

**ANALISIS KONSENTRASI PM₁₀ DI LINGKUNGAN PEMUKIMAN
TERHADAP GEJALA ISPA PADA PENDUDUK
DI KELURAHAN RAWA MAKMUR
KECAMATAN PALARAN**



OLEH:

JUMRIAH BT. BAKRI

NIM: 07.1101.5157.10

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2013**

**ANALISIS KONSENTRASI PM₁₀ DI LINGKUNGAN PEMUKIMAN
TERHADAP GEJALA ISPA PADA PENDUDUK
DI KELURAHAN RAWA MAKMUR
KECAMATAN PALARAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Masyarakat
Pada
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Mulawarman**



OLEH:

JUMRIAH BT. BAKRI

NIM: 07.1101.5157.10

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA**

2013

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Jumriah BT Bakri
NIM : 07.1101.5157.10
Program Studi: Ilmu Kesehatan Masyarakat
Jurusan : Kesehatan Masyarakat
Judul : Analisis Konsentrasi PM₁₀ di Lingkungan Pemukiman
Terhadap Gejala ISPA Pada Penduduk di Kelurahan
Rawa Makmur Kecamatan Palaran

Telah Dipertahankan di Hadapan Dewan Penguji dan Dinyatakan Lulus
Pada Tanggal2013

Pembimbing I

Pembimbing II

Blego Sedionoto, SKM, M.Kes
NIP: 19770502 200604 1 003

Irfansyah Baharuddin P,SKM, M.Kes
NIP: 19840119 200912 1 003

Penguji I

Penguji II

Andi Anwar, SKM, M.Kes
NIP: 19770827 201012 1 002

Riyan Ningsih, SKM, M.Kes
NIP: 19751105 201012 2 002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat

Dra.Hj. Sitti Badrah, M.Kes
NIP 19600727 199203 2 002

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Mulawarman maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis atau skripsi saya adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan dari pihak-pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis atau skripsi saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan atau ketidakberesan dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis atau skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

fgcvx

Samarinda,.....
Yang Membuat Pernyataan

Jumriah BT Bakri

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA**

2013

ABSTRAK

Jumriah BT Bakri

“Analisis Konsentrasi PM₁₀ di Lingkungan Pemukiman Terhadap Gejala ISPA Pada Penduduk di Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran”.
(Pembimbing I: Blego Sedionoto, SKM, M.Kes, Pembimbing II: Irfansyah Baharuddin P, SKM, M.Kes)

Konsentrasi debu di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur sangat tinggi sehingga dapat dilihat dengan kasat mata. Tingginya kadar debu tersebut pasti akan berdampak terhadap kesehatan penduduk yang terpapar khususnya gangguan pada saluran pernapasan seperti Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi PM₁₀ di lingkungan pemukiman dan gambaran tentang hubungan jarak paparan, lama paparan, ventilasi silang serta tanaman barrier terhadap gejala ISPA.

Desain penelitian ini adalah dengan pendekatan *cross-sectional*, tiga titik pengambilan sampel PM₁₀ dan responden sebanyak 63 orang yang dipilih dengan menggunakan simple random sampling. Pengumpulan data meliputi pengukuran PM₁₀ dan wawancara serta observasi mengenai gejala ISPA, lama paparan, jarak paparan, ventilasi silang dan tanaman barrier dengan menggunakan kuesioner. Analisis data dengan Uji T-Independen, Uji Mann-Whitney dan Uji Chi-square pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ di Kelurahan Rawa Makmur berada di atas Baku Mutu Udara Ambien Nasional dengan angka 0.3498 mg/m³, 10.5 mg/m³ dan 0.3531 mg/m³ pada masing-masing titik pengukuran. Hasil Uji Mann Whitney menunjukkan ada perbedaan rata-rata lama paparan dengan gejala ISPA dengan nilai p=0.013.

Disarankan kepada penduduk agar melakukan upaya untuk mengurangi paparan terhadap PM₁₀ dengan memasang barrier pada ventilasi.

Kata Kunci: Konsentrasi PM₁₀, Gejala ISPA

Kepustakaan: 38 (1992 – 2013)

RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Jumriah BT Bakri
2. NIM : 0711015157
3. Tempat Tanggal Lahir : Kunak, 22 Oktober 1987
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Agama : Islam
6. Asal SLTA/Akademi : Madrasah Aliyah Negeri Bontang
7. Status Perkawinan : Belum Kawin
8. Alamat Asal : Jl. Mawar II RT 36 No 53 Kel. Tanjung Laut Kec. Bontang Selatan
9. Alamat Sekarang : Jl. a. w. Syahrani Gg 3B Air Hitam

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan hanya bagi Allah SWT, karena atas segala kasih, karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Permohonan maaf penulis sampaikan kepada semua pihak yang berkepentingan apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan dan kekurangan yang tentunya tidak disengaja dan diluar batas kemampuan penulis. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi yang mendalam kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Sitti Badrah, M. Kes, selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman Samarinda.
2. Bapak Blego Sedionoto, SKM., M.Kes selaku pembimbing I dan dosen wali selama menjadi mahasiswa di FKM, Bapak Irfansyah Baharuddin P, SKM, M.Kes selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan dan pengarahan kepada penulis.
3. Bapak Andi Anwar, SKM, M.Kes selaku Penguji 1 dan Ibu Riyan Ningsih selaku Penguji II yang telah memberikan kritikan dan saran demi perbaikan skripsi penulis.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat beserta seluruh staf yang telah membantu selama masa perkuliahan.
5. Kepala Balai Kesehatan dan Keselamatan Kerja, beserta staf yang telah membantu dan berpartisipasi dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.

6. Bapak Lurah Rawa Makmur beserta staf yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di Kelurahan Rawa Makmur serta penduduk Kelurahan Rawa Makmur yang bersedia bekerjasama dengan penulis selama proses penelitian.
7. Ayahanda Bakri , Ibunda Kamariah, dan adik-adik, Yusri, Yasri, Yasin, Nunu, tante tercantik, Tapniani beserta seluruh keluarga tercinta yang telah memberikan banyak bantuan maupun dukungan baik secara moril maupun materil yang tidak ternilai, hingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penulisan skripsi.
8. Para sahabat tempat segenap kesedihan dan kebahagiaan tercurah terutama Riska yang selalu menemani, lin dan Endang yang selalu menyemangati dari jauh, Sumiati yang berbaik hati memberikan tumpangan untuk istirahat, dan semua anak FKM angkatan 2007 khususnya FKM kelas A tanpa terkecuali, dan sahabat-sahabat lainnya. Terima kasih banyak
9. Teman serumah selama kuliah yang telah menjadi saudara sendiri, K lin terima kasih banyak atas dukungannya
10. Kepada semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu memberi pengarahan dalam penulisan skripsi ini, semoga segala kebaikan yang telah diberikan akan mendapatkan limpahan rahmat dari Allah SWT.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian dalam bidang kesehatan masyarakat. Amin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan	6
D. Manfaat	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pencemaran Udara	8
B. Partikulat	12
C. ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut)	33
D. Mekanisme Partikulat (PM ₁₀) Masuk ke Dalam Saluran Pernapasan	38

E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi ISPA akibat PM ₁₀	40
F. Hubungan PM ₁₀ dengan Kejadian ISPA	49
G. Kerangka Teori	51
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis dan Rancangan Penelitian	52
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	53
C. Populasi dan Sampel	53
D. Kerangka Konsep Penelitian	55
E. Hipotesis Penelitian	55
F. Variabel Penelitian	55
G. Definisi Operasional	56
H. Metode Pengukuran	58
I. Teknik Analisis Data	64
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	
1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	69
2. Karakteristik Lokasi Pengukuran	70
3. Karakteristik Responden	70
4. Analisis Univariat	72
5. Analisis Bivariat	78
B. Pembahasan	
1. Konsentrasi PM ₁₀ dengan Gejala ISPA	83
2. Jarak Paparan dengan Gejala ISPA	87
3. Lama Paparan dengan Gejala ISPA	88

4. Ventilasi Silang dengan Gejala ISPA	91
5. Tanaman Barrier dengan Gejala ISPA	93

BAB V KESIMPULAN

1. Kesimpulan	97
2. Saran	98

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Partikel dan Ukurannya
Tabel 2.2	Batas Ambang Indeks Massa Tubuh
Tabel 3.1	Definisi Operasional
Tabel 4.1	Distribusi Umur Responden di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.2	Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.3	Distribusi Responden Berdasarkan Pendidikan Terakhir di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.4	Distribusi Responden Berdasarkan Gejala ISPA Pada Penduduk di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran PM10 di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.6	Distribusi Responden Berdasarkan Konsentrasi PM10 pada Setiap Titik Pengukuran di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.7	Distribusi Jarak Rumah Responden dengan Jalan Raya di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.8	Distribusi Responden Berdasarkan Lama Paparan di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.9	Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Ventilasi Silang di Kelurahan Rawa Makmur
Tabel 4.10	Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Barrier Pada Ventilasi di Kelurahan Rawa Makmur

- Tabel 4.11 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Tanaman Barrier di Kelurahan Rawa Makmur
- Tabel 4.12 Hasil Uji T-Independent Rata-rata Konsentrasi PM10 antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA.
- Tabel 4.13 Hasil Uji T-Independent Rata-rata Jarak Paparan (Jarak Rumah Responden dengan Jalan Raya) antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA.
- Tabel 4.14 Hasil Uji Beda Mann Whitney Rata-rata Lama Paparan Antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA
- Tabel 4.15 Hasil Uji Chi-square Antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Ventilasi Silang di Kelurahan Rawa Makmur
- Tabel 4.16 Hasil Uji Chi-square Antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Barrier pada Ventilasi di Kelurahan Rawa Makmur
- Tabel 4.17 Hasil Uji Chi-square Antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Tanaman Barrier di Kelurahan Rawa Makmur

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Teori

Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Gambar 3.2 Skema Penetapan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara
Ambient

Gambar 3.3 Titik Pengambilan Sampel

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kuesioner Penelitian
- Lampiran 2 Lembar Observasi
- Lampiran 3 Master Data
- Lampiran 4 Output Analisis Data
- Lampiran 5 Baku Mutu Udara Ambien Nasional
- Lampiran 6 Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Polusi udara merupakan masalah lingkungan yang terjadi di seluruh dunia. Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO), polusi udara menyebabkan kematian premature mencapai 2 juta jiwa per tahun. Pada tahun 2005, WHO menyusun *The 2005 WHO Air Quality Guidelines* (AQGs) yang didesain untuk menurunkan gangguan kesehatan akibat polusi udara. Di dalam AQGs, direkomendasikan peninjauan kembali batasan-batasan untuk konsentrasi pencemar udara, diantaranya PM (*particulate matter*), ozon (O₂), nitrogen dioksida (NO₂) dan Sulfur Dioksida (SO₂) (Sutra, 2009).

Polusi udara bersumber dari proses alami dan aktivitas manusia, bergerak, maupun tidak bergerak. Kebanyakan masalah pencemaran udara di perkotaan bersumber dari penggunaan bahan bakar fosil dan kegiatan perindustrian. Kegiatan industri mengemisikan berbagai macam pencemar udara, tergantung pada kegiatan industrinya. demikian pula halnya dengan kegiatan pembangunan.

Kegiatan pembangunan merupakan salah satu kegiatan yang dapat menghasilkan zat pencemar udara yang dapat mengganggu kesehatan baik bagi pekerja maupun penduduk di sekitarnya. Kegiatan perbaikan jalan raya merupakan salah satu kegiatan pembangunan

yang dapat memberikan dampak negatif kepada kesehatan masyarakat. Polutan utama selama proses perbaikan jalan raya adalah partikulat (*particulate matter*).

Terdapat beberapa penelitian yang berhubungan dengan pencemaran udara yang menyebabkan gangguan kesehatan baik yang disebabkan oleh partikel padat TSP, partikel PM₁₀ dan PM_{2,5}. Salah satunya adalah penelitian Dian Eka Sutra yang menunjukkan bahwa pekerja yang terpapar PM₁₀ dalam jumlah yang banyak mempunyai peluang 3.312 kali terkena ISPA dibanding dengan pekerja dengan paparan rendah. Penelitian lain yang berhubungan adalah penelitian Anwar Daud dan Blego Sedionoto tentang faktor resiko konsentrasi SO₂ dan PM_{2,5} terhadap kapasitas paru penduduk yang menunjukkan bahwa lama tinggal merupakan faktor resiko penurunan kapasitas paru dengan OR=1,37. Jarak tempat tinggal dari sumber pencemaran juga merupakan faktor resiko dalam penelitian ini dengan OR= 5,83 yang menunjukkan bahwa penduduk yang tinggal dekat (radius antara 100-250 m) dengan sumber pencemar mempunyai risiko 5,8 kali lebih besar dibandingkan dengan orang yang tinggal dengan radius antara 300-500 lebih dari sumber pencemar.

Pada tahun 2007, prevalensi ISPA di Indonesia dengan diagnosis gejala (DG) sebesar 25,5%, sedangkan dengan diagnosis tenaga kesehatan sebesar 8,10%. Di provinsi Jawa Barat, Bogor merupakan kabupaten dengan prevalensi ISPA tinggi. Prevalensi ISPA melalui DG sebesar 30,9%, di atas nilai rata-rata prevalensi

kabupaten/kota provinsi Jawa Barat yaitu sebesar 24,7% (Luciana, 2010).

Sedangkan untuk wilayah Kalimantan Timur, kasus ISPA yang tercatat adalah sebanyak 89756 kasus selama tahun 2011. Dari seluruh wilayah Kalimantan Timur, Samarinda merupakan wilayah dengan kasus ISPA tertinggi yaitu sebanyak 57108 berdasarkan data yang diperoleh dari seluruh Puskesmas di Samarinda, dengan prevalensi yang semakin meningkat yaitu sebesar 17,6% pada tahun 2010 menjadi 20,9% pada tahun 2011.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Puskesmas Palaran, kejadian ISPA pada penduduk Palaran meningkat selama 3 bulan berturut-turut di awal tahun 2012 yaitu sebanyak 513 kasus pada bulan Januari, 756 kasus pada bulan Februari dan 934 kasus selama bulan Maret. Kasus ISPA tersebut hanya pada penduduk yang berumur > 5 tahun. Salah satu penyebab utama terjadinya peningkatan kasus ini adalah pencemaran udara.

Kecamatan Palaran merupakan sentra industri yang bergerak di bidang perkayuan dan industri penunjangnya. Industri tersebut pasti melibatkan kendaraan berat dalam proses pengangkutan bahan mentah maupun barang jadi sehingga menimbulkan kerusakan jalan raya. Untuk mengatasi masalah kerusakan tersebut, diadakan perbaikan jalan raya yang telah dilakukan selama dua tahun terakhir dan belum sepenuhnya selesai hingga sekarang. Hal ini yang menjadi penyebab utama adanya polutan PM_{10} di daerah Kecamatan Palaran

dan ditambah dengan kendaraan berat yang masih melalui jalan raya yang masih dalam proses perbaikan tersebut.

PM₁₀ merupakan bentuk yang paling berbahaya dalam menyebabkan gejala ISPA karena debu yang berukuran kurang kecil dari 10 µm akan tetap ditahan di saluran pernafasan atas. Sehingga dapat menimbulkan masalah kesehatan khususnya pada saluran pernafasan atas.

Balai Lingkungan Hidup telah melakukan pengukuran PM₁₀ di wilayah Palaran ini dengan 2 titik pengukuran yaitu di Kelurahan Handil Bakti dan Kelurahan Rawa Makmur. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan angka sebesar 132,41 µg/Nm³ dan 73,03 µg/Nm³ pada masing-masing titik pengukuran dalam waktu 1 jam. Angka tersebut dapat menunjukkan tingginya kadar PM₁₀ di udara pemukiman walaupun belum melebihi nilai baku mutu PM₁₀.

Berdasarkan observasi awal, dapat dilihat dengan kasat mata tingginya kadar polutan pada udara ambient di wilayah Kecamatan Palaran sehingga berpotensi menimbulkan gejala pernafasan seperti ISPA. Banyaknya warung dan rumah yang terletak di pinggir jalan raya menunjukkan banyak juga masyarakat yang terpapar oleh polutan PM₁₀ tersebut khususnya Kelurahan Rawa Makmur.

Kelurahan Rawa Makmur merupakan kelurahan yang memiliki penduduk terbanyak. Sepanjang jalan raya yang terdapat di Kelurahan Rawa Makmur, terdapat lebih banyak rumah dan warung jika

dibandingkan dengan kelurahan yang lain. Sehingga lokasi penelitian ditetapkan di wilayah Kelurahan Rawa Makmur.

Penelitian ini berbeda dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti yang telah diuraikan di atas karena pada penelitian ini variabel yang diteliti merupakan ISPA yang terjadi pada penduduk usia produktif namun bukan pada lingkungan kerja tetapi lebih cenderung kepada lingkungan pemukiman. Disamping itu, pencemaran yang diteliti merupakan pencemaran akibat transportasi sehingga daerah sekitar jalan raya diambil sebagai lokasi penelitian. Selain itu variabel yang diangkat dalam penelitian ini belum pernah diukur oleh peneliti sebelumnya yaitu kualitas ventilasi rumah dan keberadaan tanaman barier.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat kadar PM_{10} di wilayah tersebut dan dihubungkan dengan besarnya pajanan dan faktor-faktor resiko yang dapat menimbulkan gejala ISPA pada masyarakat di sekitar wilayah tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

“Bagaimana analisis konsentrasi PM_{10} di lingkungan pemukiman terhadap gejala ISPA pada penduduk di wilayah Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran?”

C. Tujuan

1. Tujuan umum

Untuk mengetahui konsentrasi PM_{10} di lingkungan pemukiman terhadap gejala ISPA pada penduduk di wilayah Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.

2. Tujuan khusus

- a. Untuk mengetahui konsentrasi PM_{10} di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.
- b. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata jarak paparan PM_{10} antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan yang tidak memiliki gejala ISPA di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.
- c. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata lama paparan PM_{10} antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan yang tidak memiliki gejala ISPA di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.
- d. Untuk mengetahui hubungan ventilasi silang dengan gejala ISPA pada penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.
- e. Untuk mengetahui hubungan keberadaan tanaman barier dengan gejala ISPA pada penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.

D. Manfaat

1. Manfaat bagi masyarakat

- a. Dapat mengetahui resiko paparan PM_{10} terhadap kesehatan mereka.
- b. Dapat mengetahui langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya ISPA akibat PM_{10} .

2. Manfaat bagi pengelola program

- a. Dapat dijadikan tolak ukur untuk menggambarkan keadaan kesehatan masyarakat yang bersangkutan.
- b. Dapat menjadi referensi untuk melakukan tindakan pencegahan atau program untuk mengatasi masalah kesehatan yang terkait.

3. Manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan

Dapat menjadi pemicu dalam melakukan pengembangan untuk tindak pencegahan dan pengobatan ISPA akibat PM_{10} .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pencemaran Udara

Menurut Chambers (1976) dan Masters (1991), yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu sehingga dapat di deteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material. Selain itu, pencemaran udara dapat pula dikatakan sebagai perubahan atmosfer oleh karena masuknya bahan kontaminan alami atau buatan ke dalam atmosfer tersebut (Parker, 1980). Menurut Kumar (1987), pencemaran udara adalah adanya bahan polutan di atmosfer yang dalam konsentrasi tertentu akan mengganggu keseimbangan dinamik di atmosfer dan mempunyai efek pada manusia dan lingkungannya (Mukono, 2005).

1. Klasifikasi Bahan Pencemar Udara

a. Polutan primer

Polutan primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu dan dapat berupa polutan gas terdiri dari:

- 1) Senyawa karbon yaitu hidrokarbon, hidrokarbon teroksigenasi dan karbon dioksida (CO dan CO₂)
- 2) Senyawa sulfur yaitu sulfur oksida
- 3) Senyawa nitrogen yaitu nitrogen oksida dan amoniak

4) Senyawa halogen yaitu flour, klorin, hydrogen klorida, hydrogen terklorinasi dan bromin.

b. Polutan sekunder

Polutan sekunder biasanya terjadi karena reaksi dari dua atau lebih bahan kimia di udara misalnya reaksi fotokimia. Sebagai contoh adalah disosiasi NO_2 menghasilkan NO dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain:

- 1) Konsentrasi relatif dari bahan reaktan
- 2) Derajat fotoaktivasi
- 3) Kondisi iklim
- 4) Topografi lokal dan adanya embun (Mukono, 2005).

2. Sumber Pencemar

Pencemaran udara dapat berasal dari proses alami, misalnya aktivitas vulkanik, kebakaran hutan, badai debu, pembusukan sampah tanaman dan juga dari aktivitas manusia seperti transportasi, buangan pabrik, pertambangan dan rumah tangga. Sumber polusi utama berasal dari transportasi di mana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. Sumber-sumber polutan lainnya adalah pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain (Fardiaz, 2003).

Pencemar udara primer adalah semua pencemar yang langsung dilepas oleh sumber dan belum mengalami perubahan.

