanan Program P2ISPA Pademangan, Jakarta Utara. Puskesmas Pademangan.
26. Rasmaliah. 2004. *Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) dan penanggulangannya*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Univ. Sumatera Utara.
27. Setyowati. (27 Februari 2011). Pencemaran Udara Ambien. http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-industri/limbah-industri/pencemaran-udara-ambien/
28. Siregar, Sandra. 2011. Hubungan Tingkat Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂), Total Suspended Particulate Matter (TSP) Dan Lingkungan Fisik dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan (ISPA) Pada Penduduk di Kotamadya Jakarta Timur Tahun 2008-2010. Skripsi FKM UI
29. Soedomo, Moestikahadi. 2001. Pencemaran Udara. Bandung. ITB Bandung.
30. Tjasyono, S. 1999. Klimatologi Umum. Penerbit ITB. Bandung
31. Vesilind, P.Aarne dan Peirce, J. Jeffrey. 1983. Chapter 2. Environmental Pollution And Control. 2nd edition. Butterworth Publishers.
32. Wardhana, W. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi Offset. Yogyakarta.

33. Yunita, R. 2010. Hubungan Tingkat Konsentrasi SO₂ dan NO₂ dengan Jumlah Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) Pada Penduduk di Kota Administrasi Jakarta Utara Tahun 2005-2009. Skripsi FKM UI.



Lampiran 1 (Analisis Univariat)

Periode Musim Hujan

- Suspended Particulate Matter (SPM)

Descriptives

			Statistic	Std. Error
H1_spm	Mean		145.9050	3.11500
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	106.3252	
		Upper Bound	185.4848	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		145.9050	
	Variance		19.406	
	Std. Deviation		4.40528	
	Minimum		142.79	
	Maximum		149.02	
	Range		6.23	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.

Descriptives

			Statistic	Std. Error	
H2_spm	Mean		75.6167	10.36508	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	31.0193		
		Upper Bound	120.2140		
	5% Trimmed Mean		.		
	Median		76.8700		
	Variance		322.305		
	Std. Deviation		17.95284		
	Minimum		57.07		
	Maximum		92.91		
	Range		35.84		
	Interquartile Range		.		
	Skewness		-.313	1.225	
	Kurtosis		.	.	
	H3_spm	Mean		122.1333	5.12499
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	100.0823	
Upper Bound			144.1844		
5% Trimmed Mean			.		
Median			126.4900		
Variance			78.797		
Std. Deviation			8.87675		
Minimum			111.92		
Maximum			127.99		
Range			16.07		
Interquartile Range			.		
Skewness			-1.677	1.225	
Kurtosis			.	.	

H4_spm	Mean		86.0833	8.27165
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	50.4933	
		Upper Bound	121.6734	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		78.9100	
	Variance		205.261	
	Std. Deviation		14.32692	
	Minimum		76.76	
	Maximum		102.58	
	Range		25.82	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		1.688	1.225
	Kurtosis		.	.
	H5_spm	Mean		126.7533
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	55.3019	
		Upper Bound	198.2048	
5% Trimmed Mean			.	
Median			138.9600	
Variance			827.315	
Std. Deviation			28.76308	
Minimum			93.90	
Maximum			147.40	
Range			53.50	
Interquartile Range			.	
Skewness			-1.566	1.225
Kurtosis			.	.

musim hujan spm	Mean		507.8600	61.38066
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	243.7603	
		Upper Bound	771.9597	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		550.3600	
	Variance		11302.755	
	Std. Deviation		106.31442	
	Minimum		386.87	
	Maximum		586.35	
	Range		199.48	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		-1.511	1.225
	Kurtosis		.	.

- *Sulfur dioksida (SO₂)*

Descriptives

			Statistic	Std. Error
H2_so2	Mean		.004667	.0002667
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.003519	
		Upper Bound	.005814	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		.004400	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0004619	
	Minimum		.0044	
	Maximum		.0052	
	Range		.0008	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		1.732	1.225
	Kurtosis		.	.
	H3_so2	Mean		.007067
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	.000776	
		Upper Bound	.013358	
5% Trimmed Mean			.	
Median			.006600	
Variance			.000	
Std. Deviation			.0025325	
Minimum			.0048	
Maximum			.0098	
Range			.0050	
Interquartile Range			.	
Skewness			.801	1.225
Kurtosis			.	.
H4_so2		Mean		.006067
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.000968	
		Upper Bound	.011166	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		.006600	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0020526	
	Minimum		.0038	
	Maximum		.0078	
	Range		.0040	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		-1.090	1.225
	Kurtosis		.	.
	H5_so2	Mean		.006467
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	.004398	
		Upper Bound	.008535	
5% Trimmed Mean			.	
Median			.006200	
Variance			.000	
Std. Deviation			.0008327	
Minimum			.0058	
Maximum			.0074	
Range			.0016	
Interquartile Range			.	
Skewness			1.293	1.225
Kurtosis			.	.

musim hujan SO2	Mean		.024267	.0032049
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.010477	
		Upper Bound	.038056	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		.023400	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0055510	
	Minimum		.0192	
	Maximum		.0302	
	Range		.0110	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		.685	1.225
	Kurtosis		.	.

- Infeksi Pernafasan Akut (ISPA)

Descriptives

			Statistic	Std. Error
H2_ispa	Mean		5239.67	164.702
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4531.01	
		Upper Bound	5948.32	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		5150.00	
	Variance		81380.333	
	Std. Deviation		285.272	
	Minimum		5010	
	Maximum		5559	
	Range		549	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		1.275	1.225
	Kurtosis		.	.
	H3_ispa	Mean		5259.00
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	4892.43	
		Upper Bound	5625.57	
5% Trimmed Mean			.	
Median			5254.00	
Variance			21775.000	
Std. Deviation			147.564	
Minimum			5114	
Maximum			5409	
Range			295	
Interquartile Range			.	
Skewness			.152	1.225
Kurtosis			.	.

H4_ispa	Mean		5755.67	323.296
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4364.64	
		Upper Bound	7146.70	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		5620.00	
	Variance		313560.3	
	Std. Deviation		559.965	
	Minimum		5276	
	Maximum		6371	
	Range		1095	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		1.026	1.225
	Kurtosis		.	.
	H5_ispa	Mean		5762.00
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	3087.84	
		Upper Bound	8436.16	
5% Trimmed Mean			.	
Median			5203.00	
Variance			1158843	
Std. Deviation			1076.496	
Minimum			5080	
Maximum			7003	
Range			1923	
Interquartile Range			.	
Skewness			1.707	1.225
Kurtosis			.	.

Descriptives

		Statistic	Std. Error	
musim hujan ispa	Mean	25862.67	1225.402	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	20590.19	
		Upper Bound	31135.15	
	5% Trimmed Mean	.		
	Median	25789.00		
	Variance	4504832		
	Std. Deviation	2122.459		
	Minimum	23778		
	Maximum	28021		
	Range	4243		
	Interquartile Range	.		
	Skewness	.156	1.225	
	Kurtosis	.	.	

Periode Musim Kemarau

- Suspended Particulate Matter (SPM)