Pencemar udara primer mencakup sekitar 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya. Pencemar primer dapat dibedakan menjadi lima kelompok yaitu karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO₂), hidrokarbon (HC), sulfur oksida (SO₂), dan partikel. Sedangkan pencemar udara sekunder adalah pencemar udara primer yang mengalami perubahan di udara akibat reaksi fotokimia atau oksida katalis.

3. Pengaruh Pencemaran terhadap Tubuh Manusia

Polutan partikel masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pernafasan, Oleh karena itu pengaruh yang merugikan langsung terutama terjadi pada sistem pernafasan. Faktor yang paling berpengaruh adalah ukuran partikel, karena ukuran partikel yang menentukan seberapa jauh penetrasi partikel ke dalam sistem pernafasan.

Sistem pernafasan mempunyai beberapa sistem pertahanan yang mencegah masuknya partikel-partikel, baik berbentuk padat, maupun cair ke dalam paru-paru. Bulu-bulu hidung akan mencegah masuknya partikel-partikel yang lebih besar, sedangkan partikel yang lebih kecil akan dicegah masuk oleh membran mukosa yang terdapat di sepanjang sistem pernafasan dan merupakan permukaan tempat partikel menempel. Pada beberapa bagian sistem pernafasan terdapat bulu-bulu halus (silia) yang bergerak ke depan dan ke belakang bersama-sama mukosa sehingga membentuk aliran yang membawa partikel yang ditangkapnya

keluar dari sistem pernafasan ke tenggorokan, di mana partikel tersebut tertelan. Kantung-kantung alveoli yang berasal dari banyak cabang-cabang kantung udara merupakan tempat dimana oksigen dan karbon dioksida saling bertukar antara atmosfer dengan darah.

Partikel yang mempunyai diameter lebih besar daripada 5,0 mikron akan terhenti dan terkumpul terutama di dalam hidung dan tenggorokan. Meskipun partikel tersebut sebagian dapat masuk ke dalam paru-paru tetapi tidak pernah lebih jauh dari kantung-kantung udara atau bronchi. bahkan dapat segera dikeluarkan oleh gerakan silia. Partikel yang berukuran diameter 0.5-5.0 mikro dapat terkumpul di dalam paru-paru sampai pada bronchiole dan hanya sebagian kecil yang sampai pada alveoli. Sebagian besar partikel yang terkumpul dalam bronchiole akan dikeluarkan oleh silia dalam waktu 2 jam. Partikel yang berukuran diameter kurang dari 0.5 mikron dapat mencapai dan tinggal di alveoli. Pembersihan partikel-partikel yang sangat kecil tersebut dari alveoli sangat lambat dan tidak sempurna dibanding dengan di dalam saluran yang lebih besar. Beberapa partikel yang tetap tertinggal di dalam alveoli dapat terabsorpsi ke dalam darah.

Partikel-partikel yang masuk dan tertinggal di dalam paru-paru mungkin berbahaya bagi kesehatan karena tiga hal penting, yaitu:

- a. Partikel tersebut mungkin beracun karena sifat-sifat kimia dan fisiknya.

- b. Partikel tersebut mungkin bersifat inert (tidak bereaksi) tetapi jika tertinggal di dalam saluran pernafasan dapat mengganggu pembersihan bahan-bahan lain yang berbahaya.
- c. Partikel-partikel tersebut mungkin dapat membawa molekul-molekul gas yang berbahaya, baik dengan cara mengabsorpsi atau mengadsorpsi, sehingga molekul-molekul gas yang sensitif. Karbon merupakan partikel yang umum dengan kemampuan yang baik untuk mengabsorpsi molekul-molekul gas pada permukaannya.

Partikel-partikel yang beracun biasanya tidak terdapat dalam jumlah tinggi di atmosfer, kecuali aerosol asam sulfat, melainkan terdapat dalam jumlah yang sangat kecil (Fardiaz, 2003).

4. Dampak Pencemaran Udara

Dalam bidang kesehatan, udara yang tercemar dapat menimbulkan insiden penyakit saluran pernapasan meningkat, seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut), TBC, memperberat penderita penyakit jantung dan asma, meningkatkan kasus alergi bagi yang hipersensitif terhadap polutan tertentu dan meningkatkan kasus kanker terutama kanker paru.

B. Partikulat

Particulate Matter (PM) adalah partikel kecil yang terdiri dari padatan atau cairan yang tersuspensi di udara. Sumber PM bisa dari hasil kegiatan manusia atau dari sumber alami. Partikulat dapat

bersumber dari vulkanik, hutan, pembakaran padang rumput dan sebagainya. Sumber dari kegiatan manusia contohnya dari pembakaran bahan bakar fosil dari kendaraan, pembangkit tenaga listrik dan dari proses-proses industri.

Partikel digunakan untuk memberikan gambaran partikel cair atau padat yang tersebar di udara dengan ukuran 0,001 μm sampai dengan 500 μm . Partikel mengandung zat organik maupun anorganik yang terbentuk dari berbagai materi dan bahan kimia. Sifat-sifat partikel berhubungan dengan kesehatan dan lingkungan meliputi ukuran, komposisi kimia, bentuk dan konsentrasinya. Ukuran partikel dapat menggambarkan seberapa jauh partikel dapat terbawa angin, efek yang ditimbulkannya, sumber pencemarannya dan lama masa tinggal di udara (Surjanto, 2007).

Kandungan utama dari komposisi partikel umumnya adalah karbon dan material yang larut dalam air seperti ammonium sulfat dan debu sedangkan kandungan dari komposisi partikel yang diemisikan dari bahan bakar gasoline kendaraan bermotor yang mengandung karbon dan abu metalik yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang mengandung timbal (Wark, 1981 dalam Surjanto, 2007). Selain itu juga mengandung hidrokarbon aerosol yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna.

Sifat partikel yang penting adalah ukurannya, diantara diameter 0.0002-500 μg . Pada kisaran tersebut, partikel akan bertahan dalam bentuk tersuspensi di udara antara beberapa detik sampai beberapa

bulan. Keberadaan partikel di udara dipengaruhi oleh kecepatan partikel yang ditentukan oleh ukuran, densitas, serta aliran udara. Partikel di udara ini akan mengotori benda-benda, menghalangi pandangan/sinar serta membawa gas-gas beracun ke paru-paru.

1. **Particulate Matter 10 (PM₁₀)**

PM₁₀ adalah partikulat padat dan cair yang melayang di udara dengan nilai media ukuran diameter aerodinamik 10 mikron. Partikulat 10 mikron mempunyai beberapa nama lain, yaitu PM₁₀ sebagai *inhalable particles*, *respirable particulate*, *respirable dust* dan *inhalable dust*. PM₁₀ memang merupakan kelompok partikulat yang dapat diinhalasi, tetapi karena ukurannya, PM₁₀ lebih spesifik merupakan partikulat yang respirable dan prediktor kesehatan yang baik (Koren, 2003).

PM₁₀ merupakan prediktor kesehatan yang baik karena empat alasan berikut:

- a. PM₁₀ lebih efisien terhirup ke dalam saluran pernapasan daripada partikulat yang lebih besar. Besar atau kecilnya efisiensi ini diukur menurut skala inspirability, yaitu skala yang menunjukkan fraksi (proporsi) konsentrasi partikulat ambient berukuran aerodinamik tertentu yang dapat terhirup dalam pernapasan biasa melalui hidung dan mulut. Dalam skala itu, angka inspirability PM₁₀ adalah 73,3 persen dari jumlah PM₁₀ udara ambient. Angka inspirability ini dinilai cukup menunjukkan tingginya efisiensi jumlah PM₁₀ yang masuk ke dalam saluran

pernapasan jika dibandingkan dengan partikulat berukuran lebih besar. Besar efisiensi terhirupnya partikulat ke dalam saluran pernapasan amat penting untuk menentukan besarnya pemajanan partikulat dan efek kesehatan yang ditimbulkannya.

- b. PM_{10} lebih mungkin mengendap di daerah saluran pernapasan bawah dan daerah pertukaran gas dalam sistem saluran pernapasan, ini menimbulkan iritasi saluran pernapasan secara terus-menerus disertai bermacam-macam reaksi jaringan.
- c. PM_{10} dapat dijadikan wakil (surrogate) untuk zat-zat pencemar lain, turun dan naiknya kadar PM_{10} berasosiasi dengan kadar zat-zat pencemar lain yang ketika itu berada di udara bersama-sama PM_{10} . Dengan demikian, sebagai predictor kesehatan, PM_{10} sudah lebih luas cakupannya, yaitu sampai dengan permasalahan kesehatan akibat pencemaran udara umumnya jika dibandingkan dengan zat-zat pencemar yang lain.

Sistem Pemantauan Lingkungan Global yang disponsori PBB memperkirakan pada 1987 bahwa 70 persen penduduk kota di dunia hidup di kota-kota dengan partikel yang mengambang di udara melebihi ambang batas yang ditetapkan WHO. Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah "partikel-partikel halus" butiran yang begitu kecil sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Sebagian besar partikel halus ini terbentuk dengan polutan lain, terutama sulfur dioksida dan oksida nitrogen,

dan secara kimiawi berubah dan membentuk zat nitrate dan sulfat. Di kota-kota lain, zat nitrate yang terbentuk dari proses yang sama dari oksida nitrogen dapat membentuk sepertiga atau lebih benda partikulat (Moore, 2007).

Partikulat *Total Suspended Particulate* (TSP) adalah banyaknya bahan yang terbawa ke udara setiap menit. TSP merupakan salah satu dari kontaminan yang paling penting selama beberapa waktu dimana polusi sangat tinggi (Koren, 2003). US.EPA mendefinisikan TSP sebagai kelompok substansi fisik dan unsur kimiawi yang ada di udara ambient, dalam bentuk partikulat terpisah (cairan droplets atau padat), yang mempunyai rentang ukuran luas. Partikulat yang ada di udara ini, berasal dari berbagai sumber tetap (statis) dan sumber bergerak. Sedangkan menurut Wilson (1996) serta Whitby (1978) dalam US.EPA (2005), partikulat (TSP) adalah partikulat kasar (*coarse particulate*) yang berukuran antara 1 μm sampai dengan 40 μm .

2. Sifat Partikulat (PM₁₀)

Partikulat (PM₁₀) ada yang berbentuk cair ataupun padat. Di samping itu ada pula yang berinti padat dan dikelilingi oleh cairan. Partikulat terdiri dari ion organik, senyawa logam, elemen karbon, senyawa organik dan senyawa lainnya. Beberapa partikulat tersebut bersifat higroskopis dan berisi partikulat yang terikat air. Partikulate organik terutama yang berbentuk kompleks, berisi ratusan sampai ribuan senyawa organik. Partikel primer secara

langsung diemisikan dari sumber, sedangkan partikulat sekunder terbentuk dari gas melalui reaksi kimia dalam atmosfer. Reaksi kimia dalam atmosfer tersebut meliputi oksigen di atmosfer (O_2) dan uap air (H_2O), zat reaktif seperti ozon (O_3), senyawa radikal seperti hidroksi radikal (COH) dan nitrate radikal (CNO_3), serta zat polutan (SO_2 , NO_x dan gas organik dari alam maupun hasil kegiatan manusia) (US.EPA, 2004).

Ukuran adalah faktor yang menentukan sifat partikulat. Ukuran pada umumnya dinyatakan dalam diameter aerodinamika yang mengacu pada kepadatan unit partikulat berbentuk bola.

3. Pengelompokan Partikulat

a. Berdasarkan Kandungan

Partikulat terdiri dari berbagai macam material yang membentuknya. Berdasarkan kandungan yang terdapat di dalamnya, partikulat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1) *Viable particulate*

“A viable particle is a particle that contains one or more living microorganisms. These can affect the sterility of the pharmaceutical product and generally range from $\sim 0.2\mu m$ to $\sim 30\mu m$ in size.” (Kelly, 2005).

Viable particulate adalah partikulat yang mengandung mikroorganisme di dalamnya. Cara memonitor partikulat ini adalah dengan menangkap, membuat koloni, dan menghitungnya. Terdapat dua cara yang digunakan, salah

satunya dengan menggunakan metode *Settled Plate*, yaitu dengan menghitung jumlah bakteri yang berada pada permukaan tertentu yang diletakkan di udara terbuka selama beberapa jam dan diinkubasi. Penjelasan lebih lanjut tentang hal ini terdapat di ISO 14698 Annex C. Metode lain adalah dengan sampling udara seperti yang biasa dilakukan.

2) *Non-viable particulate*

“A non-viable particle is a particle that does not contain a living microorganism but acts as transportation for viable particles.” (Kelly, 2005).

Non-viable particulate adalah partikulat yang di dalamnya terkandung bahan-bahan yang tidak hidup, atau benda mati. Pengukurannya dengan menggunakan peralatan sampling udara yang biasa digunakan. Kebanyakan pemakaian istilah partikulat dipakai untuk mendefinisikan partikulat jenis ini.

b. Berdasarkan Ukuran

Partikulat dikelompokkan berdasarkan ukurannya. Ada banyak definisi dari ukuran partikel, akan tetapi yang paling umum digunakan adalah diameter aerodinamik. PM_{10} berarti partikel dengan diameter aerodinamik kecil dari $10\ \mu\text{m}$ (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Partikel dan Ukurannya

Fraction	Size range
PM10 (thoracic fraction)	$\leq 10\mu\text{m}$
PM2.5 (respirable fraction)	$\leq 2.5\mu\text{m}$
PM1	$\leq 1\mu\text{m}$
Ultrafine (UFP or UP)	$\leq 0.1\mu\text{m}$
PM10 – PM2.5 (coarse fraction)	$2.5\mu\text{m} - 10\mu\text{m}$

Selain pengelompokan tersebut, juga terdapat jenis partikel lain yang dinamakan *Aitken Particle*. Partikel ini dinamakan sesuai dengan nama penemunya, yaitu seorang ilmuwan bernama John Aitken. Namanya dijadikan untuk menamakan partikel dengan ukuran lebih kecil dari $0.1 \mu\text{m}$ (Wikipedia). Karena ukurannya yang kecil, partikel Aitken memiliki kontribusi kecil dalam total massa keseluruhan partikel.

c. Berdasarkan Distribusi Mode

Pengelompokan partikulat berdasarkan distribusi mode adalah sebagai berikut (US EPA, 2004 dalam Surjanto, 2007):

1) Mode nukleasi (*nucleation mode*)

Merupakan distribusi ukuran partikulat yang baru terbentuk (diameter kurang dari 10 nm), yang diamati selama peristiwa pengintian aktif. Belum ada kepastian tentang batasan terendah tempat kelompok partikulat dan molekul saling tumpang tindih. Sampai saat ini, teknis pengukuran partikulat berdiameter 3 nm masih sangat terbatas.

2) Mode Aitken (*Aitken mode*)

Merupakan distribusi ukuran partikulat dengan diameter antara 10 sampai dengan 100 nm. Mode Aitken kemungkinan dihasilkan dari pertumbuhan partikulat kecil atau pengintian dari precursor dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

3) Mode akumulasi (*accumulation mode*)

Merupakan distribusi ukuran partikulat dengan diameter antara 0.1 μm sampai dengan sedikit di atas batas minimum pada distribusi massa atau distribusi volume, yang biasanya terjadi antara 1 dan 3 μm .

4) Partikulat halus (*fine particulate*)

Merupakan distribusi ukuran partikulat yang meliputi mode nukleasi, mode Aitken, dan mode akumulasi. Partikulat halus adalah partikulat yang mempunyai ukuran dari awal yang memungkinkan untuk diukur (kira-kira 3 nm) sampai dengan sedikit di atas distribusi massa atau distribusi volume (antara 1 μm sampai dengan 3 μm).

5) Partikulat kasar (*coarse particle*)

Merupakan distribusi ukuran partikulat yang kebanyakan memiliki diameter lebih besar dari batas minimum distribusi massa atau distribusi volume ($> 3 \mu\text{m}$)

6) Partikel sangat halus (*ultrafine particulate*)

Merupakan partikulat yang mempunyai diameter kurang dari atau sama dengan $0.1 \mu\text{m}$ (100 nm). Jenis partikulat ini mencakup mode nukleasi dan mode Aitken.

4. Sumber Partikulat (PM_{10})

Partikulat PM_{10} secara alami berasal dari tanah, bakteri, virus, jamur, ragi, serbuk sari serta partikulat garam dan evaporasi air laut. Sedangkan dari aktifitas manusia, partikulat dihasilkan dari penggunaan kendaraan bermotor, hasil pembakaran, proses industri dan tenaga listrik. Partikulat PM_{10} dihasilkan secara langsung dari emisi mesin diesel, industri pertanian, aktifitas di jalan, reaksi fotokimia yang melibatkan polutan (misalnya: hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor, pembangkit tenaga listrik dan ketel uap industri).

Sumber partikulat sesuai dengan ukuran diameter selengkapnya adalah sebagai berikut (US.EPA, 2004):

- 1) Partikulat sangat halus/ultrafine (diameter $\leq 0,1 \mu\text{m}$), berasal dari hasil pembakaran hasil transformasi SO_2 dan campuran organik di atmosfer serta hasil proses kimia pada temperature tinggi.
- 2) Partikulat mode akumulasi (diameter $0,1 \mu\text{m}$ s/d $3 \mu\text{m}$), berasal dari hasil pembakaran batubara, minyak, bensin, solar dan kayu bakar, hasil transformasi NO_x , SO_2 dan campuran organik, serta hasil proses pada temperature tinggi (peleburan logam, pabrik baja).

- 3) Partikulat kasar/coarse ($>3 \mu\text{m}$), berasal dari resuspensi partikulat industri, jejak tanah di atas jalan raya, suspensi dari kegiatan yang mempengaruhi tanah (pertanian, pertambangan dan jalan tak beraspal), kegiatan konstruksi dan penghancuran, pembakaran minyak dan batu bara yang tidak terkendali, percikan air laut serta sumber biologi.

5. Pengukuran Partikulat

Terdapat berbagai cara pengukuran PM_{10} . Pengukuran *dustfall* biasa dilakukan untuk menentukan apakah suatu sumber partikel mencapai level yang tidak diinginkan dan menimbulkan gangguan terhadap sekitarnya. *Dustfall* dapat dimonitor melalui alat yang cukup sederhana yaitu dengan menggunakan *Dustfall Deposit Gauge*. Alat ukur ini terdiri dari corong kaca yang berada pada leher sebuah botol kaca besar, yang bisa diletakkan pada tatakan besi di atas dudukan yang bisa diatur ketinggiannya bila perlu.

Alat ukur ini dibiarkan selama 1 bulan sehingga kuantitas debu yang terukur dapat dikumpulkan. Pada akhir periode, alat ukur dibawa kembali ke laboratorium untuk analisis. Besaran angka *dustfall* dihitung dengan cara membagi berat materi yang tidak terlarut (miligram) dengan luas daerah potong lintang pada corong (m^2) dan jumlah hari pengambilan sampel. Hasil unit pengukuran adalah $\text{mg}/\text{m}^2/\text{hari}$.

Monitoring aerosol biasa dilakukan untuk menentukan besaran hilangnya visibilitas berkaitan dengan adanya partikulat di

udara. Hal ini dapat dilakukan dengan cara pengukuran sebaran cahaya dengan alat bernama nephelometer yang terdiri dari sumber cahaya, tabung sampel, dan detektor cahaya.

Monitoring TSP (*Total Suspended Particulate Matter*) digunakan untuk menentukan jumlah total materi partikulat tersuspensi yang ada di atmosfer. TSP diukur menggunakan *high volume air sampler* yang mengalirkan sejumlah besar volume udara melalui saringan selama 24 jam. Setelah sampling, filter ditimbang dan perbedaan berat filter sebelum dan sesudah ditimbang adalah berat partikel.

PM₁₀ dapat diukur dengan menggunakan *high volume air sampler* atau *tapered element oscillating microbalance (TEOM)* sampler. *High volume air sampler* untuk PM₁₀ sama dengan penjelasan di atas mengenai TSP, kecuali air sampler ini dialirkan melalui *size-selective* inlet yang memisahkan partikel dengan ukuran lebih besar dari 10µm dari partikulat dengan ukuran kecil dari 10µm yang dapat melewati instrumen menuju saringan, untuk nantinya ditimbang. *High volume air samplers* diprogram untuk mengambil sampel 24 jam dengan interval 6 hari. Saringan ditimbang sebelum dan sesudah sampling, selisihnya menentukan konsentrasi PM₁₀ di udara.

Teknik kedua untuk mengukur PM₁₀ adalah dengan menggunakan TEOM sampler beserta *size-selected* inlet untuk memonitor konsentrasi PM₁₀. Alat ini mengalirkan udara melalui

filter yang berada di atas tabung kaca yang bergetar. Di saat PM_{10} terperangkap di dalam filter, penambahan berat ini mengubah frekuensi gerakan di dalam tabung. Perubahan frekuensi ini dikonversikan ke dalam satuan berat partikel yang dapat dibagi dengan volume udara yang dialirkan ke dalam instrumen untuk menghasilkan konsentrasi PM_{10} . TEOM samplers beroperasi secara terus menerus dan tidak membutuhkan penggantian filter sesering high-volume air samplers. Keuntungan dari monitoring terus menerus ini adalah dapat menyediakan informasi tambahan, misalnya waktu di saat konsentrasi mencapai puncak dalam suatu hari. Informasi ini dapat digunakan bersama dengan data meteorologis untuk membantu menentukan sumber emisi. High-volume air samplers and TEOM samplers juga dapat digunakan bersamaan sehingga lebih menjamin kualitas data yang diperoleh.