Descriptives			Statistic	Std. Error	
kemarau1 spm	Mean		323.7122	22.09732	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	272.7557		
		Upper Bound	374.6687		
	5% Trimmed Mean		323.1697		
	Median		335.8300		
	Variance		4394.623		
	Std. Deviation		66.29195		
	Minimum		221.04		
	Maximum		436.15		
	Range		215.11		
	Interquartile Range		97.72		
	Skewness		.106		.717
	Kurtosis		-.315		1.400
kemarau2 spm	Mean		137.3267	9.32335	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	115.8270		
		Upper Bound	158.8264		
	5% Trimmed Mean		137.4091		
	Median		141.9000		
	Variance		782.324		
	Std. Deviation		27.97006		
	Minimum		96.96		
	Maximum		176.21		
	Range		79.25		
	Interquartile Range		51.47		
	Skewness		-.425		.717
	Kurtosis		-1.070		1.400
kemarau3 spm	Mean		127.4511	9.13089	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	106.3952		
		Upper Bound	148.5070		
	5% Trimmed Mean		126.2868		
	Median		131.2300		
	Variance		750.358		
	Std. Deviation		27.39266		
	Minimum		94.21		
	Maximum		181.65		
	Range		87.44		
	Interquartile Range		37.04		
	Skewness		.844		.717
	Kurtosis		.530		1.400
kemarau4 spm	Mean		172.7011	36.56623	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	88.3792		
		Upper Bound	257.0230		
	5% Trimmed Mean		162.9857		
	Median		135.3700		
	Variance		12033.800		
	Std. Deviation		109.69868		
	Minimum		81.19		
	Maximum		439.09		
	Range		357.90		
	Interquartile Range		97.61		
	Skewness		2.144		.717
	Kurtosis		4.998		1.400
kemarau5 spm	Mean		243.8744	17.44157	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	203.6541		
		Upper Bound	284.0948		
	5% Trimmed Mean		247.8716		
	Median		255.2100		
	Variance		2737.875		
	Std. Deviation		52.32471		
	Minimum		124.73		
	Maximum		291.07		
	Range		166.34		
	Interquartile Range		62.03		
	Skewness		-1.663		.717
	Kurtosis		3.063		1.400

musim kemarau spm	Mean		1005.0656	50.39532
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	888.8537	
		Upper Bound	1121.2774	
	5% Trimmed Mean		999.8567	
	Median		1043.0800	
	Variance		22857.192	
	Std. Deviation		151.18595	
	Minimum		810.44	
	Maximum		1293.45	
	Range		483.01	
	Interquartile Range		218.63	
	Skewness		.515	.717
	Kurtosis		.355	1.400

- *Sulfur dioksida (SO₂)*

Descriptives

			Statistic	Std. Error
kemarau1 SO2	Mean		.003857	.0005028
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.002627	
		Upper Bound	.005087	
	5% Trimmed Mean		.003875	
	Median		.004200	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0013302	
	Minimum		.0018	
	Maximum		.0056	
	Range		.0038	
	Interquartile Range		.0022	
	Skewness		-.417	.794
	Kurtosis		-.812	1.587