Di Indonesia, instrumen yang digunakan disebut Impaktor Bertingkat (*Cascade Impactor*). Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN dalam penelitiannya menggunakan impaktor bertingkat buatan Andersen, USA yang terdiri dari 9 tingkat dan mampu menentukan diameter partikel aerosol lebih kecil dari 0,43 sampai 10 μm . Impaktor bertingkat Andersen yang terdiri dari 8 tingkat (tingkat 0 hingga 7) masing-masing dipasang foil milar dan satu tingkat paling bawah dipasang filter. Koleksi karakteristik impaktor adalah koleksi dengan efisiensi 50% yang artinya 50% partikel dengan diameter tertentu mengendap pada pelat impaksi dan

selebihnya lolos. Diameter tersebut dinamakan diameter pangkas pada efisiensi 50% . Pada impaktor bertingkat, partikel yang lolos dari tingkat pertama akan masuk ke impaktor tingkat berikutnya. Tiap tingkat impaktor mempunyai ukuran diameter pangkas yang berbeda. Diameter pangkas pada suatu tingkat lebih besar dibandingkan diameter pangkas pada tingkat berikutnya. Pada tiap tingkat dipasang foil milar yang berfungsi untuk mengendapkan partikel aerosol dan pada tingkat terakhir dipasang filter.

6. Nilai Ambang Batas Partikulat (PM₁₀)

Nilai ambang batas PM₁₀ yang dipersyaratkan oleh WHO saat ini adalah sebesar 20 µg/m³ untuk rata-rata pajanan tahunan dan 50 µg/m³ untuk rata-rata pajanan harian selama 24 jam. Nilai batas konsentrasi PM₁₀ di udara untuk melindungi kesehatan masyarakat yaitu 70 µg/m³ (WHO, 1987 dalam Purwana, 1999). Hal ini sesuai hasil penelitian yang menunjukkan tinggi konsentrasi PM₁₀ paling sensitif dan spesifik untuk menduga terjadinya gangguan pernapasan adalah 70 µg/m³ (Purwana, 2005). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999 menyatakan bahwa nilai baku mutu untuk debu adalah 0.23 mg/m³ sedangkan untuk nilai baku mutu PM₁₀ di lingkungan umum adalah 0.15 mg/m³.

7. Partikulat dan Sistem Pernafasan

Benda partikulat melayang dengan diameter aerodinamik kecil dari 10 μm (PM_{10}) merupakan bentuk yang paling berbahaya karena berupa partikel-partikel amat kecil dan halus yang dapat menembus ke dalam paru-paru. Sering disebut sebagai PM_{10} karena benda partikulat tersebut berukuran lebih kecil dari 10 μm dan kebanyakan partikel halus itu berasal dari senyawa sulfur dan nitrogen yang dalam selang waktu beberapa jam atau beberapa hari berubah dari gas menjadi padat.

Partikel-partikel yang masuk ke dalam paru-paru dapat membahayakan manusia karena (Fardiaz, 2003):

- a. Sifat kimia dan fisik dari partikel tersebut mungkin beracun.
- b. Partikel yang masuk tersebut bersifat inert (tidak bereaksi tetapi dapat menghambat pembersihan bahan-bahan lain yang berbahaya yang masuk ke paru-paru)
- c. Partikel tersebut membawa molekul-molekul gas berbahaya dengan cara mengabsorpsi maupun mengadsorpsi yang menyebabkan molekul-molekul gas tersebut dapat mencapai dan tertinggal dalam paru-paru yang sensitif.

Kerusakan yang terjadi dalam paru-paru sangat tergantung pada ukuran debu, seperti yang disebutkan oleh Waldboth, 1973 (dalam Surjanto, 2007):

- a. 5-10 μm : akan tetap ditahan di saluran pernafasan bagian atas
- b. 3-5 μm : akan ditahan di saluran pernafasan bagian Tengah

- c. 1-3 μm : akan ditahan di permukaan alveoli
- d. 0,5-1 μm : melayang di permukaan alveoli
- e. < 0,5 μm : akan hinggap di permukaan alveoli/selaput lendir karena gerak brown, sehingga dapat menyebabkan penyakit paru

Efek menghirup particulate matter (PM) telah banyak dipelajari, diantaranya asma, kanker paru-paru, penyakit kardiovaskular, dan kematian prematur. Ukuran partikel adalah faktor utama yang menentukan sejauh mana partikel masuk ke dalam saluran pernafasan. Partikel besar biasanya disaring di hidung dan tenggorokan sehingga tidak menimbulkan masalah, akan tetapi partikel dengan ukuran kecil dari 10 μm , atau PM_{10} dapat mencapai dan mendiami bronchi dan paru-paru sehingga dapat menimbulkan masalah kesehatan. Di dalam paru-paru partikel dapat menimbulkan efek fisik langsung dan atau diabsorpsi ke dalam darah.

Konsentrasi PM_{10} yang terinhalasi ke dalam saluran pernafasan adalah 73.7% (Methods for the Determination Hazardous Substances, 1990 dalam Purwana, 1999 dalam Surjanto, 2007). PM_{10} yang masuk ke dalam saluran pernafasan selanjutnya menjangkau bagian dalam saluran pernafasan, sehingga menyebabkan peradangan dan iritasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Van Eeden, et.al (2000), bahwa partikel di udara ambient yang terinhalasi dapat diproses oleh sel makrofag

alveolar. Sel ini menghasilkan mediator proinflammatory seperti cytokines yang memicu infeksi pada paru-paru.

Mekanisme yang mungkin dapat menerangkan mengapa debu dapat menyebabkan terjadinya penyakit saluran pernafasan adalah dengan semakin banyaknya pemajanan debu maka silia akan terus menerus mengeluarkan debu sehingga lama-kelamaan silia akan teriritasi dan tidak peka lagi sehingga debu akan mudah masuk. Selain itu, yang terpenting orang tersebut akan rentan terhadap infeksi saluran pernafasan lainnya.

Penelitian di Amerika, Belanda, dan Swiss telah menunjukkan hubungan peningkatan pada gejala saluran pernafasan atas (pilek, tenggorokan sakit, sakit kepala, dan sinusitis) serta pada saluran pernafasan bawah (asthma, batuk kering, batuk berdahak, dan nafas pendek) dengan peningkatan polusi udara. Hong dkk (1999) menyebutkan bahwa PM_{10} mempunyai aktivitas radikal bebas yang dapat menyebabkan peradangan pada paru-paru.

Di dalam daftar efek kesehatan yang disusun oleh EPA (*Environmental Protection Agent*) disebutkan bahwa peningkatan konsentrasi partikulat berhubungan dengan:

- a. Peningkatan angka kematian total
- b. Peningkatan kematian akibat penyakit kardiovaskuler
- c. Peningkatan kematian akibat penyakit saluran pernafasan
- d. Peningkatan kematian akibat kanker

- e. Peningkatan risiko kematian bayi dan kelahiran premature
- f. Peningkatan risiko pneumonia
- g. Peningkatan risiko kematian postneonatal akibat penyakit pernafasan dan sindrom kematian bayi mendadak
- h. Peningkatan kasus pneumonia, bronchitis, dan chronic obstructive pulmonary disease
- i. Peningkatan symptom pada saluran pernafasan atas dan bawah
- j. Pengurangan fungsi paru-paru
- k. Peningkatan insidens rhinitis

8. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran PM₁₀

Penyebaran polutan udara dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor meteorologi dan faktor topografi. Beberapa faktor meteorologi yang perlu dipertimbangkan karena mempengaruhi penyebaran, pengangkutan, konsentrasi dan transformasi polutan udara di daerah perkotaan adalah sebagai berikut (Purnomohadi 1995; Santosa 2005):

1. Angin

a. Arah dan Kecepatan Angin

Arah dan kecepatan angin merupakan faktor meteorologi yang paling berperan dalam menentukan dispersi konsentrasi dan penyebaran polutan di udara. Semakin tinggi kecepatan angin, pengenceran polutan udara semakin intensif. Konsentrasi polutan udara di satu titik searah angin berbanding terbalik dengan kecepatan anginnya. Jika angin

berhembus lemah sekali, udara yang tercemar akan bergerak searah dengan arah tiupan angin dengan bentuk asap (plume) menyempit dan ramping, yang penyebarannya hanya dalam bentuk aliran difusi molekuler yang sangat lambat. Konsentrasi polutan udara di suatu tempat di dalam plume dapat lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di dekat mulut plume; dan dapat diabaikan bila ada di luar plume.

Penelitian Razif dan Prasasti (2006) yang dilakukan di Pusat Kota Surabaya menjelaskan bahwa angin tidak memberikan pengaruh dominan terhadap penyebaran partikulat. Pengaruhnya hanya terjadi pada dini hari dengan perbedaan konsentrasi partikulat yang ditimbulkan. Untuk wilayah yang dekat dengan gedung bertingkat, maka partikulat akan dipantulkan, dengan penyebaran sesuai dengan bentuk gedung.

b. Fluktuasi Kecepatan Angin

Kecepatan dan arah angin mempunyai kondisi yang berubah-ubah, baik secara horizontal maupun vertikal. Kondisi ini yang menyebabkan terjadinya turbulensi yang merupakan ciri pergerakan udara secara alami sesuai lingkungannya, misalnya ada penghalang (pohon, gedung, pagar atau rumput dan batu) di permukaan. Semakin kuat turbulensi semakin cepat dan semakin intensif pula

penyebaran polutan udara dari sumbernya (Purnomohadi 1995).

2. Kestabilan Atmosfer

Ketidastabilan vertikal udara dapat menyebabkan turbulensi. Suhu atmosfer normal menurun dengan meningkatnya ketinggian. Laju penurunan suhu tersebut disebut lapse rate. Lapse rate $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ disebut Dry Adiabatic Lapse Rate (DALR), yang penting sebagai lapse rate kritikal untuk menentukan pergerakan vertikal di atmosfer, karena berhubungan dengan mempertinggi atau menahan penyebaran polutan udara.

DALR disebut sebagai neutral lapse rate atau neutral stability. Superadiabatic lapse rate disebut sebagai strong lapse rate yang terjadi apabila suhu atmosfer lebih besar dari $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ kenaikan ketinggian. Subadiabatic lapse rate disebut weak lapse rate yang dicirikan dengan penurunan suhu lebih kecil dari $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ kenaikan ketinggian. Kasus khusus weak lapse rate adalah inversi, yang merupakan kondisi dimana udara hangat di atas udara dingin.

Selama superadiabatic lapse kondisi atmosfer berada dalam kondisi tidak stabil; subadiabatic dan inversi mencirikan kondisi atmosfer yang stabil. Dalam kondisi atmosfer yang tidak stabil, udara dapat bergerak bebas dari satu ketinggian ke ketinggian lain dan polutan udara disebar dengan bebas ke atas

dan ke bawah. Sebaliknya apabila kondisi atmosfer stabil, pergerakan vertical ditahan, artinya penyebaran polutan udara juga terhambat secara vertikal.

3. Inversi Suhu

Kadang-kadang suhu udara naik sejalan dengan ketinggian dalam lapisan yang terbatas disebut inversi suhu. Lapisan inversi suhu ini sangat stabil, sehingga membatasi proses perkembangan awan dan proses pencampuran vertikal antara udara yang tercemar dengan udara atas yang lebih bersih (pertukaran udara vertikal hampir terhambat sempurna). Inversi dapat terjadi di dekat permukaan tanah atau dasar inversi ada pada ketinggian tertentu. Pertukaran udara vertikal terjadi di bawah inversi, karena inversi bertindak sebagai tutup. Apabila terdapat polutan, maka konsentrasi polutan udara akan tinggi di bawah inversi (Fardiaz 1992; Purnomohadi 1995).

4. Faktor meteorologi lainnya

Faktor-faktor meteorologi lain yang mempengaruhi konsentrasi polutan mencakup radiasi matahari, presipitasi dan kelembaban. Radiasi matahari berperan dalam pembentukan ozon yang merupakan polutan sekunder di udara. Kelembaban dan presipitasi juga dapat menyebabkan terjadinya polutan sekunder seperti hujan asam. Presipitasi juga memberikan manfaat dalam mencuci polutan gas dan partikel dari udara (Purnomohadi, 1995).

Konsentrasi polutan selain dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, juga dipengaruhi oleh topografi. Konsentrasi polutan udara akan lebih besar apabila terletak pada daerah lembah atau cekungan. Polutan yang dibuang di atmosfer pada malam hari yang biasanya terjadi inversi suhu (makin ke atas makin tinggi suhunya) akan mengalami hambatan untuk naik ke atas. Akibatnya polutan akan turun ke bawah terakumulasi dalam cekungan. Demikian juga jika letak sumber pencemar di pantai, maka akan sangat dipengaruhi pola aliran angin laut dan angin darat (Purnomohadi, 1995).

C. ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut)

1. Pengertian Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) adalah penyakit saluran pernafasan akut yang meliputi saluran pernafasan bagian atas seperti rhinitis, faringitis, dan otitis serta saluran pernafasan bagian bawah seperti laryngitis, bronchitis, bronchiolitis dan pneumonia, yang dapat berlangsung selama 14 hari. Batas waktu 14 hari diambil untuk menentukan batas akut dari penyakit tersebut. Saluran pernafasan adalah organ mulai dari hidung sampai alveoli beserta organ seperti sinus, ruang telinga tengah dan pleura (Depkes RI, 2008).

Pada umumnya suatu penyakit saluran pernafasan dimulai dengan keluhan-keluhan dan gejala-gejala yang ringan. Dalam perjalanan penyakit mungkin gejala-gejala menjadi lebih berat dan

bila semakin berat dapat jatuh dalam keadaan kegagalan pernafasan dan mungkin meninggal. Bila sudah dalam kegagalan pernafasan maka dibutuhkan penatalaksanaan yang lebih rumit, meskipun demikian mortalitas masih tinggi, maka perlu diusahakan agar yang ringan tidak menjadi lebih berat dan yang sudah berat cepat-cepat ditolong dengan tepat agar tidak jatuh dalam kegagalan pernafasan (Depkes RI, 2008).

2. Penyebab ISPA

Infeksi Saluran Pernafasan Atas disebabkan oleh beberapa golongan kuman yaitu bakteri, virus, dan rickettsia yang jumlahnya lebih dari 300 macam. Pada ISPA atas 90-95% penyebabnya adalah virus. Di negara berkembang, ISPA bawah terutama pneumonia disebabkan oleh bakteri dari genus streptokokus, haemofilus, pneumokokus, bordetella dan korinebakterium, sedang di negara maju ISPA bawah disebabkan oleh virus, mikrovirus, adenivirus, koronavirus, pikornavirus dan herpesvirus (Parker, 1985 dalam Putranto, 2007).

3. Klasifikasi ISPA

Menurut Depkes RI tahun 2008, klasifikasi dari ISPA adalah :

a. Ringan (bukan pneumonia)

Batuk tanpa pernafasan cepat / kurang dari 40 kali / menit,
hidung tersumbat / berair, tenggorokan merah, telinga berair.

b. Sedang (pneumonia sedang)

Batuk dan nafas cepat tanpa stridor, gendang telinga merah, dari telinga keluar cairan kurang dari 2 minggu. Faringitis purulen dengan pembesaran kelenjar limfe yang nyeri tekan (adentis servikal).

c. Berat (pneumonia berat)

Batuk dengan nafas berat, cepat dan stridor, membran keabuan di taring, kejang, apnea, dehidrasi berat / tidur terus, sianosis dan adanya penarikan yang kuat pada dinding dada sebelah bawah ke dalam.

4. Gejala ISPA

Penyakit ISPA adalah penyakit yang timbul karena menurunnya sistem kekebalan atau daya tahan tubuh, misalnya karena kelelahan atau stres. Bakteri dan virus penyebab ISPA di udara bebas akan masuk dan menempel pada saluran pernafasan bagian atas, yaitu tenggorokan dan hidung. Pada stadium awal, gejalanya berupa rasa panas, kering dan gatal dalam hidung, yang kemudian diikuti bersin terus menerus, hidung tersumbat dengan ingus encer serta demam dan nyeri kepala. Permukaan mukosa hidung tampak merah dan membengkak. Akhirnya terjadi peradangan yang disertai demam, pembengkakan pada jaringan tertentu hingga berwarna kemerahan, rasa nyeri dan gangguan fungsi karena bakteri dan virus di daerah tersebut maka kemungkinan peradangan menjadi parah semakin besar dan cepat. Infeksi dapat menjalar ke paru-paru, dan menyebabkan sesak atau

pernafasan terhambat, oksigen yang dihirup berkurang. Infeksi lebih lanjut membuat sekret menjadi kental dan sumbatan di hidung bertambah. Bila tidak terdapat komplikasi, gejalanya akan berkurang sesudah 3-5 hari. Komplikasi yang mungkin terjadi adalah sinusitis, faringitis, infeksi telinga tengah, infeksi saluran tuba eustachii, hingga bronkhitis dan pneumonia (Halim, 2000).

Penyakit pada saluran pernafasan mempunyai gejala yang berbeda yang pada dasarnya ditimbulkan oleh iritasi, kegagalan mucociliary transport, sekresi lendir yang berlebihan dan penyempitan saluran pernafasan. Tidak semua penelitian dan kegiatan program memakai gejala gangguan pernafasan yang sama. Misalnya untuk menentukan infeksi saluran pernafasan, WHO menganjurkan pengamatan terhadap gejala-gejala, kesulitan bernafas, radang tenggorok, pilek dan penyakit pada telinga dengan atau tanpa disertai demam. Efek pencemaran terhadap saluran pernafasan memakai gejala-gejala penyakit pernafasan yang meliputi radang tenggorokan, rinitis, bunyi mengi dan sesak nafas (Robertson, 1984 dalam Purwana, 1992).

Dalam hal efek debu terhadap saluran pernafasan telah terbukti bahwa kadar debu berasosiasi dengan insidens gejala penyakit pernafasan terutama gejala batuk. Di dalam saluran pernafasan, debu yang mengendap menyebabkan oedema mukosa dinding saluran pernafasan sehingga terjadi penyempitan saluran.

Menurut Putranto (2007), faktor yang mendasari timbulnya gejala penyakit pernafasan :

a. Batuk

Timbulnya gejala batuk karena iritasi partikulat adalah jika terjadi rangsangan pada bagian-bagian peka saluran pernafasan, misalnya trakeobronkial, sehingga timbul sekresi berlebih dalam saluran pernafasan. Batuk timbul sebagai reaksi refleks saluran pernafasan terhadap iritasi pada mukosa saluran pernafasan dalam bentuk pengeluaran udara (dan lendir) secara mendadak disertai bunyi khas.

b. Dahak

Dahak terbentuk secara berlebihan dari kelenjar lendir (mucus glands) dan sel goblet oleh adanya stimuli, misalnya yang berasal dari gas, partikulat, alergen dan mikroorganisme infeksius. Karena proses inflamasi, di samping dahak dalam saluran pernafasan juga terbentuk cairan eksudat berasal dari bagian jaringan yang berdegenerasi.

c. Sesak nafas

Sesak nafas atau kesulitan bernafas disebabkan oleh aliran udara dalam saluran pernafasan karena penyempitan. Penyempitan dapat terjadi karena saluran pernafasan menguncup, oedema atau karena sekret yang menghalangi arus udara. Sesak nafas dapat ditentukan dengan menghitung pernafasan dalam satu menit.

d. Bunyi mengi

Bunyi mengi merupakan salah satu tanda penyakit pernafasan yang turut diobservasikan dalam penanganan infeksi akut saluran pernafasan.

5. Cara Penularan

ISPA dapat terjadi karena transmisi organisme melalui AC (*air conditioner*), droplet dan melalui tangan yang dapat menjadi jalan masuk bagi virus. Penularan faringitis terjadi melalui droplet, kuman menginfiltrasi lapisan epitel, jika epitel terkikis maka jaringan limfoid superficial bereaksi sehingga terjadi pembendungan radang dengan infiltrasi leukosit polimorfonuklear. Pada sinusitis, saat terjadi ISPA melalui virus, hidung akan mengeluarkan ingus yang dapat menghasilkan superinfeksi bakteri, sehingga dapat menyebabkan bakteri-bakteri patogen masuk ke dalam rongga-rongga sinus (WHO, 2002).