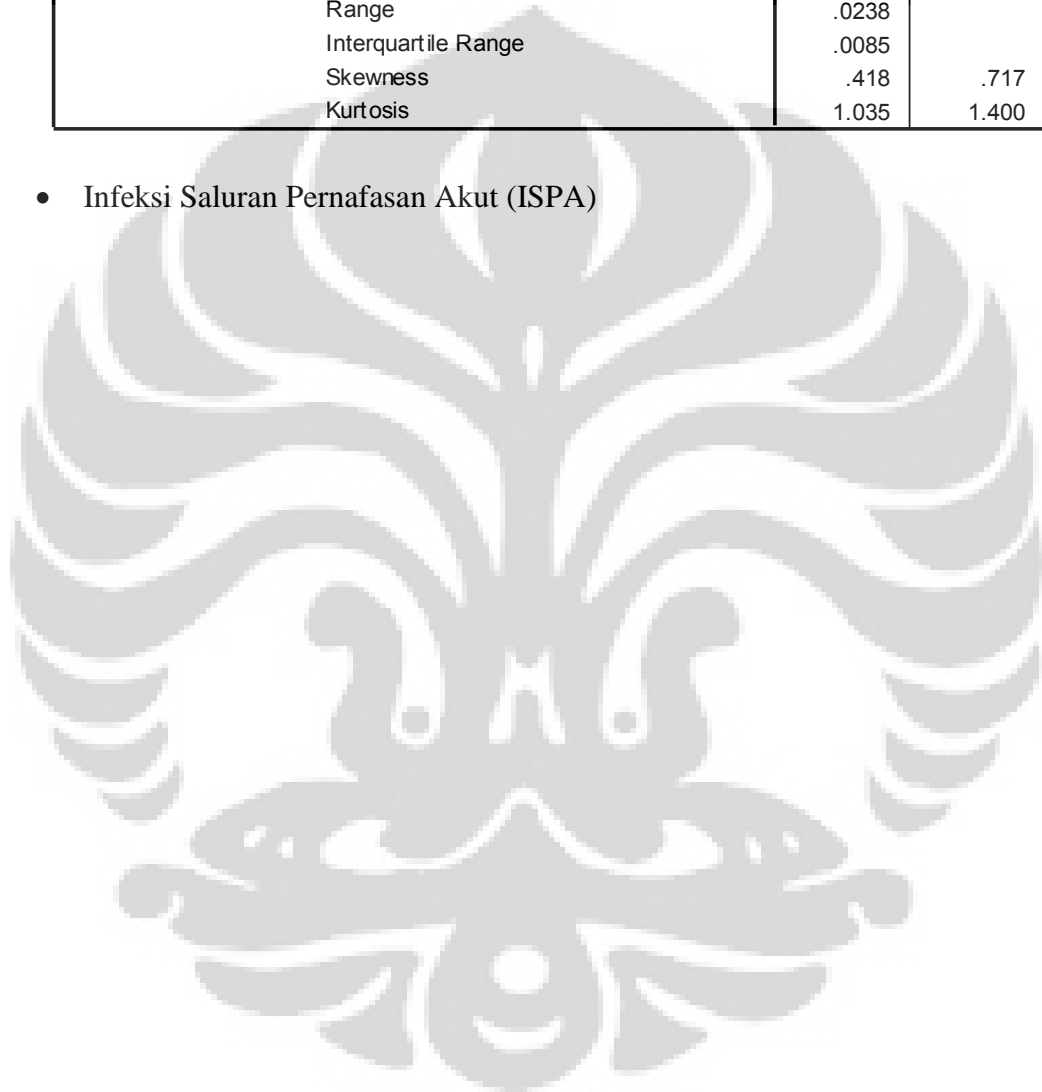
Descriptives

			Statistic	Std. Error
kemarau2 SO2	Mean		.006178	.0004836
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.005063	
		Upper Bound	.007293	
	5% Trimmed Mean		.006286	
	Median		.006400	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0014507	
	Minimum		.0026	
	Maximum		.0078	
	Range		.0052	
	Interquartile Range		.0008	
	Skewness		-2.145	.717
	Kurtosis		5.796	1.400

kemarau3 SO2	Mean		.008667	.0014193
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.005394	
		Upper Bound	.011940	
	5% Trimmed Mean		.008285	
	Median		.007000	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0042579	
	Minimum		.0052	
	Maximum		.0190	
	Range		.0138	
	Interquartile Range		.0041	
	Skewness		2.101	.717
	Kurtosis		4.971	1.400
kemarau4 SO2	Mean		.008600	.0007858
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.006788	
		Upper Bound	.010412	
	5% Trimmed Mean		.008511	
	Median		.008000	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0023574	
	Minimum		.0058	
	Maximum		.0130	
	Range		.0072	
	Interquartile Range		.0033	
	Skewness		1.039	.717
	Kurtosis		.292	1.400
kemarau5 SO2	Mean		.008867	.0009590
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.006655	
		Upper Bound	.011078	
	5% Trimmed Mean		.009007	
	Median		.009500	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0028771	
	Minimum		.0030	
	Maximum		.0122	
	Range		.0092	
	Interquartile Range		.0042	
	Skewness		-1.095	.717
	Kurtosis		.963	1.400

musim kemarau SO2	Mean		.032311	.0022705
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.027075	
		Upper Bound	.037547	
	5% Trimmed Mean		.032168	
	Median		.032600	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0068115	
	Minimum		.0217	
	Maximum		.0455	
	Range		.0238	
	Interquartile Range		.0085	
	Skewness		.418	.717
	Kurtosis		1.035	1.400

- Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)

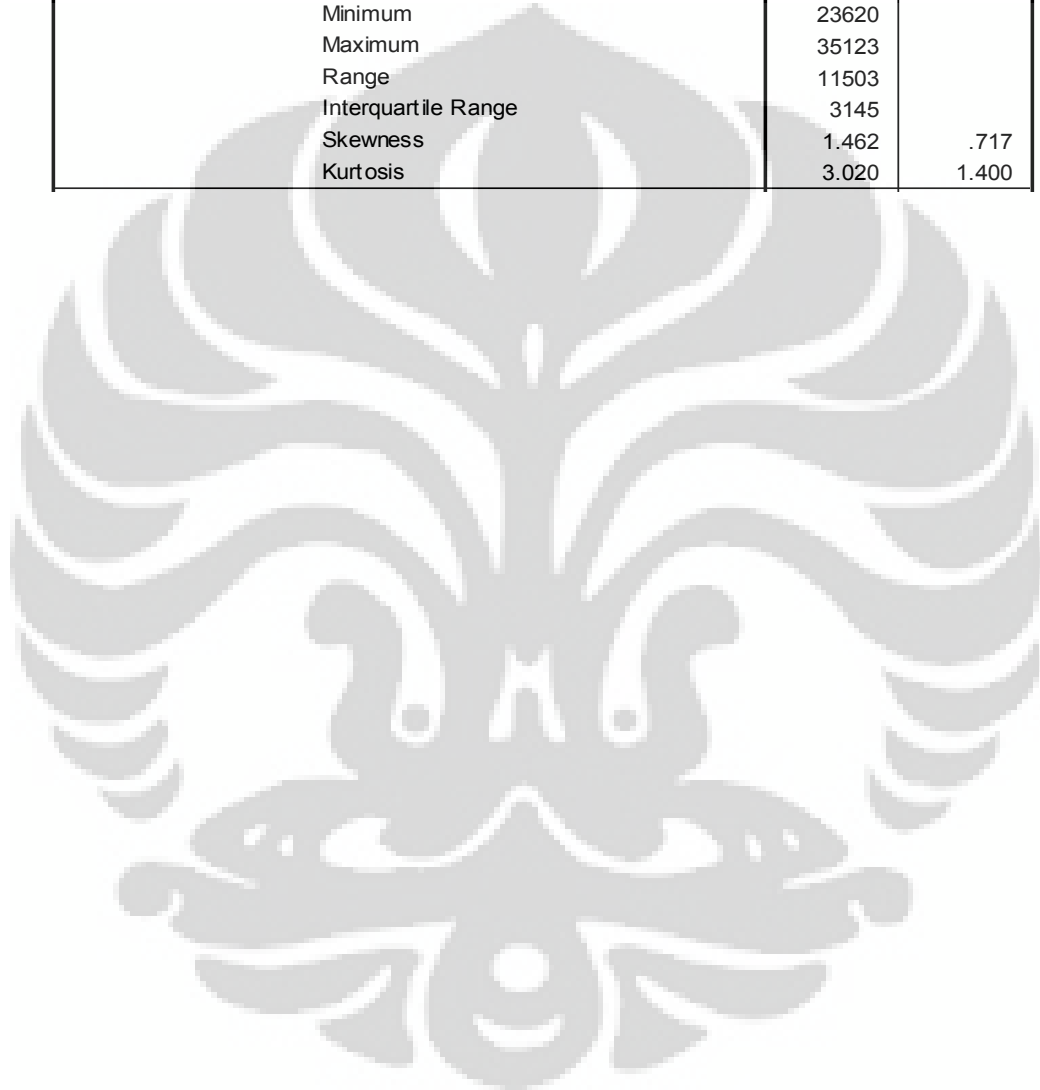


Descriptives

			Statistic	Std. Error
kemarau1 ispa	Mean		5816.89	348.797
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5012.56	
		Upper Bound	6621.22	
	5% Trimmed Mean		5724.82	
	Median		5530.00	
	Variance		1094935	
	Std. Deviation		1046.392	
	Minimum		4820	
	Maximum		8471	
	Range		3651	
	Interquartile Range		496	
	Skewness		2.436	.717
	Kurtosis		6.775	1.400
kemarau2 ispa	Mean		5628.56	210.922
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5142.17	
		Upper Bound	6114.94	
	5% Trimmed Mean		5594.51	
	Median		5314.00	
	Variance		400393.3	
	Std. Deviation		632.766	
	Minimum		5080	
	Maximum		6790	
	Range		1710	
	Interquartile Range		1014	
	Skewness		1.162	.717
	Kurtosis		-.043	1.400
kemarau3 ispa	Mean		4608.89	255.693
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4019.26	
		Upper Bound	5198.52	
	5% Trimmed Mean		4664.60	
	Median		4761.00	
	Variance		588410.1	
	Std. Deviation		767.079	
	Minimum		2791	
	Maximum		5424	
	Range		2633	
	Interquartile Range		706	
	Skewness		-1.838	.717
	Kurtosis		4.348	1.400
kemarau4 ispa	Mean		6254.78	455.235
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5205.00	
		Upper Bound	7304.55	
	5% Trimmed Mean		6136.20	
	Median		5663.00	
	Variance		1865153	
	Std. Deviation		1365.706	
	Minimum		5114	
	Maximum		9530	
	Range		4416	
	Interquartile Range		1297	
	Skewness		1.998	.717
	Kurtosis		4.572	1.400
kemarau5 ispa	Mean		5504.78	197.349
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5049.69	
		Upper Bound	5959.87	
	5% Trimmed Mean		5502.98	
	Median		5572.00	
	Variance		350519.7	
	Std. Deviation		592.047	
	Minimum		4644	
	Maximum		6398	
	Range		1754	
	Interquartile Range		1024	
	Skewness		-.031	.717
	Kurtosis		-1.005	1.400

Descriptives

		Statistic	Std. Error	