D. Mekanisme Partikulat (PM_{10}) Masuk ke Dalam Saluran Pernapasan.

Mekanisme masuknya debu ke dalam saluran pernafasan manusia menurut Ryadi (1984) dalam Sutamihardja (2006) adalah:

- a. Inersia debu (kelembaban partikel debu yang bergerak), mekanisme ini dapat terjadi pada saat udara membelok ketika melewati jalan napas yang tidak lurus sehingga akan didorong oleh aliran udara. Dalam perjalanan udara tersebut, pernapasan yang

lurus debu akan langsung ikut dengan aliran udara masuk, sedangkan partikel debu yang mempunyai massa lebih bergerak lurus sehingga tidak dapat mengikuti aliran udara, akibatnya debu akan menempel dan mengendap di selaput lendir saluran pernapasan.

- b. Sedimentasi terjadi pada saluran pernapasan, dimana kecepatan aliran udara kurang dari 1 cm/detik, sehingga partikel debu sebagai akibat adanya gaya tarik bumi akan mengendap.
- c. Gerak Brown, gerak ini terjadi pada partikel debu yang mempunyai ukuran kurang dari 0,1 mikron, pada mekanisme ini memungkinkan partikel debu membentur dinding alveoli dan akhirnya tertimbun.

Selain itu, dinyatakan bahwa tidak ada debu yang benar-benar inert (tidak merusak paru-paru), dan pada konsentrasi tinggi semua debu bersifat merangsang yang akan menimbulkan reaksi produksi lendir yang berlebihan.

Saat manusia bernapas, partikel-partikel yang menyusun aerosol, misalnya partikel kecil yang melayang di udara akan terkumpul disepanjang saluran pernapasan. Tempat pengumpul partikel ini akan mempengaruhi tingkat keparahan kerusakan jaringan, besar absorpsi toksikan ke dalam sirkulasi sistemik, dan memenuhi kemampuan paru untuk mengeluarkan partikel itu. Semakin kecil ukuran partikel, semakin jauh jangkauannya di dalam saluran pernapasan. Aerosol yang berukuran 5-30 μm akan mengendap terutama di saluran pernapasan bagian atas (hidung dan tenggorokan). Jarak/kedalaman

penetrasi akan bertambah seiring penurunan aerosol, dan aerosol yang berukuran 1-5 μm , sebagian besar akan terkumpul di saluran pernapasan bagian bawah (trakea, bronkus, bronkiolus). Endapan partikel tersebut kemudian akan dibersihkan melalui mekanisme bersihan mukosiliar. Partikel yang dibersihkan dengan cara ini kemudian akan ditelan dan diabsorpsi dari saluran gastrointestinal. Aerosol ukuran 1 μm ke bawah dapat mencapai alveolus. Di alveolus, aerosol akan diabsorpsi ke dalam sistem darah atau dibersihkan oleh sel imun (makrofag) yang akan menelan partikel tersebut.

Tidak semua partikulat mengganggu saluran pernapasan. Partikulat yang berukuran lebih besar dari 10 mikron dan kurang dari 0,5 mikron disingkirkan dari daerah hidung karena derasnya aliran udara, penampang saluran yang sempit dan turbulensi udara sebagai akibat banyaknya kelokan tajam serta bulu hidung. Partikulat lain yang berukuran kurang dari 10 mikron akan mengendap mulai di rongga hidung sampai ke bagian-bagian yang lebih dalam di wilayah torakal (Camner dan Mossberg, 1993).

E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi ISPA akibat PM_{10}

1. Karakteristik Individu

a. Umur

Faal paru akan meningkat dengan bertambahnya umur, nilai faal paru mulai dari masa kanak – kanak terus meningkat sampai mencapai titik optimal pada usia 22 – 30 tahun.

Sesudah itu terjadi penurunan, setelah mencapai titik pada usia dewasa muda, difusi paru, ventilasi paru, ambilan O₂ dan semua parameter paru akan menurun sesuai dengan perubahan usia.

b. Jenis kelamin

Sesudah usia pubertas anak laki – laki menunjukkan kapasitas faal paru yang lebih besar dari pada perempuan

c. Status gizi

Status gizi adalah suatu ukuran mengenai kondisi tubuh seseorang yang dapat dilihat dari makanan yang dikonsumsi dan penggunaan zat-zat gizi di dalam tubuh. Status gizi dibagi menjadi tiga kategori, yaitu status gizi kurang, gizi normal, dan gizi lebih (Almatsier, 2002).

Status gizi buruk akan menyebabkan daya tahan seseorang menurun, sehingga seseorang mudah terkena infeksi oleh mikroba. Berkaitan dengan infeksi saluran pernapasan, apabila terjadi secara berulang dan disertai batuk berdahak, akan menyebabkan terjadinya bronkhitis kronis.

Salah satu penilaian status gizi seseorang yaitu dengan menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT). Hasil penelitian tentang kegemukan dan angka kematian, dijelaskan bahwa kegemukan dapat mengurangi umur seseorang. Bahkan orang gemuk yang tidak merokok berarti hidupnya lebih sehat, memiliki risiko kematian dini yang lebih tinggi dibanding orang yang lebih kurus. Untuk memantau berat badan dapat digunakan IMT,

dengan IMT akan diketahui apakah berat badan seseorang dinyatakan normal, kurus atau gemuk. Penggunaan IMT hanya untuk orang dewasa berumur lebih dari 18 tahun dan tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil dan olahragawan. Untuk mengetahui nilai IMT dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m}^2\text{)}}$$

Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO atau WHO, yang membedakan batas ambang untuk laki - laki dan perempuan. Disebutkan bahwa batas ambang normal untuk laki-laki adalah 20,1 - 25,0 dan untuk perempuan adalah 18,7 - 23,8. Untuk kepentingan Indonesia batas ambang dimodifikasi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Pada akhirnya diambil kesimpulan batas ambang IMT untuk Indonesia adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2. Batas Ambang Indeks Massa Tubuh (IMT)

Kategori	Keterangan	IMT
Kurus	Kekurangan Berat Badan Tingkat Berat	< 17,0
	Kekurangan Berat Badan Tingkat Ringan	17,0 – 18,4
Normal	-	18,5 – 25,0
Gemuk	Kelebihan Berat Badan Tingkat Ringan	25,0 – 27,0
	Kelebihan Berat Badan Tingkat Berat	> 27,0

Sumber : WHO / FAO 2003.

2. Kondisi Lingkungan Rumah

a. Ventilasi Silang

Ventilasi silang atau cross ventilation adalah dua bukaan berupa jendela atau pintu yang letaknya saling berhadapan di dalam satu ruangan. Ventilasi ini bekerja dengan memanfaatkan perbedaan zona bertekanan tinggi dan rendah yang tercipta oleh udara. Perbedaan tekanan pada kedua sisi bangunan akan menarik udara segar memasuki bangunan dari satu sisi dan mendorong udara pengap keluar ruangan dari sisi lain.

Ventilasi silang memungkinkan udara mengalir dari dalam ke luar dan sebaliknya, tanpa harus mengendap terlebih dahulu, di dalam ruangan. Udara yang masuk dari satu jendela, akan langsung dialirkan keluar oleh jendela yang ada di hadapannya, dan berganti dengan udara baru, begitu seterusnya. Dengan begitu, tanpa AC pun ruangan tetap terasa sejuk.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah ukuran jendela atau bukaan, yang harus seimbang dengan ukuran ruangan. Ruangan berukuran besar sudah tentu membutuhkan bukaan yang besar pula. Tak hanya membuat aliran udara membaik, bukaan besar juga memasukkan banyak cahaya matahari. Ruangan pun menjadi sehat dan terang, tanpa perlu menyalakan lampu di siang hari.

Ukuran bukaan untuk ventilasi silang yang ideal bergantung pada luas ruangan. Menurut arsitek Tiffa Nur Latiffa,

Standar Nasional Indonesia mensyaratkan luas bukaan termasuk fungsi untuk memasukkan cahaya, adalah minimal 20 persen dari luas lantai ruangan dan khusus untuk lubang ventilasi di rumah tinggal seperti jendela, disyaratkan minimal 5 persen dari luas ruangan.

Sementara untuk bangunan kantor, pabrik, dan sebagainya adalah 10 persen dari luas ruangan. Idealnya setiap ruangan di dalam rumah harus mengaplikasikan ventilasi silang agar selalu bersentuhan langsung dengan udara luar.

Sementara menurut arsitek Wijoyo Hendromartono, ventilasi silang sebaiknya dibuat bersilangan atas bawah atau menyerong kiri kanan. Untuk persilangan atas bawah, sebaiknya lubang keluar udara berada di bagian atas karena udara panas bersifat lebih ringan. Aliran angin juga dipengaruhi oleh hambatan yang berada di bagian tengah ruangan. Misalnya, semakin besar furnitur yang berdiri di antara ventilasi silang, maka semakin berkurang pula energi kinetik dan kecepatan angin. Dengan demikian, hindari meletakkan benda-benda berukuran besar antara ventilasi silang yang dapat menghambat perputaran udara (Pratiwi, 2013).

b. Kelembaban

Kelembaban rumah yang tinggi dapat mempengaruhi penurunan daya tahan tubuh seseorang dan meningkatkan kerentanan tubuh terhadap penyakit terutama penyakit infeksi.

Kelembaban juga dapat meningkatkan daya tahan hidup bakteri. Menurut Suryanto (2003), kelembaban dianggap baik jika memenuhi 40-70% dan buruk jika kurang dari 40% atau lebih dari 70%. Kelembaban berkaitan erat dengan ventilasi karena sirkulasi udara yang tidak lancar akan mempengaruhi suhu udara dalam rumah menjadi rendah sehingga kelembaban udaranya tinggi. Sebuah rumah yang memiliki kelembaban udara tinggi memungkinkan adanya tikus, kecoa dan jamur yang semuanya memiliki peran besar dalam patogenesis penyakit pernafasan (Krieger dan Higgins (2002) dalam Oktaviani, 2009).

c. Kepadatan Hunian

Pemanfaatan atau penggunaan rumah perlu sekali diperhatikan. Banyak rumah yang secara teknis memenuhi syarat kesehatan, tetapi apabila penggunaannya tidak sesuai dengan peruntukannya, maka dapat terjadi gangguan kesehatan. Misalnya rumah yang dibangun untuk dihuni oleh empat orang tidak jarang dihuni oleh lebih dari semestinya. Hal ini sering dijumpai, karena biasanya pendapatan keluarga itu berbanding terbalik dengan jumlah anak atau anggota keluarga.

Dengan demikian keluarga yang besar seringkali hanya mampu membeli rumah yang kecil dan sebaliknya. Hal ini sering tidak mendapat perhatian dan terus membangun rumah menjadi sangat sederhana dan sangat kecil bagi yang kurang mampu (Soemirat, 2000).

Mikroba tak dapat bertahan lama di dalam udara. Keberadaannya di udara tak bebas dimungkinkan karena aliran udara tidak terlalu besar. Oleh karena itu, mikroba dapat berada di udara relatif lama. Dengan demikian kemungkinan untuk memasuki tubuh semakin besar. Hal ini dibantu pula oleh taraf kepadatan penghuni ruangan, sehingga penularan penyakit infeksi lewat udara sebagian besar terlaksana lewat udara tak bebas (Soemirat, 2000).

Kepadatan penghuni merupakan luas lantai dalam rumah dibagi dengan jumlah anggota keluarga penghuni tersebut. Berdasarkan Dir. Higiene dan Sanitasi Depkes RI, 1993 maka kepadatan penghuni dikategorikan menjadi memenuhi standar (2 orang per 8 m²) dan kepadatan tinggi yaitu lebih 2 orang per 8 m² dengan ketentuan anak <1 tahun tidak diperhitungkan dan umur 1-10 tahun dihitung setengah (Mukono, 2000).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan, luas ruang tidur minimal 8 meter, dan tidak dianjurkan digunakan lebih dari 2 orang tidur dalam satu ruang tidur, kecuali anak di bawah umur 5 tahun. Penelitian yang dilakukan oleh Victoria pada tahun 1993 menyatakan bahwa makin meningkat jumlah orang per kamar akan meningkatkan kejadian ISPA. Semakin banyak penghuni rumah berkumpul dalam suatu ruangan kemungkinan mendapatkan risiko untuk

terjadinya penularan penyakit akan lebih mudah, khususnya bayi yang relatif rentan terhadap penularan penyakit (Dinkes RI, 2001).

3. Tanaman barrier

Keanekaragaman bentuk pagar yang dibuat masa kini merupakan cermin perkembangan tingkat sosial seiring dengan perkembangan budaya dan teknologi. Umumnya, pagar berfungsi sebagai batas tanah atau halaman. Pada zaman dahulu pagar hanya berupa deretan pohon-pohon mati yang dipancangkan atau pohon-pohon yang sengaja ditanam berderet-deret (masih biasa di jumpai di desa-desa), kini pembuatannya disesuaikan dengan perkembangan gaya arsitektur rumah atau bangunan gedung yang ada. Pagar merupakan bagian terluar dari sebuah bangunan. Bangunan yang banyak menggunakan pagar adalah bangunan rumah atau bangunan hunian lainnya. Oleh sebab itu, ketika seseorang berkunjung maka pagar adalah elemen yang pertama kali dilihat. Selain itu, pagar adalah pangkal view secara keseluruhan sehingga keberadaannya cukup penting. Pagar merupakan elemen penting bagi sebuah rumah baik secara fungsional maupun estetika. Tanaman merupakan salah satu elemen pembentuk pagar, sehingga dapat menjadi alternatif pagar sebuah bangunan.

Disamping itu tanaman memiliki fungsi yang beragam seperti menambah keindahan sebuah bangunan, juga sebagai penahan

atau penghalang terhadap debu, polusi dan radiasi sinar matahari. Pagar tanaman atau pagar hidup juga memiliki keunikan tersendiri, yaitu mempercantik taman depan rumah.

Selain berfungsi sebagai pembatas kavling atau kepemilikan, ada beberapa fungsi dan manfaat lain dari penggunaan pagar tanaman. Hal yang paling fungsional adalah sebagai filter atau penyaring suara, debu, bahkan bau (barrier). Pada saat hujan, tanah dan akar tanaman pun dapat berfungsi sebagai penahan air yang dapat disimpan sebagai cadangan air. Sebagai filter suara, pagar hidup yang cukup rimbun dan tinggi dapat meredam kebisingan dari lalu lalang kendaraan bermotor. Daun – daun tanaman dapat menangkap polutan – polutan di sekitarnya.

Beberapa jenis tanaman seperti cemara dan bambu – bambuan dapat menghalangi debu masuk ke halaman rumah. Sebagai filter bau, biasanya tanaman di letakkan di sekitar bak sampah agar bau tersaring. Hal ini dikarenakan pada siang hari tanaman melakukan fotosintesis yang menyerap karbondioksida (CO_2) dan melepaskan oksigen (O_2) sehingga membuat udara di sekitarnya menjadi segar. Penggunaan jenis tanaman yang dapat mengeluarkan wewangian (aromatik) juga dapat mengatasi bau yang tidak sedap di sekitar rumah.

Menurut penelitian, tanaman jenis perdu yang sering digunakan sebagai pagar hidup dapat menyerap dengan baik gas – gas pencemar udara, seperti gas NO dan CO_2 hasil buangan knalpot

kendaraan bermotor hingga 70% lebih. Penanaman pada bagian depan rumah dengan tanaman pagar (berupa semak setinggi 1,5 m) dan tanaman rambat juga mampu mencegah masuknya debu ke dalam rumah. Hal ini dikarenakan perpaduan kedua jenis tanaman tersebut mampu menyaring debu dari luar sebanyak 10 – 50%, tergantung pada arah, kecepatan angin lokal, suhu, dan kelembaban udara (Werdiningsih, 2007).

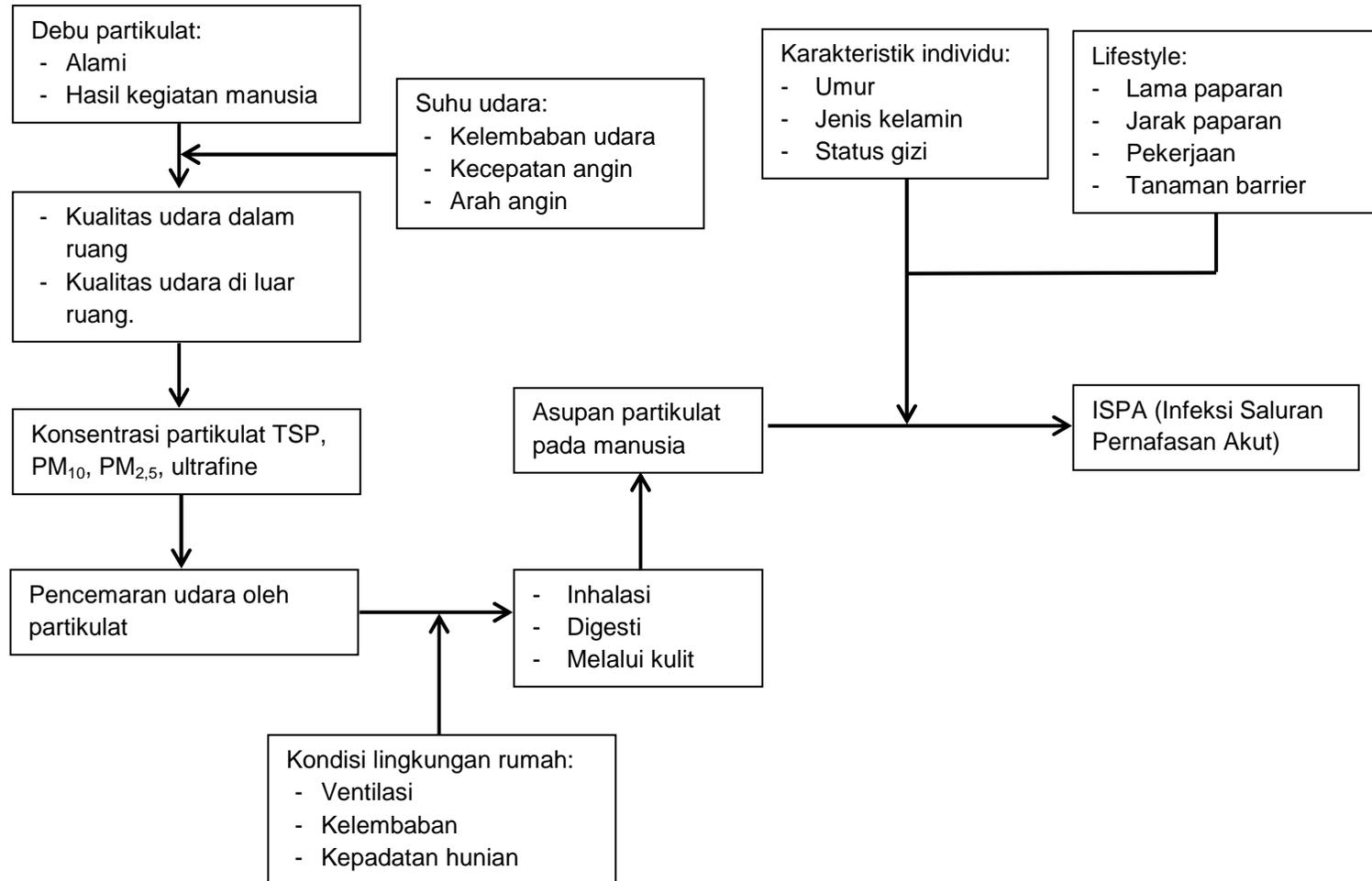
F. Hubungan PM₁₀ dengan Kejadian ISPA

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fanji Avrianto (2010), umur 21 – 30 tahun merupakan kelompok umur dengan persentase tertinggi mengalami keluhan gangguan pernapasan. Hal ini menunjukkan bahwa umur adalah salah satu faktor yang mempengaruhi timbulnya gangguan pernapasan akibat pencemaran udara oleh PM₁₀. Sedangkan untuk faktor jenis kelamin, dalam penelitian ini menunjukkan tingginya responden yang terjadi keluhan gangguan pernafasan adalah responden yang berjenis kelamin laki-laki, yaitu 13 responden (25,5%) dibandingkan perempuan, 11 responden (22,4%) dikarenakan tingkat keterpaparan *Particulate Matter* ₁₀ (PM₁₀) responden yang berjenis kelamin laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan.

Hubungan PM₁₀ dengan kejadian ISPA dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Luciana dkk dengan hasil yang menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi PM₁₀ sebesar 70,60 µg/m³

mengakibatkan ISPA pada pekerja industri mebel. Variabel lain yang juga diteliti dalam penelitian ini adalah masa kerja. Pekerja yang bekerja ≥ 10 tahun lebih berisiko terkena ISPA dibandingkan dengan pekerja yang bekerja <10 tahun. Masa kerja dapat meningkatkan lamanya pekerja terpajan dengan PM_{10} . Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata waktu kerja selama 9–0 jam/hari selama 7 hari dalam satu minggu. Lamanya bekerja umumnya 6–8 jam/hari dan 40 jam dalam satu minggu atau 5–6 hari dalam satu minggu.

G. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian lapangan yang bersifat observasional dan dilihat dari waktu pelaksanaannya merupakan penelitian *cross sectional*, serta berdasarkan jenis desain termasuk penelitian analitik.