musim kemarau ispa	Mean	27813.89	1088.377	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	25304.09	
		Upper Bound	30323.69	
	5% Trimmed Mean	27640.82		
	Median	27237.00		
	Variance	1E+007		
	Std. Deviation	3265.131		
	Minimum	23620		
	Maximum	35123		
	Range	11503		
	Interquartile Range	3145		
	Skewness	1.462	.717	
	Kurtosis	3.020	1.400	



Lampiran 2 : Analisis Bivariat

- Hubungan Konsentrasi SPM dengan ISPA (periode musim hujan)

Correlations

		H2 ispa	H3 ispa	H4 ispa	H5 ispa	H2 spm	H3 spm	H4 spm	H5 spm
H2_ispa	Pearson Correlation	1	.970	.037	-.217	-.186	.353	.985	-.995
	Sig. (2-tailed)		.157	.977	.861	.881	.771	.110	.064
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H3_ispa	Pearson Correlation	.970	1	.279	.028	-.420	.114	.913	-.940
	Sig. (2-tailed)	.157		.820	.982	.724	.927	.267	.221
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H4_ispa	Pearson Correlation	.037	.279	1	.968	-.989	-.922	-.136	.064
	Sig. (2-tailed)	.977	.820		.162	.096	.253	.913	.959
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H5_ispa	Pearson Correlation	-.217	.028	.968	1	-.919	-.990	-.381	.314
	Sig. (2-tailed)	.861	.982	.162		.258	.090	.751	.797
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H2_spm	Pearson Correlation	-.186	-.420	-.989	-.919	1	.854	-.015	.087
	Sig. (2-tailed)	.881	.724	.096	.258		.349	.991	.945
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H3_spm	Pearson Correlation	.353	.114	-.922	-.990	.854	1	.508	-.445
	Sig. (2-tailed)	.771	.927	.253	.090	.349		.661	.707
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H4_spm	Pearson Correlation	.985	.913	-.136	-.381	-.015	.508	1	-.997*
	Sig. (2-tailed)	.110	.267	.913	.751	.991	.661		.046
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H5_spm	Pearson Correlation	-.995	-.940	.064	.314	.087	-.445	-.997*	1
	Sig. (2-tailed)	.064	.221	.959	.797	.945	.707	.046	
	N	3	3	3	3	3	3	3	3