Cross Sectional, yaitu mengukur variabel independen dan dependen secara bersamaan. Data yang dikumpulkan adalah konsentrasi PM₁₀ di pinggir jalan Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran, data gejala ISPA dan variabel-variabel lainnya, yaitu: jarak paparan, lama paparan, kualitas ventilasi rumah dan keberadaan tanaman barrier di sekitar tempat tinggal.

Pendekatan Cross Sectional digunakan dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran asosiasi antara pajanan utama dan variabel independen lain dengan outcome, dan pengambilan data baik variabel dependen maupun independen diambil dalam waktu yang bersamaan. Pemilihan studi Cross Sectional adalah agar variabel-variabel tersebut dapat diukur sekaligus dalam waktu yang sama, sehingga dapat lebih menghemat tenaga, biaya, dan waktu.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April tahun 2013. Lokasi yang akan menjadi tempat penelitian adalah wilayah lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran Samarinda.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penduduk berusia produktif yang tinggal di rumah/warung/toko yang berada 50 meter dari garis pinggir jalan raya di Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran yaitu sebanyak 441 responden.

2. Perhitungan sampel

Sampel yang akan diambil adalah penduduk berusia produktif yang tinggal di rumah/warung/toko yang berada 50 meter dari garis pinggir jalan raya di Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran. Besar sampel yang akan diteliti dapat dihitung dengan menggunakan rumus Khotari dalam Murti (2006):

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{N \cdot Z^2 - \frac{\alpha}{2} \cdot p \cdot q}{d^2(n-1) + Z^2 - \frac{\alpha}{2} \cdot p \cdot q} \\
 &= \frac{441 (1,96)^2 \cdot (0,95) \cdot (0,05)}{0,05^2 \cdot (441 - 1) + (1,96)^2 - (0,95) \cdot (0,05)} \\
 &= \frac{441 \cdot (3,8416) \cdot (0,0475)}{(0,0025) \cdot (440) + (3,8416) - (0,0475)} \\
 &= \frac{80,47}{1,1 + 0,182}
 \end{aligned}$$

$$= 62,77$$

Jadi jumlah sampel minimal adalah sebanyak 63 responden.

Keterangan :

n = Besar sampel

N = Besar populasi

p = Perkiraan proporsi (prevalensi) variabel dependen pada populasi (95%)

q = 1-p

Z $-\alpha/2$ = Statistik Z (Z = 1,96 untuk $\alpha = 0,05$)

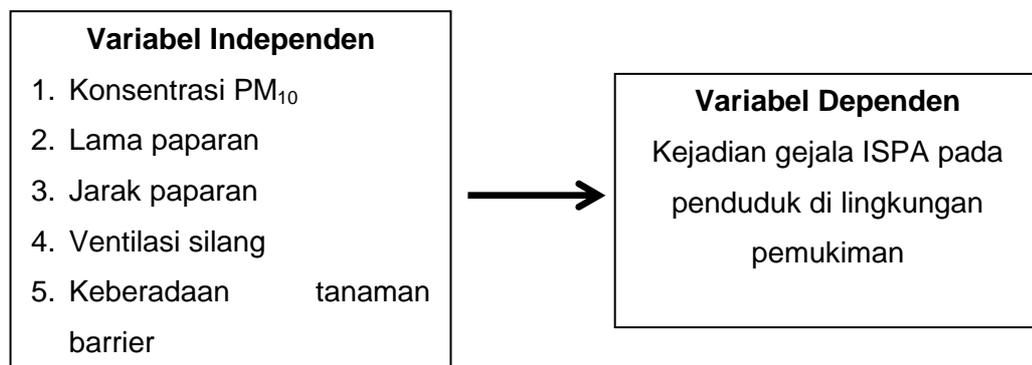
d = Delta presisi absolut atau margin of error yang diinginkan di kedua sisi proporsi ($\pm 5\%$).

3. Teknik Pengambilan sampel

Agar sampel mewakili populasi maka sampel diambil secara acak (random). Teknik random sampling digunakan sebab anggota populasi studi ini bersifat relatif homogen. Teknik penarikan sampelnya adalah dengan menggunakan metode acak sederhana (*simple random sampling*) sebab populasi tidak begitu banyak variasinya dan secara geografis tidak terlalu menyebar. Hakikat pengambilan sampel acak sederhana adalah bahwa setiap anggota atau unit dari populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk diseleksi sebagai sampel.

Cara yang digunakan untuk menentukan sampel yang akan diteliti adalah dengan teknik undian. Setiap anggota populasi diberikan nomor urut dan kemudian diundi sesuai dengan jumlah sampel minimal yang telah ditentukan sebelumnya.

D. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3.1: Kerangka Konsep

E. Hipotesis Penelitian

“Terdapat hubungan antara konsentrasi PM₁₀ dan faktor-faktor yang mempengaruhi pemajanan PM₁₀ terhadap gejala ISPA pada penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.

F. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu:

1. Variabel dependen (terikat) yaitu kejadian gejala ISPA pada penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.
2. Variabel independen (bebas) yaitu konsentrasi PM₁₀ dan faktor-faktor yang mempengaruhi pemajanan PM₁₀ pada penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan

Palaran yaitu lama paparan, jarak paparan, ventilasi silang dan keberadaan tanaman barrier.

G. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Metode Penelitian	Alat yang digunakan	Skala ukur	Kriteria Obyektif
1.	Gejala ISPA pada penduduk di lingkungan pemukiman	Adanya gejala pada saluran nafas yang dialami responden dalam 3 bulan terakhir yaitu terdapatnya satu atau lebih gejala batuk, pilek, demam, berdahak, dan nafas berbunyi. Responden dinyatakan mengalami gejala ISPA bila terdapat gangguan batuk atau pilek bisa disertai dahak	Wawancara	Kuesioner	Nominal	1 = ISPA 2 = tidak ISPA (1 = jika responden menjawab "Ya" sebanyak 3 kali atau lebih 2 = Jika responden menjawab "Ya" kurang dari 3)
Independen						
2.	Konsentrasi PM_{10}	Konsentrasi kelompok partikulat berukuran < 0.01mg dalam satuan mg/m^3 pada saat pengukuran di lokasi pengukuran	Pengukuran	<i>PM10 Dust Fall</i>	Rasio	mg/m^3

No	Variabel	Definisi Operasional	Metode Penelitian	Alat yang digunakan	Skala ukur	Kriteria Obyektif
3.	Lama paparan	Lama tinggal responden di lingkungan pemukiman	Wawancara	Kuesioner	Rasio	Tahun
4.	Jarak paparan	Jarak rumah/ tempat tinggal dengan garis pinggir jalan raya yang menjadi sumber PM ₁₀	Observasi dan pengukuran	Lembar observasi dan meteran	Rasio	meter
5.	Ventilasi silang	Dua bukaan berupa jendela atau pintu yang letaknya saling berhadapan di dalam satu ruangan yang memungkinkan udara mengalir dari dalam ke luar dan sebaliknya. Luas ventilasi sebaiknya sesuai dengan luas ruangan.	Observasi	Lembar Observasi	Nominal	1= Ada 2= Tidak ada (1= Jika luas ventilasi lebih dari 10% dari luas rumah, saling berhadapan & terbuka 2= Jika luas ventilasi kurang dari 10% dari luas rumah & tidak berhadapan
5.	Keberadaan tanaman barrier	Ada tidaknya tanaman pagar yang berupa tumbuhan semak dengan ketinggian minimal 1,5 meter dan dapat menghalang debu dari masuk ke dalam rumah.	Observasi	Lembar observasi	Nominal	1= Ada 2= Tidak ada

H. Metode Pengukuran

1. Penentuan Titik Sampling

- a. Titik pemantauan kualitas udara ambien ditetapkan dengan mempertimbangkan :
 - 1) faktor meteorologi (arah dan kecepatan angin),
 - 2) faktor geografi seperti topografi
- b. Kriteria berikut ini dapat dipakai dalam penentuan suatu lokasi pemantauan kualitas udara ambien:
 - 1) Area dengan konsentrasi pencemar tinggi. Daerah yang didahulukan untuk dipantau hendaknya daerah-daerah dengan konsentrasi pencemar yang tinggi. Satu atau lebih stasiun pemantau mungkin dibutuhkan di sekitar daerah yang emisinya besar.
 - 2) Area dengan kepadatan penduduk tinggi. Daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, terutama ketika terjadi pencemaran yang berat.
 - 3) Di daerah sekitar lokasi penelitian yang diperuntukkan untuk kawasan studi maka stasiun pengambil contoh uji perlu ditempatkan di sekeliling daerah/kawasan.
 - 4) Di daerah proyeksi. Untuk menentukan efek akibat perkembangan mendatang dilingkungannya, stasiun perlu juga ditempatkan di daerah-daerah yang diproyeksikan.

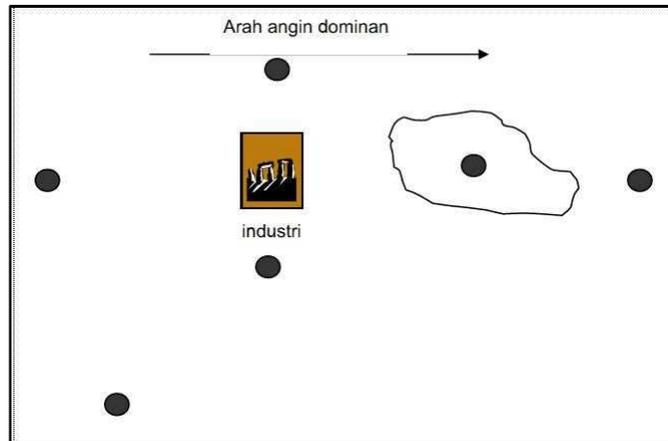
5) Mewakili seluruh wilayah studi. Informasi kualitas udara di seluruh wilayah studi harus diperoleh agar kualitas udara diseluruh wilayah dapat dipantau (dievaluasi).

c. Persyaratan pemilihan lokasi pengambilan contoh uji

Beberapa petunjuk yang dapat digunakan dalam pemilihan titik pengambilan contoh uji adalah:

- 1) Hindari tempat yang dapat merubah konsentrasi akibat adanya absorpsi, atau adsorpsi (seperti dekat dengan gedung-gedung atau pohon-pohonan).
- 2) Hindari tempat dimana pengganggu kimia terhadap bahan pencemar yang akan diukur dapat terjadi: emisi dari kendaraan bermotor yang dapat mengotori pada saat mengukur ozon, amoniak dari pabrik refrigerant yang dapat mengotori pada saat mengukur gas-gas asam
- 3) Hindari tempat dimana pengganggu fisika dapat menghasilkan suatu hasil yang mengganggu pada saat mengukur debu (partikulat matter) tidak boleh dekat dengan incinerator baik domestik maupun komersial, gangguan listrik terhadap peralatan pengambil contoh uji dari jaringan listrik tegangan tinggi
- 4) Letakkan peralatan di daerah dengan gedung/bangunan yang rendah dan saling berjauhan.

- 5) Apabila pemantauan bersifat kontinu, maka pemilihan lokasi harus mempertimbangkan perubahan kondisi peruntukan pada masa datang.



Gambar 3.2: Skema penetapan lokasi pemantauan kualitas udara ambien

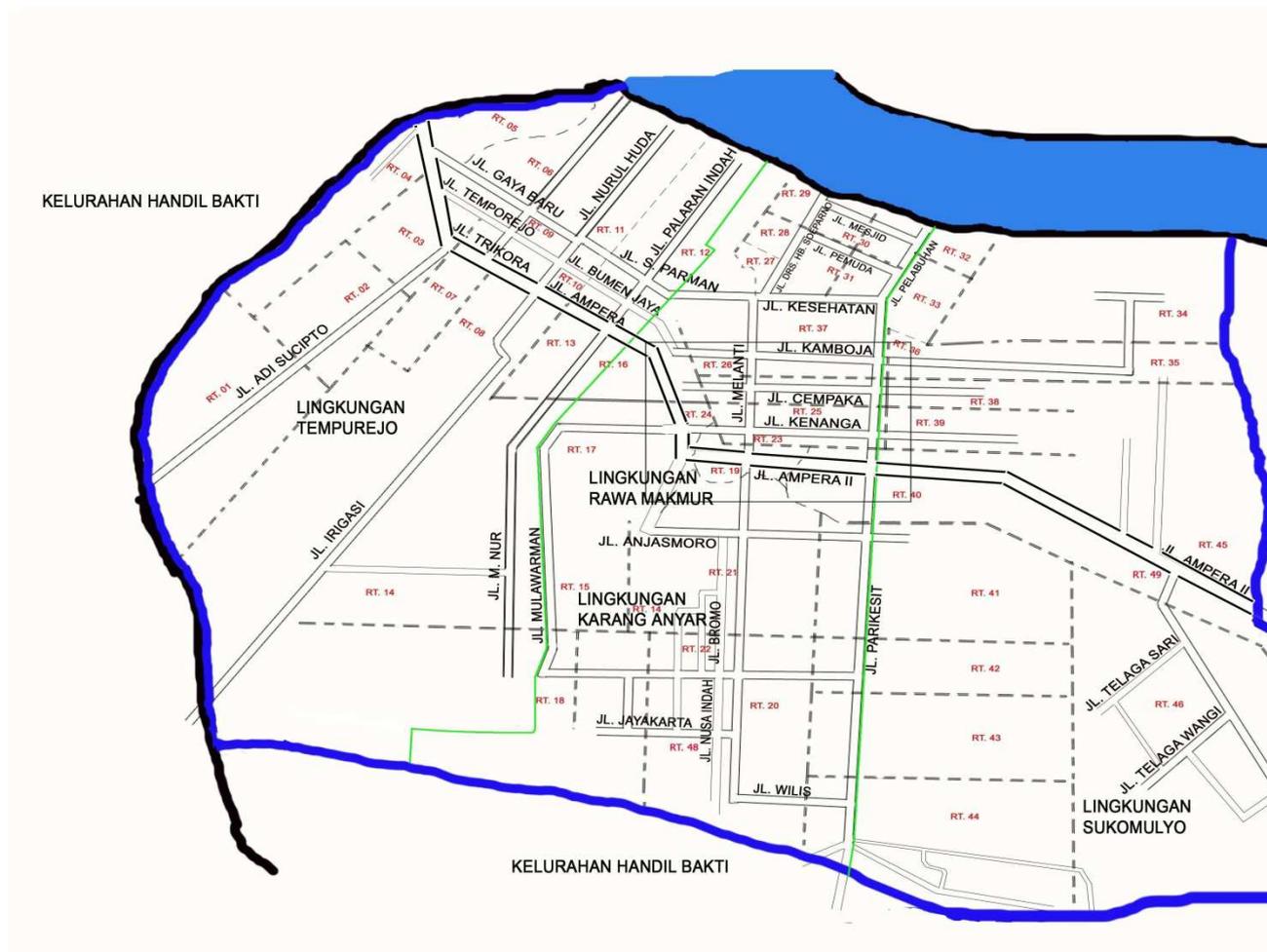
CATATAN: Pada arah angin dominan, lokasi pemantauan kualitas udara ambien minimum dua lokasi dengan mengutamakan daerah pemukiman atau tempat-tempat spesifik. Sedangkan pada arah angin lainnya minimum satu titik dengan kriteria penetapan lokasi seperti pada gambar 3.2. Data arah angin dapat merupakan data sekunder dari stasiun meteorologis terdekat atau data pengukuran langsung di lapangan. Sedangkan jarak lokasi pemantauan dari industri ditentukan berdasarkan hasil model simulasi, pengamatan lapangan, pengukuran sesaat dan membuat isoplethnya.

d. Persyaratan penempatan peralatan pengambil contoh uji

Peralatan pengambil contoh uji ditempatkan dengan persyaratan sebagai berikut:

- 1) Letakkan peralatan pengambil contoh uji pada daerah yang aman.
- 2) Penempatan pengambil contoh uji di atap bangunan dapat lebih baik untuk daerah dengan kepadatan penduduk/bangunan menengah sampai tinggi.
- 3) Letakkan di atap bangunan yang bersih dan tidak terpengaruh oleh emisi gas buang dari dapur, incinerator atau sumber lokal lainnya (BSN, 2005).

2. Titik Pengambilan Sampel



Gambar 3.3: Denah wilayah pengukuran

3. Cara Kerja

a. Prinsip

Partikel debu berukuran 10 mikron ditangkap dengan filter fiber glass yang sudah ditimbang sebelum dan sesudah pengambilan contoh uji. Kadar PM_{10} merupakan selisih berat awal dan akhir dibagi kecepatan alir kali waktu pengambilan.

b. Peralatan

- 1) timbangan analitik dengan kepekaan minimal 0,1 mg;
- 2) pinset;
- 3) desikator
- 4) PM_{10} ;
- 5) pinset;
- 6) sumber listrik;
- 7) roll kabel;
- 8) meja setinggi kurang lebih 1,5 m;
- 9) kotak bertutup.

c. Bahan

- 1) filter fiber glass khusus PM_{10} ;
- 2) silika gel.

d. Cara Pengambilan dan Pengujian

- 1) Pengujian sebelum pengambilan contoh uji
 - a) filter fiber glass yang akan digunakan untuk mengambil contoh uji debu dimasukkan ke dalam desikator yang sudah diisi silika gel atau pada ruangan

- b) yang mempunyai suhu 15–27°C dan kelembaban 0–50% selama 24 jam;
- c) timbang dengan timbangan analitik, misal berat A gram;
- d) filter siap digunakan untuk pengambilan contoh uji.

2) Cara Pengambilan Contoh Uji

Ambil contoh uji dengan tahapan sebagai berikut:

- a) pasang filter dalam filter holder PM₁₀;
- b) letakkan di lokasi yang sudah ditentukan titik pengambilannya;
- c) hubungkan alat dengan sumber listrik;
- d) atur dan catat kecepatan alir pengambilan contoh uji;
- e) setelah 45 menit, matikan alat;
- f) filter contoh uji siap untuk diuji.

3) Pengujian sesudah pengambilan contoh uji

- a) filter fiber glass yang sudah digunakan untuk mengambil contoh uji dimasukkan ke dalam desikator yang sudah diisi silika gel atau pada ruangan yang mempunyai suhu 15–27°C dan kelembaban 0–50% selama 24 jam;
- b) timbang dengan timbangan analitik, misal berat B gram;

I. Teknik Analisis Data

1. Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran konsentrasi PM₁₀ dan hasil wawancara dengan menggunakan

kuesioner terhadap penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.

b. Data Sekunder

1) Dokumen

Dokumen adalah cara memperoleh data dengan mengambil hasil dari dokumentasi yang tersedia (arsip, laporan, dan sebagainya) saat penelitian berlangsung.

2) Kepustakaan

Pengumpulan data melalui buku-buku dan sumber bacaan lainnya sebagai tinjauan pustaka yang memuat tentang beberapa pendapat pakar yang berkaitan dengan penelitian guna mendukung penulisan maupun pembahasan skripsi ini.

2. Teknik Pengolahan Data

Menurut Budiarto (2001), kegiatan dalam proses pengolahan data meliputi *editing*, *coding*, *entry*, dan *tabulating* data.

- a. *Editing*, yaitu memeriksa kelengkapan, kejelasan makna jawaban, konsistensi maupun kesalahan antar jawaban pada kuesioner.
- b. *Coding*, yaitu memberikan kode-kode untuk memudahkan proses pengolahan data.
- c. *Entry*, memasukkan data untuk diolah menggunakan komputer.
- d. *Tabulating*, yaitu mengelompokkan data sesuai variabel yang akan diteliti guna memudahkan analisis data.

3. Teknik Analisa Data

Pemasukan data dan analisa statistik dilakukan secara komputerisasi yaitu dengan menggunakan program perangkat lunak pengolah statistik dengan melakukan analisa:

a. Analisa Univariat

Dilakukan untuk mendeskripsikan setiap variabel penelitian dengan cara membuat tabel distribusi frekuensi tiap variabel dan mencari rata-rata tiap variabel.

b. Analisis Bivariat

Untuk mencari hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel terikat merupakan data numeric dan variabel bebas merupakan data numeric dan kategorik.

Untuk melakukan analisis data numeric dan kategorik, uji yang digunakan adalah uji T. Sedangkan analisis data kategorik dan kategorik menggunakan uji Chi-square.

1) Chi-square/ Kai-Kuadrat (X^2)

Metode X^2 menggunakan data kategorik (nominal-ordinal), data tersebut diperoleh dari hasil menghitung. Uji kai-kuadrat melihat hubungan antara variabel yang terbentuk kategorik dimana antar kelompok independen.

Cara menguji X^2 pertama buatlah hipotesis berbentuk kalimat, tetapkan tingkat signifikansi, hitunglah nilai X^2 , buatlah kaidah keputusan yaitu jika P value $\leq \alpha$ ($X^2_{hitung} \geq$

X^2_{tabel}), maka H_0 ditolak artinya signifikan, carilah X^2_{tabel} dengan menggunakan Tabel X^2 kemudian buatlah perbandingan antara X^2_{hitung} dengan X^2_{tabel} yang terakhir, simpulkan.

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Rumus yang digunakan untuk menghitung X^2 yaitu:

X^2 = Nilai chi-square

f_o = frekuensi yang diobservasi (frekuensi empiris)

f_e = frekuensi yang diharapkan (frekuensi teoritis)

Rumus mencari frekuensi teoritis (f_e)

$$f_e = \frac{(\sum f_k) \times (\sum f_b)}{\sum T}$$

f_e = frekuensi teoritis

$\sum f_k$ = jumlah frekuensi pada kolom

$\sum f_b$ = jumlah frekuensi pada baris

$\sum T$ = jumlah keseluruhan baris atau kolom

2) Uji T

Tujuan Uji t dua mean dua kelompok adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua mean tersebut sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian yang

berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel/kelompok).

Uji beda dua mean tujuannya adalah untuk melihat perbedaan variasi kedua kelompok data. Oleh sebab itu harus diketahui dulu apakah varian kedua kelompok data yang diuji sama atau tidak, untuk mengetahui varian kedua kelompok digunakan Uji F:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$df_1 = n_1 - 1 \text{ dan } df_2 = n_2 - 1$$

Pada uji F, varian yang lebih besar berfungsi sebagai pembilang dan varian yang lebih kecil berfungsi sebagai penyebut.

$$t_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

Keterangan:

X_1 = Rata-rata sampel 1

X_2 = Rata-rata sampel 2

S_1 = Standar deviasi kelompok 1

S_2 = Standar deviasi kelompok 2

S_p = Standar deviasi pool (gabungan standar deviasi kelompok 1 dan kelompok 2)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kelurahan Rawa Makmur terletak di Kecamatan Palaran dengan luas wilayah yaitu 20 km² dan jumlah penduduk sebanyak 16.766 orang. Kelurahan Rawa Makmur merupakan kelurahan yang paling dekat dengan sarana kesehatan yang terdapat di Kecamatan Palaran karena Puskesmas Palaran yang merupakan satu-satunya sarana kesehatan terletak di Kelurahan Rawa Makmur. Selain sarana kesehatan, kantor Kecamatan Palaran juga terletak di Kelurahan Rawa Makmur.

Kelurahan Rawa Makmur mempunyai jalan raya yang sering kali dilewatinya oleh mobil angkutan peti kemas karena jalan tersebut merupakan satu-satunya akses untuk menuju pelabuhan peti kemas yang terdapat di wilayah Kelurahan Bantuas yang masih termasuk dalam Kecamatan Palaran.

Jalan raya tersebut terdiri dari Jalan Trikora, Jalan Ampera dan Jalan Ampera II. Sepanjang jalan ini padat oleh bangunan baik itu warung/toko/ tempat usaha maupun rumah tinggal. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan, sebagian besar bangunan di pinggir jalan ini adalah warung/ toko/ tempat usaha khususnya di Jalan Trikora dan Jalan Ampera II.

Jalan raya ini awalnya hanya selebar 6 meter, namun sejak 2 tahun yang lalu telah dilakukan pelebaran jalan sehingga menjadi 2 kali lipat dari lebar jalan sebelumnya. Proses pelebaran jalan ini masih dalam proses sampai pada saat penelitian dilakukan sehingga menimbulkan debu yang sangat mengganggu.

2. Karakteristik Lokasi Pengukuran

Lokasi pengukuran ditetapkan sebanyak 3 titik dimana titik yang diambil adalah di pinggir jalan raya sehingga dapat dilihat banyak kendaraan yang lewat di lokasi pengukuran. Hal ini disebabkan oleh pengukuran yang dilakukan pada dimana aktivitas jalan raya tinggi. Kendaraan yang lewat terdiri dari kendaraan peti kemas, truk, mobil pribadi dan motor.

Pada saat pengukuran, cuaca cerah namun pada malam sebelumnya hujan pada lokasi pengukuran sehingga kadar debu yang terlihat tidak sebanyak pada saat tidak hujan. Suhu pada saat pengukuran berkisar antara 36-39°C dan kelembaban lokasi berkisar antara 71-78%. Sedangkan untuk kecepatan angin adalah 30,6 m/h dan laju alir adalah 5 mm/s.

3. Karakteristik Responden

a. Distribusi Umur Responden di Kelurahan Rawa Makmur

Pada umumnya, responden di Kelurahan Rawa Makmur berumur antara 17 sampai dengan 66 tahun. Rata-rata umur pekerja adalah 34.83 tahun dengan standar deviasi 10.9 tahun. Dari hasil seimasi interval dapat disimpulkan bahwa 95%

diyakini rata-rata umur responden adalah antara 37.58 sampai dengan 37.43 tahun (Tabel 4.1)

Tabel 4.1 Distribusi Umur Responden di Kelurahan Rawa Makmur

Variabel	Mean Median	S.D	Min - Max (Tahun)	95%CI
Umur Responden	34.83 35.00	10.9	17 - 66	37.58 32.07

Sumber: Data Primer Tahun 2013

- b. Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin di Kelurahan Rawa Makmur

Tabel di bawah ini merupakan distribusi responden berdasarkan jenis kelamin di Kelurahan Rawa Makmur.

Tabel 4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase (%)
1	Laki-laki	30	47.6
2	Perempuan	33	52.4
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa responden yang paling banyak adalah perempuan yaitu sebanyak 52.4% dan selebihnya yaitu sebanyak 47.6% adalah laki-laki.

c. Distribusi Responden Berdasarkan Pendidikan Terakhir di Kelurahan Rawa Makmur

Tabel di bawah ini merupakan distribusi responden berdasarkan pendidikan terakhir di Kelurahan Rawa Makmur.

Tabel 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Pendidikan Terakhir di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Pendidikan terakhir	Frekuensi	Persentase (%)
1	Tidak tamat SD	2	3.2
2	SD	11	17.5
3	SMP	25	39.7
4	SMA	20	31.7
5	Perguruan tinggi	5	7.9
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang tidak tamat SD merupakan responden yang paling sedikit dengan jumlah 2 orang. Sedangkan responden dengan pendidikan terakhir sampai SD terdapat 11 orang. Untuk jenjang SMP, terdapat 25 orang dan SMA sebanyak 20 orang. Responden yang sampai perguruan tinggi adalah sebanyak 5 orang.

4. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian. Bentuk analisis univariat tergantung dari jenis datanya. Untuk data numerik digunakan nilai mean atau rata, median dan standar deviasi. Pada

umumnya dalam analisis ini hanya menghasilkan distribusi frekuensi dan persentasi dari tiap variabel (Notoatmodjo, 2010).

Analisis univariat dalam penelitian ini adalah konsentrasi PM_{10} di Kelurahan Rawa Makmur, gejala ISPA pada responden, lama paparan, jarak paparan, ventilasi silang dan tanaman barrier. Khusus untuk variabel lama dan jarak paparan, data yang diambil merupakan data numerik sedangkan variabel yang lain merupakan data kategorik.

a. Gejala ISPA

Tabel di bawah merupakan distribusi responden berdasarkan gejala ISPA.

Tabel 4.4 Distribusi Responden Berdasarkan Gejala ISPA Pada Penduduk di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Gejala ISPA	Frekuensi	Persentase (%)
1	Ya	44	69.8
2	Tidak	19	30.2
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan tabel tersebut, sebanyak 44 responden memiliki gejala ISPA dan sebanyak 19 responden yang tidak memiliki gejala ISPA

b. Konsentrasi *Particulate Matter 10* (PM_{10})

Hasil pengukuran konsentrasi PM_{10} di Kelurahan Rawa Makmur yang dilakukan di 3 titik adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran PM₁₀ di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Titik Pengukuran	Konsentrasi (mg/m ³)	RH (%)	Suhu (C ^o)	Ket
1.	Titik 1	0.3498	72	38	Kec.Angin= 30.6 mm/s Flow=5 mm/s NBM=0.15 mg/m ³
2.	Titik 2	10.5	78	36	
3.	Titik 3	0.3531	71	39	

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa konsentrasi PM₁₀ pada semua titik penelitian telah melebihi nilai baku mutu konsentrasi PM₁₀ di lingkungan pemukiman dan konsentrasi PM₁₀ tertinggi pada titik 2 dimana lokasi titik adalah di Jalan Ampera II yaitu di depan Kantor Kelurahan Rawa Makmur.

Distribusi responden berdasarkan konsentrasi PM₁₀ pada setiap titik pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Distribusi Responden Berdasarkan Konsentrasi PM₁₀ pada Setiap Titik Pengukuran di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Konsentrasi PM ₁₀ (mg/m ³)	Frekuensi	Persentase (%)
1	0.3498	15	23.8
2	10.5	26	41.3
3	0.3531	22	34.9
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan tabel di atas, frekuensi responden paling banyak adalah pada lokasi pengukuran dengan konsentrasi PM₁₀ paling tinggi yaitu sebanyak 26 responden.

c. Jarak Paparan

Tabel di bawah ini merupakan distribusi responden berdasarkan jarak rumah dengan jalan raya.

Tabel 4.7 Distribusi Jarak Rumah Responden dengan Jalan Raya di Kelurahan Rawa Makmur

Variabel	Mean Median	S.D	Min - Max (meter)	95%CI
Jarak Rumah dengan Jalan Raya	5.13 5.00	3.072	1 – 15	5.90 4.35

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan analisis data tersebut, diperoleh rata-rata sebesar 5.13 meter dan median 5.00 meter dengan standar deviasi 3.072 meter. Jarak terdekat adalah 1 meter dan jarak terjauh adalah 15 meter. Data ini terdistribusi tidak normal. Dari estimasi interval disimpulkan bahwa 95% diyakini bahwa rata-rata jarak rumah responden dengan jalan raya adalah antara 4.35 meter sampai dengan 5.90 meter.

d. Lama Paparan

Tabel berikut merupakan distribusi responden berdasarkan lama paparan di lokasi penelitian.

Tabel 4.8 Distribusi Responden Berdasarkan Lama Paparan di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Lama Paparan	Frekuensi	Persentase (%)
1	< 10 tahun	17	27.0
2	10 – 29 tahun	36	57.1
3	30 – 49 tahun	9	14.3
4	≥ 50 tahun	1	1.6
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan analisis dari data tersebut, diperoleh bahwa responden maksimal pada lama paparan 10 – 29 tahun yaitu sebanyak 36 responden dan responden yang lama paparannya ≥ 50 tahun hanya terdapat 1 orang.

e. Ventilasi Silang

Tabel tersebut merupakan distribusi responden berdasarkan ada atau tidaknya ventilasi silang di rumah responden.

Tabel 4.9 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Ventilasi Silang di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Ventilasi Silang	Frekuensi	Persentase (%)
1	Ya	16	25.4
2	Tidak	47	74.6
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Tabel tersebut menunjukkan sebanyak 14 responden yang memiliki ventilasi silang dan sebanyak 49 responden yang tidak memiliki ventilasi silang.

Tabel di bawah merupakan distribusi responden berdasarkan kepemilikan barrier pada ventilasi yang juga dapat mempengaruhi keluar masuknya debu di dalam rumah.

Tabel 4.10 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Barrier Pada Ventilasi di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Barrier ventilasi	Frekuensi	Persentase (%)
1	Ya	7	11.1
2	Tidak	56	88.9
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan data tersebut, hanya terdapat 7 responden yang memiliki barrier pada ventilasi dan sebanyak 56 responden tidak memiliki barrier ventilasi.

f. Tanaman Barrier

Tabel berikut menunjukkan distribusi responden berdasarkan ada tidaknya tanaman barrier di lingkungan sekitar rumah yang dapat menghalang debu dari masuk ke dalam rumah.

Tabel 4.11 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Tanaman Barrier di Kelurahan Rawa Makmur

No.	Tanaman Barrier	Frekuensi	Persentase (%)
1	Ada	9	14.3
2	Tidak ada	54	85.7
Total		63	100.0

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan tabel, dapat dilihat jumlah responden yang memiliki tanaman barrier hanya 9 sedangkan responden yang tidak memiliki tanaman barrier adalah sebanyak 54.

5. Analisis Bivariat

Analisis bivariat yang dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan atau berkorelasi yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Analisis ini adalah untuk mencari hubungan antara jarak paparan, lama paparan, ventilasi silang dan tanaman barrier terhadap ISPA.

- a. Hasil Uji T-Independen Rata-rata Konsentrasi PM_{10} Antara Responden Yang Memiliki Gejala ISPA dengan Yang Tidak Memiliki Gejala ISPA

Tabel 4.12 Hasil Uji T-Independent Rata-rata Konsentrasi PM_{10} antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA.

Gejala ISPA	Mean	SD	SE	P value	n
Ya	2.09	0.772	0.116	0.752	44
Tidak	2.16	0.765	0.175		19

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan hasil uji T-Independen diperoleh bahwa rata-rata konsentrasi PM_{10} di lingkungan tempat tinggal responden yang memiliki gejala ISPA adalah 2.09 mg/m^3 dengan standar deviasi 0.772 mg/m^3 , sedangkan untuk responden yang tidak memiliki gejala ISPA konsentrasi PM_{10} di lingkungan tempat tinggalnya adalah 2.16 mg/m^3 dengan standar deviasi 0.765 mg/m^3 . Hasil uji statistik diperoleh p value = 0.752, yang berarti pada $\alpha=5\%$ terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata

konsentrasi PM_{10} di lingkungan tempat tinggal antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan responden yang tidak memiliki gejala ISPA.

- b. Hasil Uji T - Independen Rata-rata Jarak Paparan (Jarak Rumah Responden dengan Jalan Raya) antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA.

Tabel tersebut merupakan hasil analisis antara dua variabel yaitu jarak paparan dan gejala ISPA.

Tabel 4.13 Hasil Uji T-Independent Rata-rata Jarak Paparan (Jarak Rumah Responden dengan Jalan Raya) antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA.

Gejala ISPA	Mean	SD	SE	P value	n
Ya	5.39	3.029	0.547	0.312	44
Tidak	4.53	3.169	0.727		19

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa rata-rata jarak paparan responden yang memiliki gejala ISPA adalah 5.39 meter dengan standar deviasi 3.029 meter, sedangkan untuk responden yang tidak memiliki gejala ISPA jarak paparannya adalah 4.53 meter dengan standar deviasi 3.169 meter. Hasil uji statistik diperoleh p value = 0.312, yang berarti pada $\alpha=5\%$ terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata jarak paparan antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan responden yang tidak memiliki gejala ISPA.

- c. Hasil Uji Beda Mann Whitney Rata-rata Lama Paparan Antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA

Tabel tersebut merupakan hasil analisis antara variabel lama paparan dan gejala ISPA.

Tabel 4.14 Hasil Uji Beda Mann Whitney Rata-rata Lama Paparan Antara Responden yang Memiliki Gejala ISPA dengan yang Tidak Memiliki Gejala ISPA

Gejala ISPA	n	Mean rank	P value
Ya	44	28.23	0.013
Tidak	19	40.74	

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa mean rank responden yang memiliki gejala ISPA adalah 28.23 sedangkan untuk responden yang memiliki gejala ISPA mean ranknya 40.74. Hasil uji statistik didapatkan p value= 0.013 yang berarti pada $\alpha=5\%$ terlihat ada perbedaan yang signifikan lama paparan antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan responden yang tidak memiliki gejala ISPA.

- d. Hasil Uji Chi-square Antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Ventilasi Silang di Kelurahan Rawa Makmur

Tabel di bawah merupakan distribusi responden menurut gejala ISPA dan kepemilikan ventilasi silang.

Tabel 4.15 Hasil Uji Chi-square Antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Ventilasi Silang di Kelurahan Rawa Makmur

No	Ventilasi silang	Gejala ISPA						OR (95% CI)	P value
		Ya		Tidak		n	%		
		n	%	n	%				
1.	Tidak	34	69.4	15	30.6	49	100	0.907 (0.245-3.357)	1.000
2.	Ya	10	71.4	4	28.6	14	100		
Total		44	69.8	19	30.2	63	100		

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Dari hasil analisis hubungan antara kepemilikan ventilasi silang dengan gejala ISPA diperoleh bahwa terdapat sebanyak 34 responden yang tidak memiliki ventilasi silang mengalami gejala ISPA, sedangkan diantara responden yang memiliki ventilasi silang, terdapat 10 responden yang mengalami gejala ISPA. Hasil uji statistik diperoleh p value = 1.000 maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan proporsi gejala ISPA diantara responden yang memiliki ventilasi silang dengan responden yang tidak memiliki ventilasi silang.

Tabel 4.16 Hasil Uji Chi-square Antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Barrier pada Ventilasi di Kelurahan Rawa Makmur

No	Barrier ventilasi	Gejala ISPA						OR (95% CI)	P value
		Ya		Tidak		n	%		
		n	%	n	%				
1.	Tidak	40	71.4	16	28.6	56	100	1.875 (0.377-9.336)	0.734
2.	Ya	4	57.1	3	28.9	7	100		
Total		44	69.8	19	30.2	63	100		

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa sebanyak 40 responden yang tidak memiliki barrier pada ventilasi rumah mengalami gejala ISPA sedangkan di antara responden yang

memiliki barrier ventilasi, terdapat 4 responden yang mengalami gejala ISPA. Setelah dilakukan uji statistik terhadap kedua variabel tersebut, diperoleh p value = 0.734. Hasil tersebut menunjukkan bahwa p value > dari α (0.05) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan proporsi gejala ISPA di antara responden yang memiliki barrier pada ventilasi dan responden yang tidak memiliki barrier pada ventilasi.

- e. Hasil Uji Chi-square antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Tanaman Barrier di Kelurahan Rawa Makmur

Tabel tersebut merupakan distribusi responden menurut gejala ISPA dan kepemilikan tanaman barrier.

Tabel 4.17 Hasil Uji Chi-square Antara Gejala ISPA dan Kepemilikan Tanaman Barrier di Kelurahan Rawa Makmur

No	Tanaman Barrier	Gejala ISPA						OR (95% CI)	P value
		Ya		Tidak		n	%		
		n	%	n	%				
1.	Tidak ada	37	68.5	17	31.5	54	100	0.622 (0.117- 3.314)	0.867
2.	Ada	7	77.8	2	22.2	9	100		
Total		44	69.8	19	30.2	63	100		

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Dari hasil analisis hubungan antara kepemilikan tanaman barrier dengan gejala ISPA diperoleh bahwa terdapat sebanyak 37 responden yang tidak memiliki tanaman barrier mengalami gejala ISPA, sedangkan diantara responden yang memiliki tanaman barrier terdapat 7 responden yang mengalami gejala ISPA. Hasil uji statistik diperoleh nilai p value = 0,867. Oleh

karena $p \text{ value} > \alpha$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan proporsi gejala ISPA diantara responden yang memiliki tanaman barrier dengan responden yang tidak memiliki tanaman barrier.

B. Pembahasan

1. Konsentrasi PM_{10} dengan Gejala ISPA

Berdasarkan hasil uji statistik dengan menggunakan uji T-Independen antara konsentrasi PM_{10} dengan gejala ISPA diperoleh $p \text{ value} = 0.752$. Angka tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata konsentrasi PM_{10} di lingkungan tempat tinggal responden yang memiliki gejala ISPA dengan responden yang tidak memiliki gejala ISPA.

Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan hasil penelitian menyatakan bahwa kadar PM_{10} rumah yang melebihi $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ menimbulkan gangguan saluran pernafasan pada anak balita (Purwana, 1999), dengan risiko 2.94 kali lebih besar dengan PM_{10} yang kurang dari $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Munziah, 2002). Hal yang sama dijelaskan oleh Wattimena (2004) dalam penelitiannya di Tangerang, yang menyebutkan bahwa balita yang tinggal di rumah dengan kadar PM_{10} besar dr $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berisiko mengalami ISPA 26.04 kali lebih besar dibandingkan dengan yang kurang.

Hasil penelitian Ermawati Rahmah (2003) juga menyebutkan bahwa konsentrasi PM_{10} udara ambien berhubungan dengan

penyakit ISPA di Kelurahan Cakung Barat. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh faktor lingkungan, terutama akibat aktivitas industri serta transportasi. Hasil penelitian yang menyebutkan adanya hubungan yang bermakna antara kadar PM_{10} dengan gangguan saluran pernafasan pada orang dewasa disampaikan oleh Surjanto (2007) pada penelitiannya di sekitar lokasi pengolahan batu di Sukabumi yang menyebutkan responden dengan asupan $PM_{10} > 0.030$ mg/kg/hari mempunyai peluang 1.7 kali lebih besar terkena gangguan saluran nafas dibandingkan responden dengan asupan $PM_{10} < 0.03$ mg/kg/hari. Pengukuran konsentrasi PM_{10} di Kelurahan Rawa Makmur dilakukan pada 3 titik dengan lama pengukuran selama 45 menit pada setiap titik. dengan menggunakan alat *PM10 Dust Fall*. Pengukuran dilakukan pada jam 10.30 sampai dengan 13.30 sesuai dengan jam padatnya aktivitas jalan raya di wilayah tersebut. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan Nilai Baku Mutu lingkungan umum PM_{10} dengan Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999 yaitu sebesar 0.15 mg/m³.