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		musim hujan ispa	musim hujan spm
musim hujan ispa	Pearson Correlation	1	.749
	Sig. (2-tailed)		.461
	N	3	3
musim hujan spm	Pearson Correlation	.749	1
	Sig. (2-tailed)	.461	
	N	3	3

- **Hubungan Konsentrasi SPM dengan ISPA (periode musim kemarau)**

Correlations

			kemarau1 ispa	kemarau1 spm	kemarau4 ispa	kemarau4 spm
Spearman's rho	kemarau1 ispa	Correlation Coefficient	1.000	-.317	.650	.350
		Sig. (2-tailed)	.	.406	.058	.356
		N	9	9	9	9
	kemarau1 spm	Correlation Coefficient	-.317	1.000	.200	.417
		Sig. (2-tailed)	.406	.	.606	.265
		N	9	9	9	9
	kemarau4 ispa	Correlation Coefficient	.650	.200	1.000	.167
		Sig. (2-tailed)	.058	.606	.	.668
		N	9	9	9	9
	kemarau4 spm	Correlation Coefficient	.350	.417	.167	1.000
		Sig. (2-tailed)	.356	.265	.668	.
		N	9	9	9	9

Correlations

		kemarau2 ispa	kemarau3 ispa	kemarau5 ispa	kemarau2 spm	kemarau3 spm	kemarau5 spm
kemarau2 ispa	Pearson Correlation	1	-.299	.746*	.481	.168	-.500
	Sig. (2-tailed)		.434	.021	.189	.666	.170
	N	9	9	9	9	9	9
kemarau3 ispa	Pearson Correlation	-.299	1	.080	-.529	-.063	.412
	Sig. (2-tailed)	.434		.838	.143	.872	.271
	N	9	9	9	9	9	9
kemarau5 ispa	Pearson Correlation	.746*	.080	1	.253	.343	-.258
	Sig. (2-tailed)	.021	.838		.511	.366	.502
	N	9	9	9	9	9	9
kemarau2 spm	Pearson Correlation	.481	-.529	.253	1	-.430	-.225
	Sig. (2-tailed)	.189	.143	.511		.248	.561
	N	9	9	9	9	9	9
kemarau3 spm	Pearson Correlation	.168	-.063	.343	-.430	1	-.423
	Sig. (2-tailed)	.666	.872	.366	.248		.256
	N	9	9	9	9	9	9
kemarau5 spm	Pearson Correlation	-.500	.412	-.258	-.225	-.423	1
	Sig. (2-tailed)	.170	.271	.502	.561	.256	
	N	9	9	9	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		musim kemarau ispa	musim kemarau spm
musim kemarau ispa	Pearson Correlation	1	-.083
	Sig. (2-tailed)		.831
	N	9	9
musim kemarau spm	Pearson Correlation	-.083	1
	Sig. (2-tailed)	.831	
	N	9	9