Semakin tinggi konsentrasi partikel debu dalam udara dan semakin lama paparan berlangsung, jumlah partikel yang mengendap di paru-paru juga semakin banyak. Setiap inhalasi partikel/mm³, maka 10% dari jumlah tersebut akan tertimbun di paru-paru. Konsentrasi yang melebihi 5000 partikel/ mm³ sering dihubungkan dengan pneumoconiosis (Mangkunegoro, 2003).

Partikel debu yang berdiameter $> 10 \mu$ yang disebut *coarse particle* merupakan indikator yang baik tentang adanya kelainan saluran pernafasan, karena adanya hubungan yang kuat antara gejala penyakit saluran pernafasan dengan kadar partikel debu di udara (Pope, 2003).

Mekanisme penimbunan debu dalam paru dapat dijelaskan sebagai berikut: debu diinhalasi dalam partikel debu solid, atau suatu campuran dan asap, debu yang berukuran antara $5-10 \mu$ akan ditahan oleh saluran nafas bagian atas, debu yang berukuran $3-5 \mu$ akan ditahan oleh saluran nafas bagian tengah, debu yang berukuran $1-3 \mu$ disebut respirabel, merupakan ukuran yang paling bahaya, karena akan tertahan dan tertimbun mulai dari bronchiolus terminalis sampai hinggap di permukaan alveoli/selaput lendir sehingga menyebabkan fibrosis paru. Sedangkan debu yang berukuran $0,1 - 1 \mu$ melayang di permukaan alveoli (Pudjiastuti, 2002).

Ukuran partikel adalah faktor utama yang menentukan sejauh mana partikel masuk ke dalam saluran pernafasan. Partikel besar biasanya disaring di hidung dan tenggorokan sehingga tidak menimbulkan masalah, akan tetapi partikel dengan ukuran kecil dari $10 \mu\text{m}$, atau PM_{10} dapat mencapai dan mendiami bronchi dan paru-paru sehingga dapat menimbulkan masalah kesehatan. Di dalam paru-paru partikel dapat menimbulkan efek fisik langsung dan atau diabsorpsi ke dalam darah.

Proses pajanan polutan TSP yang ada di udara ke manusia yang ada di pinggir jalan dapat diurut sebagai berikut : sumber polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang lewat di pinggir jalan bercampur dengan udara ambient. Setelah itu bisa masuk ke dalam tubuh manusia yang tinggal di pinggir jalan lewat saluran pernapasan, dan akhirnya bisa mengganggu kesehatan manusia tersebut.

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh bahwa konsentrasi PM_{10} pada 3 titik di lingkungan Kelurahan Rawa Makmur berada di atas nilai baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan suhu serta aktivitas kendaraan/ transportasi yang aktif pada saat pengukuran. Selain itu perbaikan jalan juga merupakan salah satu faktor utama terjadinya peningkatan konsentrasi PM_{10} di wilayah penelitian.

Namun demikian konsentrasi PM_{10} pada waktu penelitian agak berkurang dibandingkan pada waktu observasi pendahuluan karena hujan turun selama beberapa hari sebelum pengukuran namun pengukuran dilakukan pada saat cuaca cerah. Tingginya kadar debu pada saat curah hujan rendah dapat dilihat dengan kasat mata sehingga mengganggu penglihatan dan pernapasan penduduk di sekitar jalan raya.

Hasil penelitian yang tidak sesuai dengan teori yang ada dapat disebabkan oleh kurangnya kualitas data khususnya data untuk variabel gejala ISPA. Terdapat responden tidak bersedia

mengakui adanya gangguan kesehatan yang mereka alami karena beranggapan wawancara yang dilakukan tidak penting sehingga mereka memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan tanpa berpikir panjang. Selain itu, 3 titik pengukuran sampel kurang mewakili konsentrasi PM₁₀ di Kelurahan Rawa Makmur melihat panjangnya jalan raya yang ada. Hal ini disebabkan keterbatasan dana untuk pengukuran sehingga titik yang di ambil hanya 3.

2. Jarak Paparan dengan Gejala ISPA

Berdasarkan hasil analisis, kesimpulan yang diperoleh dari uji T-Independen terhadap variabel jarak paparan dan gejala ISPA adalah tidak ada perbedaan yang signifikan antara jarak rumah dengan jalan raya pada responden yang mengalami gejala ISPA dengan yang tidak mengalami gejala ISPA yang dibuktikan dengan p value = 0.312.

Hal ini pastinya bertolak belakang dengan hasil studi yang dilakukan di California yang menunjukkan bahwa jarak manusia tinggal terhadap jalan raya mempengaruhi kandungan polutan dalam tubuh. Semakin jauh jarak mereka tinggal dari jalan raya, maka semakin kecil konsentrasi polutan dalam tubuh mereka (Palar, 1994).

Hasil ini juga tidak selaras dengan penelitian resiko analisis risiko konsentrasi SO₂ dan PM_{2,5} terhadap penurunan kapasitas fungsi paru penduduk di sekitar Kawasan Industri Makassar yang dilakukan oleh Anwar Daud dan Blego Sedionoto menyatakan

bahwa penurunan fungsi paru pada penduduk yang bermukim dengan radius kurang dari 300 meter dari Kawasan Industri Makassar mempunyai risiko lebih besar dibandingkan dengan yang tinggal lebih dari 300 meter.

Variabel jarak paparan dalam penelitian ini merupakan jarak antara rumah responden dengan garis pinggir jalan raya. Jalan raya rata-rata sangat dekat dengan rumah responden sehingga sangat beresiko terpapar debu khususnya PM_{10} .

Jalan raya utama di Kelurahan Rawa Makmur yang terdiri dari Jalan Trikora, Jalan Ampera dan Jalan Ampera II telah dilakukan pelebaran jalan raya yang awalnya merupakan jalan 2 jalur menjadi jalan 1 jalur. Hal ini menyebabkan terdapat lahan penduduk yang tinggal di pinggir jalan digunakan untuk pelebaran jalan tersebut.

Jarak paparan dalam penelitian ini merupakan variabel numerik sehingga untuk melihat hubungan antara variabel gejala ISPA dengan variabel jarak paparan digunakan uji T- Independen karena data berdistribusi normal.

3. Lama Paparan dengan Gejala ISPA

Hasil analisis variabel lama paparan dengan gejala ISPA menghasilkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan rata-rata lama paparan responden yang mengalami gejala ISPA dengan yang tidak mengalami gejala ISPA dengan nilai p value = 0.013. Sehingga semakin lama responden tinggal di lokasi tercemar maka

semakin beresiko mengalami gangguan kesehatan khususnya pada saluran pernapasan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Khumaida, 2009 yang menunjukkan ada hubungan antara masa kerja pekerja dengan gangguan fungsi paru menggunakan analisis statistik uji chi square sehingga diperoleh p value = 0,002 nilai $X^2 = 6,656$ dan nilai Odd Ratio = 8,571 (95% CI = 0,907-80,993). Hal ini menunjukkan pekerja dengan masa kerja 11-15 tahun mempunyai risiko dapat terjadi gangguan fungsi paru sebesar 8,5 kali dibanding pekerja dengan masa kerja 5-10.

Namun sebaliknya hasil penelitian ini bertentangan dengan hasil dalam penelitian Ekawaty, 2008 dimana hasil uji hubungan lama tinggal penduduk sekitar Pabrik Semen Tonasa untuk ≥ 5 tahun dengan nilai p value=0,376 maka p value $>0,05$ menunjukkan tidak ada hubungan bermakna lama tinggal dan kapasitas paru penduduk yang bermukim sekitar Pabrik Semen Tonasa. Hal ini tidak sesuai dengan teori bahwa besarnya pajanan suatu polutan dipengaruhi lamanya pajanan polutan tersebut demikian juga semakin besar pajanan juga semakin berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru.

Lamanya paparan/kontak merupakan salah satu akibat kerusakan kesehatan yang disebabkan oleh debu (Agusnar, 2008). Selain disebabkan oleh lamanya paparan/kontak dengan polutan, keluhan kesehatan juga dipengaruhi oleh sistem pertahanan tubuh

karena paparan debu yang sama, baik jenis, ukuran, konsentrasi, maupun lamanya pemaparan tidak selalu menunjukkan keluhan kesehatan yang sama. Efek paparan polutan udara terhadap kesehatan manusia sangat beragam tergantung pada jumlah dan lama pemaparan, juga pada status kesehatan orang yang terpapar (Widyastuti, 2005).

Hasil penelitian ini juga sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin lama pekerja terpapar oleh paparan akan semakin memperbesar risiko terjadinya gangguan fungsi paru. Lama kerja mengakibatkan berbedanya intensitas pajanan dan banyaknya debu yang terhirup oleh masing-masing pekerja, sehingga pekerja yang cukup lama terlibat dalam aktivitas pekerjaannya berpotensi menghirup debu lebih banyak jika dibandingkan dengan pekerja yang tidak lama dalam aktivitas pekerjaannya. Sehingga hubungan yang bermakna ini dapat dijelaskan bahwa semakin lama jam kerja berarti paparan debu yang terhirup juga semakin besar (Sintorini, 2002).

Menurut US NCR, 1991, EHC 214, 2000 dalam Sintorini (1998) mendefinisikan pemajanan adalah lama kontak antara seseorang dengan satu atau lebih agen biologi, kimia atau fisika pada waktu dan tempat yang bersamaan. Pada pemajanan terjadi hubungan antara faktor lingkungan dengan efek kesehatan pada individu. Hubungan antar unsur-unsur terkait tersebut terjadi pada waktu dan tempat yang bersamaan, yang menyebabkan zat

pencemar dapat masuk ke dalam tubuh seseorang. Masuknya zat pencemar ke dalam tubuh manusia adalah melalui absorpsi kulit, inhalasi atau ditelan. Penentuan jalur dan pengukuran pajanan merupakan aspek yang tidak mudah dilakukan. Namun keduanya merupakan bagian penting untuk menentukan efek kesehatan akibat pencemaran lingkungan termasuk pencemaran udara.

Menurut Yuli (2005) bahwa lingkungan kerja yang berdebu dengan masa kerja yang lama dapat mempengaruhi penurunan kapasitas fungsi paru. Sesuai juga dengan penelitian Suma'mur (1996) bahwa semakin lama seseorang bekerja dalam lingkungan yang berdebu maka semakin banyak dia telah terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut.

4. Ventilasi Silang dengan Gejala ISPA

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan proporsi gejala ISPA antara responden yang memiliki ventilasi silang dengan responden yang tidak memiliki ventilasi silang dengan nilai p value = 1.000.

Ventilasi silang atau *cross ventilation* adalah dua ventilasi berupa jendela atau pintu yang letaknya saling berhadapan di dalam satu ruangan. Ventilasi ini bekerja dengan memanfaatkan perbedaan zona bertekanan tinggi dan rendah yang tercipta oleh udara. Perbedaan tekanan pada kedua sisi bangunan akan menarik udara segar memasuki bangunan dari satu sisi dan mendorong udara pengap keluar ruangan dari sisi lain.

Ventilasi silang memungkinkan udara mengalir dari dalam ke luar dan sebaliknya, tanpa harus mengendap terlebih dahulu, di dalam ruangan. Udara yang masuk dari satu jendela, akan langsung dialirkan keluar oleh jendela yang ada di hadapannya, dan berganti dengan udara baru, begitu seterusnya. Untuk bangunan kantor, pabrik, dan sebagainya adalah 10 persen dari luas ruangan. Idealnya setiap ruangan di dalam rumah harus mengaplikasikan ventilasi silang agar selalu bersentuhan langsung dengan udara luar.

Kondisi lingkungan yang berdebu seperti pada lokasi penelitian sangat memerlukan ventilasi silang pada rumah atau bangunan terutama apabila pintu yang selalu terbuka sehingga udara yang sebagian besar terdiri dari debu itu masuk ke dalam rumah atau bangunan. Oleh karena itu, dengan adanya ventilasi atau ventilasi lainnya pada sisi yang berlawanan dapat mencegah pengendapan debu di dalam rumah atau bangunan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1077 tahun 2011, rumah harus dilengkapi dengan ventilasi, minimal 20% luas lantai dengan sistem ventilasi silang.

Menurut Sarudji (2010), setiap ruang/kamar memerlukan ventilasi yang cukup untuk menjamin kesegaran penghuninya. Dan udara yang masuk adalah udara yang bersih, tidak tercemar dari asap dapur, pembakaran sampah, atau sumber lain di sekitar pemukiman. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1077

tahun 2011, rumah harus dilengkapi dengan ventilasi, minimal 20% luas lantai dengan sistem ventilasi silang.

5. Tanaman Barrier dengan Gejala ISPA

Tanaman barrier dalam penelitian ini merupakan tanaman yang dapat menyaring debu dari masuk ke dalam rumah. Berdasarkan hasil uji statistik diperoleh p value = 0,575 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan proporsi gejala ISPA diantara responden yang memiliki tanaman barrier dengan responden yang tidak memiliki tanaman barrier. Dengan kata lain, tanaman barrier tidak mempengaruhi kadar debu yang menyebabkan gejala ISPA.

Kesimpulan di atas tidak sesuai dengan sebuah penelitian, yang menyatakan bahwa tanaman jenis perdu yang sering digunakan sebagai pagar hidup dapat menyerap dengan baik gas – gas pencemar udara, seperti gas NO dan CO₂ hasil buangan knalpot kendaraan bermotor hingga 70% lebih. Penanaman pada bagian depan rumah dengan tanaman pagar (berupa semak setinggi 1,5 m) dan tanaman rambat juga mampu mencegah masuknya debu ke dalam rumah. Hal ini dikarenakan perpaduan kedua jenis tanaman tersebut mampu menyaring debu dari luar sebanyak 10 – 50%, tergantung pada arah, kecepatan angin lokal, suhu, dan kelembaban udara (Werdiningsih, 2007).

Penelitian lain yang berhubungan adalah penelitian Suhananto (2013) yang menyatakan bahwa konsentrasi PM₁₀ di

wilayah tanaman lebih rendah dibandingkan dengan wilayah tidak bertanaman yang menunjukkan bahwa tanaman mempunyai peranan yang signifikan untuk menurunkan konsentrasi PM_{10} di udara ambien. Keberadaan tanaman ini memang telah dibuktikan oleh beberapa penelitian dapat mengurangi konsentrasi PM_{10} . Penelitian Pugh (2012) menyebutkan bahwa tanaman pada jalan raya dapat mengurangi konsentrasi PM_{10} hingga 60% pada kondisi tertentu. Penelitian lain yang dilakukan di Sekolah Dasar Willett, terletak di dekat jalan raya Kota Davis, California, menyebutkan sekumpulan tanaman yang berada di dekat jalan raya dapat mengurangi konsentrasi PM_{10} sebesar 120 Kg/tahun atau sekitar $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per detik (Fuller, 2009).

Kesimpulan penelitian yang tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya disebabkan oleh sedikitnya responden yang memiliki tanaman barrier. Hal ini karena proyek pelebaran jalan yang sedang berlangsung menyebabkan sebagian halaman rumah responden digusur sehingga tanaman yang semula menjadi pagar atau barrier tidak lagi kelihatan pada saat penelitian. Sebagian besar halaman rumah responden menjadi korban proyek tersebut namun tidak terjadi pada responden yang agak jauh dari jalan raya. Oleh karena itu masih terdapat beberapa responden yang masih memiliki tanaman barrier di sekitar rumah mereka.

Tingginya konsentrasi debu halus di jalan-jalan di negara berkembang umumnya disebabkan oleh masih digunakannya

kendaraan bermotor dengan bahan bakar bertimbel dan buruknya kualitas jalan-jalan di negara tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Zou, dkk [1997] menunjukkan bahwa debu yang ada di jalan-jalan di kota besar dalam hal ini Jakarta, adalah debu yang sangat halus. Kondisi ini memprihatinkan bagi penghuni bangunan-bangunan sederhana yang berlokasi sangat dekat (di sekitar) jalan raya dengan lalu lintas sangat padat.

Mengurangi konsentrasi pencemar dengan cara mengurangi sumber dan menjauhkan jarak antara sumber dengan penerima merupakan solusi yang sulit diterapkan di negara berkembang seperti Indonesia. Kebutuhan akan transportasi yang semakin tinggi dan keterbatasan lahan menjadi penyebab utamanya. Oleh karenanya yang paling mungkin diterapkan adalah dengan memaksimalkan kondisi bangunan dan penghuninya untuk dapat mengurangi masuknya zat pencemar ke dalam bangunan dan menciptakan kondisi di dalam bangunan yang lebih sehat dan nyaman.

Oleh karena pemakaian ventilasi menjadi persyaratan utama dalam penyediaan ventilasi pada bangunan-bangunan sederhana, maka perlu dicari elemen vertikal bangunan lainnya yang dapat membantu terjadinya sistem bloking yang akan mengurangi penyebaran debu halus tersebut ke dalam bangunan. Salah satu elemen vertical bangunan yang sangat potensial adalah pagar. Bangunan di Indonesia umumnya dilengkapi dengan pagar. Secara

umum diamati bahwa pagar dengan kerapatan 85% (kira-kira sama dengan kerapatan semak/perdu dengan dedaunan yang rapat) mampu mengurangi konsentrasi debu halus di halaman suatu bangunan (Mediastika, 2001).

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi PM_{10} di Kelurahan Rawa Makmur telah melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan yaitu dengan konsentrasi masing-masing titik adalah sebesar 0.3498 mg/m^3 , 10.5 mg/m^3 dan 0.3531 mg/m^3 namun berdasarkan hasil uji statistik diperoleh kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata konsentrasi PM_{10} di lingkungan tempat tinggal antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan yang tidak memiliki gejala ISPA yang ditunjukkan dengan p value = 0.752.
2. Tidak terdapat perbedaan rata-rata jarak paparan antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan yang tidak memiliki gejala ISPA di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran yang dibuktikan melalui uji T Independen dan hasil yang diperoleh adalah p value = 0.312.
3. Terdapat perbedaan rata-rata lama paparan antara responden yang memiliki gejala ISPA dengan yang tidak memiliki gejala ISPA di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran dengan nilai p value = 0.013.

4. Uji Chi-square antara ventilasi silang dan gejala ISPA menghasilkan p value = 1.000 sehingga kesimpulannya adalah tidak ada hubungan antara ventilasi silang dengan gejala ISPA pada penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.
5. Tidak terdapat hubungan antara tanaman barrier dengan gejala ISPA pada penduduk di lingkungan pemukiman Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran merupakan kesimpulan yang ditunjukkan oleh nilai p value = 0.867

B. Saran

1. Perlu dilakukan tindakan untuk mengurangi kadar partikulat yang ada yaitu salah satunya dengan melakukan penyiraman jalan raya seperti yang telah dilakukan namun perlu lebih sering dan kontinu karena cara ini dapat mengurangi partikulat hanya untuk beberapa jam saja.
2. Sebaiknya rumah penduduk yang berhadapan langsung dengan jalan raya perlu memasang barrier pada ventilasi agar kuantitas partikulat yang masuk ke dalam ruangan dapat dikurangi atau dengan menerapkan ventilasi silang sehingga pertukaran udara dapat terjadi dengan lancar.
3. Perlu dilakukan pemantauan terhadap kondisi kesehatan masyarakat secara rutin karena melihat paparan terhadap pencemaran yang selalu terjadi.

4. Masyarakat Kelurahan Rawa Makmur perlu menanam tanaman semak yang dapat mencapai tinggi $> 1,5$ meter di sekitar rumah agar dapat menjadi barrier udara yang masuk ke dalam rumah sekaligus menambah keindahan lingkungan rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusnar, H. 2008. *Analisa Pencemaran dan Pengendalian Lingkungan*. USU Press: Medan.
- Almatsier, Sunita. 2002. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Daud, Anwar dan Sedionoto, Blego. 2010. Analisis Risiko Konsentrasi SO₂ dan PM_{2,5} Terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru Penduduk di Sekitar Kawasan Industri Makassar. (Online) <http://www.lingkungan-tropis.org/analisis-risiko-konsentrasi-so2-danpm2-5-anwar-daud>. Diakses pada tanggal 20 November 2012.
- Departemen Kesehatan RI. 2008. *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Provinsi Jawa Barat Tahun 2007*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia: Jakarta.
- Depkes RI. 2008. *Pedoman Pengendalian Penyakit ISPA*: Jakarta.
- Fanji Avrianto. 2010. *Analisis Kadar Particulate Matter 10 (PM₁₀) Di Udara dan Keluhan Gangguan Pernafasan Pada Masyarakat Kelurahan Lalang Kecamatan Sunggal Medan Tahun 2010*. (Online) <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26530/3.pdf>. Diakses pada tanggal 20 November 2012.
- Fardiaz, Srikandi. 2003. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius: Yogyakarta.
- Halim, D., 2000. *Ilmu Penyakit Paru*. Hipokrates: Jakarta.
- Kelly, Jason. 2005. *Pharmaceutical Industry Cleanroom Monitoring: Viable and Non-viable Detection*. (Online) <http://www.cemag.us/articles.asp?pid-493>. Diakses pada tanggal 20 November 2012.
- Khumaida. 2009. *Analisis Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Mebel Pt Kota Jati Furnindo Desa Suwawal Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara*. Universitas Diponegoro: Semarang (Online) <http://www.eprints.undip.ac.id/25008/>. Di akses pada tanggal 20 November 2012.
- Koren, H. Michael Bisesi. 2003. *Handbook of Environmental Health Volume 1*, Fourth Edition. Lewis Publisher and National Environmental Health Association: USA

- Luciana, Ruth, dkk. 2010. *PM₁₀ Dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut Pada Pekerja Industri Mebel: MAKARA Kesehatan Vol 14*. Balai Besar Laboratorium, Departemen Kesehatan RI: Jakarta.
- Mediastika, C.E. 2001. *Pagar Untuk Mengurangi Intrusi Polusi Debu Halus Ke Dalam Bangunan*. Dimensi Teknik Arsitektur. Universitas Kristen Petra. (Online) <http://puslit.petra.ac.id/journals/architecture/>
- Moore, C. 2007. *Mutu Udara Kota: Makalah Hijau*. (Online) <http://bplhd.jakarta.go.id/dalcem udara.asp?cek=2>. Diakses pada tanggal 30 November 2012.
- Mukono, H. J. 2005. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Airlangga University Pers: Surabaya.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Oktaviani, Vita Ayu. 2009. *Hubungan Antara Sanitasi Fisik Rumah Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Atas (ISPA) Pada Balita Di Desa Cepogo Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta (Online) <http://www.balitbangnovda.sumselprov.go.id>. Diakses pada tanggal 03 Desember 2012.
- Pratiwi, Danik. 2013. *Fisika Bangunan (Ventilasi Silang/ Cross Ventilation)* [online] <http://danikamalia.blogspot.com/2013/04/fisika-bangunancross.html> [20 April 2013]
- Purnomohadi S. 1995. *Peran ruang terbuka hijau dalam pengendalian kualitas udara di DKI Jakarta [disertasi]*. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Purwana R. 1999. *Particulate Rumah Sebagai Faktor Resiko Gangguan Pernapasan Anak Balita (Penelitian di rahan Pekojan, Jakarta)* Disertasi. FKM Univesitas Indonesia: Jakarta.
- Purwana, R., 1992. *Partikulat Rumah Sebagai Faktor Resiko Gangguan Pernafasan Pada Anak Balita*. Disertasi IKM UI: Jakarta.
- Putranto, A., 2007. *Pajanan Debu Kayu (PM10) dan Gejala Penyakit Saluran Pernafasan pada Pekerja Mebel Sektor Informal di Kota Pontianak Kalimantan Barat: UI*.
- Razif, M, Prasasti SI. 2006. *Pemetaan tingkat konsentrasi partikulat akibat transportasi di wilayah Surabaya*. Pusat. Jurnal Purifikasi: Surabaya.

- Riyanto, Agus. 2009. *Pengolahan dan Analisis Data Kesehatan*. Nuha Medika: Yogyakarta.
- Santosa I. 2005. *Model penyebaran pencemar udara dari kendaraan bermotor menggunakan metode volume terhingga: studi kasus di Kota Bogor [disertasi]*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Sarudji, D. 2010. *Kesehatan Lingkungan*. Karya Putra Darwati: Bandung.
- Sintorini, M. M. 2002. *Hubungan Antara Kadar PM10 Udara Ambien Dengan Kejadian Gejala Penyakit Saluran Pernapasan*. Thesis. PS-Universitas Indonesia
- Deviandhoko, dkk. 2012. *Faktor-faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengelasan di Kota Pontianak*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* Vol.II No.2. (Online) <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/.../4552>
- Suhananto, Zani. 2013. *Perbandingan Tingkat Risiko Paparan PM₁₀ pada Jalan Raya Bervegetasi dan Tidak Bervegetasi terhadap Kesehatan Penduduk*. Departemen Kesehatan Lingkungan FKM-UI: Jakarta
- Suhariyono, Gatot, dkk. 2003. *Perkiraan Deposisi Partikel Udara (PM₁₀/PM_{2,5} dan TSP) Pada Saluran Pernapasan Penduduk Cilegon Menggunakan Perangkat Lunak Ludep*. Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir (P3KRBiN). (Online) <http://www.batan.go.id/ppin/.../Gatot%20S.pdf>. Diakses pada tanggal 14 Agustus 2012.
- Surjanto. 2007. *Hubungan antara Paparan Total Suspended Particulate (TSP) dan Particulate Matter 10 μ m (PM₁₀) di Udara Ambien dengan Gangguan Saluran Pernapasan*. FKM UI: Depok.
- Sutamihardja. 2006. *Toksikologi Lingkungan* (Buku I). Program Ilmu Studi Lingkungan Universitas Indonesia: Jakarta.
- Sutra, Dian Eka. 2009. *Hubungan Antara Paparan Particulate Matter 10 μ m (PM₁₀) dengan Gejala Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Pekerja Pertambangan Kapur Tradisional*. FKM UI: Depok. <http://lontar.ui.ac.id/file%3Ffile3Ddigital/>
- Syafrudin & Huboyo, Haryono Setyo. 2007. *TEKNIK* Vol. 28 No.2: *Analisis Resiko Konsentrasi Debu (TSP) dan Timbal (Pb) di Pinggir Jalan Terhadap Kesehatan Manusia Studi Kasus Kota Yogyakarta*.

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas
Diponegoro: Semarang.

United States Environment Protection Agency. 2005. *The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality*. EPA Document.

Werdiningsih, Hermin. 2007. *Kajian Penggunaan Tanaman Sebagai Alternatif Pagar Rumah*. *ENCLOSURE Jurnal Ilmiah Perancangan Kota dan Permukiman*. (Online). <http://www.eprints.undip.ac.id/18508/>. Diakses pada tanggal 25 November 2012.

WHO, 2002. *Penanganan ISPA pada Anak di Rumah Sakit Kecil Negara Berkembang*. EGC: Jakarta.

Lampiran 1

**KUESIONER PENELITIAN SKRIPSI
ANALISIS KONSENTRASI PM₁₀ DI LINGKUNGAN PEMUKIMAN
TERHADAP GEJALA ISPA PADA PENDUDUK
DI KELURAHAN RAWA MAKMUR
KECAMATAN PALARAN**

A. Karakteristik Responden

- A1. Tanggal :
- A2. No. Responden :
- A3. Nama responden :
- A4. Umur : tahun
- A5. Jenis Kelamin : 1. Laki-laki 2. Perempuan
- A6. Pendidikan :
1. Tidak Tamat SD
 2. SD
 3. SMP
 4. SMA
 5. Perguruan Tinggi
- A7. Alamat Rumah :

B. Lama Paparan

- B1. Berapa lama responden tinggal/ berada di wilayah ini?
..... tahun
- B2. Berapa rata-rata waktu responden berada di wilayah ini selama 24 jam?
..... jam

C. Data Kesehatan

C1. Saat flu, apakah biasanya Anda batuk?

1. Ya
2. Tidak

C2. Apakah Anda batuk pada saat tidak sedang flu?

1. Ya
2. Tidak

C3. Apakah Anda biasanya batuk terus menerus selama 4 hari atau lebih dalam seminggu selama 3 bulan terakhir dalam tahun ini?

1. Ya
2. Tidak

C4. Apakah Anda biasanya mengeluarkan dahak pada saat tidak kena flu?

1. Ya
2. Tidak

C5. Apakah Anda biasanya mengeluarkan dahak pada saat kena flu?

1. Ya
2. Tidak

C6. Apakah nafas Anda berbunyi saat kena flu?

1. Ya
2. Tidak

C7. Dalam 3 bulan terakhir apakah Anda pernah flu atau dada sakit selama 3 hari berturut-turut?

1. Ya
2. Tidak

C8. Apakah Anda pernah mendapatkan serangan sakit yang menyebabkan sulit bernafas dan nafas berbunyi?

1. Ya
2. Tidak

Lampiran 2

LEMBAR OBSERVASI

A. Jarak Paparan

A1. Jarak rumah responden dengan jalan raya:

..... meter

A2. Apakah lingkungan rumah dekat dengan sumber pencemar udara lain?

1. Ya, sebutkan:

2. Tidak

B. Ventilasi Silang

B1. Luas rumah m²

B2. Luas ventilasi m² (jumlah luas semua ventilasi yang ada)

B3. Ventilasi saling berhadapan

a. Ya

b. Tidak

B4. Kondisi ventilasi

a. Terbuka

b. Tertutup

B5. Jenis ventilasi

a. Pintu

b. Jendela

c. Lubang udara

B6. Kuantitas membuka ventilasi

a. Sering

b. Jarang

c. Tidak Pernah

B7. Apakah terdapat barrier pada ventilasi yang dapat menyaring debu dari masuk ke dalam rumah?

a. Ya

b. Tidak

C. Tanaman barrier

B1. Apakah terdapat tanaman di sekitar rumah responden?

1. Ya
2. Tidak

B2. Jika ada, tanaman jenis apa?

1. Semak
2. Bukan semak

B3. Berapa tinggi tanaman tersebut?

1. $\geq 1,5$ meter
2. $> 1,5$ meter

B4. Tanaman tersebut dijadikan pagar rumah atau tidak?

1. Ya
2. Tidak

Lampiran 3 : MASTER DATA

No	Nama	a4	a5	a6	a7	b1	b2	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	f1	a12	a22	b12	b22	f2	nf2	b32	f3	b42	b52	b62	b72	c12	c22	c32	c42	
1	Lia	30	2	3	1	1	24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	96	20	21	2	2	1	1	1	1	2	.	.		
2	Fatimah	52	2	2	1	30	15	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	8	33	2	1	1	1	1	1	2	.	.			
3	Suwardi	50	1	2	2	23	12	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	104	8	8	1	2	1	1	1	2	.	.			
4	Sunarko	50	1	3	2	15	24	1	1	1	1	1	2	2	2	2	8	2	96	3	3	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2		
5	Satikem	66	2	1	2	50	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35	2	6	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
6	Dianto	35	1	4	2	11	12	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	3	2	36	4	11	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	
7	Siswanto	34	1	4	2	24	11	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	5	2	48	8	17	2	2	2	1	1	2	.	.	.		
8	Arif	30	1	3	2	20	16	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	10	2	160	4	3	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	
9	Aris Set	37	2	4	2	16	12	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	8	2	32	8	25	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	
10	Sujiati	29	2	3	2	29	14	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	12	30	2	1	1	1	1	2	.	.	.	.
11	Joko	55	1	1	2	20	12	1	1	1	1	1	2	2	2	2	9	2	40	4	10	1	2	2	1	1	2	.	.	.	.
12	Suparti	33	2	3	2	20	24	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	13	2	80	4	5	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2
13	Sujmamt	46	2	3	2	46	24	1	1	1	2	2	2	2	2	2	8	2	80	2	3	1	2	2	1	1	2	.	.	.	.
14	Ibrahim	32	1	2	2	20	12	1	1	1	2	1	2	2	2	2	7	2	75	12	16	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2
15	Sukiyana	22	2	5	3	15	10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	32	8	25	2	2	2	1	1	2	.	.	.	.
16	Irfan	17	1	4	3	17	6	1	1	2	2	2	1	1	1	2	4	2	32	8	25	2	2	2	1	1	2	.	.	.	.
17	Nurul	48	2	2	3	48	16	1	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	40	9	23	2	2	2	1	1	2	.	.	.	.
18	Lilis	23	2	3	3	23	16	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	32	2	6	1	2	2	1	1	2	.	.	.	.
19	Adit	27	1	3	3	5	11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	20	20	100	2	1	1	1	1	2	.	.	.	.
20	Fajariya	40	2	3	3	18	12	1	2	1	2	2	2	2	2	2	10	2	24	6	25	2	2	2	1	1	2	.	.	.	.
21	Misiyem	41	2	3	3	41	9	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	20	10	50	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
22	Asmirani	20	2	3	3	20	18	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	5	2	40	12	30	2	2	2	1	1	2	
23	Taufik	35	1	4	3	8	12	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	20	3	15	1	1	1	1	1	2	.	.	.	.
24	Fikdul	30	1	4	3	12	8	1	2	1	2	2	2	1	2	2	3	2	60	4	7	1	2	2	1	1	2	.	.	.	.
25	Susilo	24	1	4	3	24	9	1	1	1	1	2	2	2	2	2	5	2	90	3	3	1	2	2	1	1	2	.	.	.	.
26	Yuyun	31	2	3	3	10	12	1	2	1	2	2	2	2	2	2	5	2	28	6	21	2	2	2	2	1	2	.	.	.	.
27	Dita	28	2	3	3	28	24	1	1	1	1	1	2	2	2	2	10	2	50	2	4	1	2	2	1	1	2	.	.	.	.
28	Anas	40	2	4	1	40	24	1	2	2	2	2	2	2	2	2	15	2	72	3	4	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	
29	Sudirman	29	1	4	1	12	12	1	1	1	2	2	2	2	2	2	8	2	50	10	20	2	2	2	1	1	2	.	.	.	.
30	M. Toriq	37	1	4	2	24	10	1	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	16	3	19	2	1	1	1	1	2	.	.	.	.
31	Rohayati	40	2	4	3	13	12	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	24	12	50	2	2	2	1	1	2	.	.	.	.

Lampiran 4

Output Analisis Data

1. Karakteristik Responden

a. Umur

		UMUR			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	7	11.1	11.1	11.1
	2	35	55.6	55.6	66.7
	3	20	31.7	31.7	98.4
	4	1	1.6	1.6	100.0
	Total	63	100.0	100.0	

b. Jenis Kelamin

		Jenis Kelamin			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-laki	30	47.6	47.6	47.6
	Perempuan	33	52.4	52.4	100.0
	Total	63	100.0	100.0	

c. Pendidikan

		Pendidikan			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak tamat SD	2	3.2	3.2	3.2
	SD	11	17.5	17.5	20.6
	SMP	25	39.7	39.7	60.3
	SMA	20	31.7	31.7	92.1
	Perguruan tinggi	5	7.9	7.9	100.0
	Total	63	100.0	100.0	

2. Analisis Univariat

a. Gejala ISPA

		Gejala ISPA 2			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ya	44	69.8	69.8	69.8
	tidak	19	30.2	30.2	100.0
	Total	63	100.0	100.0	

b. Konsentrasi PM₁₀

Konsentrasi PM10

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0.3498 mg/m3	15	23.8	23.8	23.8
	10.5 mg/m3	26	41.3	41.3	65.1
	0.3531 mg/m3	22	34.9	34.9	100.0
	Total	63	100.0	100.0	

c. Jarak paparan

Statistics

Jarak rumah dgn jln raya

N	Valid	63
	Missing	0
Mean		5.13
Std. Error of Mean		.387
Median		5.00
Mode		5
Std. Deviation		3.072
Minimum		1
Maximum		15

Jarak rumah dgn jln raya

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	4	6.3	6.3	6.3
	2	9	14.3	14.3	20.6
	3	6	9.5	9.5	30.2
	4	12	19.0	19.0	49.2
	5	15	23.8	23.8	73.0
	6	1	1.6	1.6	74.6
	7	1	1.6	1.6	76.2
	8	5	7.9	7.9	84.1
	9	1	1.6	1.6	85.7
	10	7	11.1	11.1	96.8
	13	1	1.6	1.6	98.4
	15	1	1.6	1.6	100.0
	Total	63	100.0	100.0	

d. Lama tinggal

Statistics

Lama tinggal responden

N	Valid	63
	Missing	0
Mean		19.00
Std. Error of Mean		1.486
Median		20.00
Mode		20
Std. Deviation		11.795
Minimum		1
Maximum		50

Lama paparan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	4	6.3	6.3	6.3
	2	2	3.2	3.2	9.5
	5	2	3.2	3.2	12.7
	6	1	1.6	1.6	14.3
	8	4	6.3	6.3	20.6
	10	4	6.3	6.3	27.0
	11	1	1.6	1.6	28.6
	12	4	6.3	6.3	34.9
	13	1	1.6	1.6	36.5
	15	2	3.2	3.2	39.7
	16	1	1.6	1.6	41.3
	17	2	3.2	3.2	44.4
	18	3	4.8	4.8	49.2
	20	9	14.3	14.3	63.5
	22	1	1.6	1.6	65.1
	23	2	3.2	3.2	68.3
	24	3	4.8	4.8	73.0
	25	4	6.3	6.3	79.4
	28	2	3.2	3.2	82.5
	29	1	1.6	1.6	84.1
	30	3	4.8	4.8	88.9
	37	1	1.6	1.6	90.5
	38	1	1.6	1.6	92.1
	40	1	1.6	1.6	93.7
	41	1	1.6	1.6	95.2
	46	1	1.6	1.6	96.8
	48	1	1.6	1.6	98.4
	50	1	1.6	1.6	100.0
	Total	63	100.0	100.0	

e. Ventilasi Silang

Ventilasi silang

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1	14	22.2	22.2	22.2
2	49	77.8	77.8	100.0
Total	63	100.0	100.0	

f. Tanaman Barrier

Tanaman barrier

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1	9	14.3	14.3	14.3
2	54	85.7	85.7	100.0
Total	63	100.0	100.0	

3. Analisis Bivariat

a. Jarak paparan dengan Gejala ISPA

Uji Normalitas Data

	Gejala ISPA	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jarak rumah dgn jln raya	ya	.210	44	.000	.928	44	.009
	tidak	.335	19	.000	.728	19	.000

Group Statistics

	Gejala ISPA	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Jarak rumah dgn jln raya	ya	44	5.39	3.029	.457
	tidak	19	4.53	3.169	.727

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
										Lower	Upper
Jarak rumah dgn jln raya	Equal variances assumed	.979	.326	1.020	61	.312	.86	.843	-826	2.546	
	Equal variances not assumed			1.002	32.862	.324	.86	.858	-887	2.607	

b. Lama Paparan dengan Gejala ISPA

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Lama tinggal responden	ya	.133	44	.049	.931	44	.011
	tidak	.163	19	.200(*)	.960	19	.564

* This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Mann-Whitney Test

Ranks

		Gejala ISPA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Lama tinggal responden	ya		44	28.23	1242.00
	tidak		19	40.74	774.00
	Total		63		

Test Statistics(a)

		Lama tinggal responden
Mann-Whitney U		252.000
Wilcoxon W		1242.000
Z		-2.492
Asymp. Sig. (2-tailed)		.013

a. Grouping Variable: Gejala ISPA 2

c. Ventilasi Silang dengan Gejala ISPA

Ventilasi silang * Gejala ISPA 2 Crosstabulation

		Gejala ISPA 2		Total	
		ya	tidak		
ventilasi silang	ventilasi tidak silang	Count	34	15	49
		Expected Count	34.2	14.8	49.0
		% within ventilasi silang	69.4%	30.6%	100.0%
	ventilasi silang	Count	10	4	14
		Expected Count	9.8	4.2	14.0
		% within ventilasi silang ok	71.4%	28.6%	100.0%
Total		Count	44	19	63
		Expected Count	44.0	19.0	63.0
		% within ventilasi silang ok	69.8%	30.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.022(b)	1	.883		
Continuity Correction(a)	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.022	1	.883		
Fisher's Exact Test				1.000	.582
Linear-by-Linear Association	.021	1	.884		
N of Valid Cases	63				

a Computed only for a 2x2 table

b 1 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4.22.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for ventilasi silang ok (ventilasi tidak silang / ventilasi silang)	.907	.245	3.357
For cohort Gejala ISPA 2 = ya	.971	.664	1.420
For cohort Gejala ISPA 2 = tidak	1.071	.423	2.714
N of Valid Cases	63		

d. Tanaman Barrier dan Gejala ISPA

tanaman barrier * Gejala ISPA 2 Crosstabulation

			Gejala ISPA 2		Total
			ya	tidak	
tanaman barrier	tidak ada	Count	37	17	54
		Expected Count	37.7	16.3	54.0
		% within tanaman barrier	68.5%	31.5%	100.0%
	ada	Count	7	2	9
		Expected Count	6.3	2.7	9.0
		% within tanaman barrier	77.8%	22.2%	100.0%
Total		Count	44	19	63
		Expected Count	44.0	19.0	63.0
		% within tanaman barrier	69.8%	30.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.314(b)	1	.575		
Continuity Correction(a)	.028	1	.867		
Likelihood Ratio	.330	1	.566		
\\Fisher's Exact Test				.711	.449
Linear-by-Linear Association	.309	1	.578		
N of Valid Cases	63				

a Computed only for a 2x2 table

b 1 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.71.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for tanaman barrier (tidak ada / ada)	.622	.117	3.314
For cohort Gejala ISPA 2 = ya	.881	.595	1.305
For cohort Gejala ISPA 2 = tidak	1.417	.392	5.116
N of Valid Cases	63		

Lampiran 5

Lampiran 6

Dokumentasi



Kondisi Lokasi Pengukuran



Penempatan Alat di Lokasi Pengukuran



Alat Pengukur PM₁₀ yang digunakan