- **Hubungan Konsentrasi SO₂ dengan ISPA (periode musim hujan)**

Correlations

		H2 ispa	H3 ispa	H4 ispa	H5 ispa	H2 so2	H3 so2	H4 so2	H5 so2
H2_ispa	Pearson Correlation	1	.970	.037	-.217	-.697	-.397	-.021	-.849
	Sig. (2-tailed)		.157	.977	.861	.509	.740	.987	.354
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H3_ispa	Pearson Correlation	.970	1	.279	.028	-.851	-.609	-.264	-.952
	Sig. (2-tailed)	.157		.820	.982	.352	.583	.830	.198
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H4_ispa	Pearson Correlation	.037	.279	1	.968	-.742	-.932	-1.000**	-.559
	Sig. (2-tailed)	.977	.820		.162	.468	.237	.010	.622
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H5_ispa	Pearson Correlation	-.217	.028	.968	1	-.549	-.810	-.971	-.332
	Sig. (2-tailed)	.861	.982	.162		.630	.399	.152	.785
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H2_so2	Pearson Correlation	-.697	-.851	-.742	-.549	1	.935	.731	.971
	Sig. (2-tailed)	.509	.352	.468	.630		.231	.478	.154
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H3_so2	Pearson Correlation	-.397	-.609	-.932	-.810	.935	1	.926	.822
	Sig. (2-tailed)	.740	.583	.237	.399	.231		.247	.386
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H4_so2	Pearson Correlation	-.021	-.264	-1.000**	-.971	.731	.926	1	.546
	Sig. (2-tailed)	.987	.830	.010	.152	.478	.247		.632
	N	3	3	3	3	3	3	3	3
H5_so2	Pearson Correlation	-.849	-.952	-.559	-.332	.971	.822	.546	1
	Sig. (2-tailed)	.354	.198	.622	.785	.154	.386	.632	
	N	3	3	3	3	3	3	3	3

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

		musim hujan ispa	musim hujan SO2
musim hujan ispa	Pearson Correlation	1	.350
	Sig. (2-tailed)		.772
	N	3	3
musim hujan SO2	Pearson Correlation	.350	1
	Sig. (2-tailed)	.772	
	N	3	3

- **Hubungan Konsentrasi SO₂ dengan ISPA (periode musim kemarau)**

Correlations

		kemarau2 ispa	kemarau5 ispa	kemarau2 SO2	kemarau5 SO2
kemarau2 ispa	Pearson Correlation	1	.746*	.278	.229
	Sig. (2-tailed)		.021	.468	.553
	N	9	9	9	9
kemarau5 ispa	Pearson Correlation	.746*	1	-.181	.324
	Sig. (2-tailed)	.021		.641	.395
	N	9	9	9	9
kemarau2 SO2	Pearson Correlation	.278	-.181	1	.322
	Sig. (2-tailed)	.468	.641		.398
	N	9	9	9	9
kemarau5 SO2	Pearson Correlation	.229	.324	.322	1
	Sig. (2-tailed)	.553	.395	.398	
	N	9	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

			kemarau3 ispa	kemarau4 ispa	kemarau3 SO2	kemarau4 SO2
Spearman's rho	kemarau3 ispa	Correlation Coef ficient	1.000	-.300	-.368	-.517
		Sig. (2-tailed)	.	.433	.330	.154
		N	9	9	9	9
	kemarau4 ispa	Correlation Coef ficient	-.300	1.000	-.527	.483
Sig. (2-tailed)		.433	.	.145	.187	
N		9	9	9	9	
kemarau3 SO2	Correlation Coef ficient	-.368	-.527	1.000	-.209	
	Sig. (2-tailed)	.330	.145	.	.589	
	N	9	9	9	9	
kemarau4 SO2	Correlation Coef ficient	-.517	.483	-.209	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.154	.187	.589	.	
	N	9	9	9	9	

Correlations

		musim kemarau ispa	musim kemarau SO2
musim kemarau ispa	Pearson Correlation	1	.136
	Sig. (2-tailed)		.727
	N	9	9
musim kemarau SO2	Pearson Correlation	.136	1
	Sig. (2-tailed)	.727	
	N	9	9