



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PARTIKULAT DEBU (PM<sub>10</sub>) DALAM RUMAH DENGAN  
GANGGUAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT  
(ISPA) PADA BALITA**

**(Studi di Pemukiman Sekitar Kawasan Pertambangan Granit  
Kecamatan Meral Kabupaten Karimun)**

**TESIS**

**Oleh :  
FERY ANTHONY  
NPM : 0606020291**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

**DEPOK, 2008**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PARTIKULAT DEBU (PM<sub>10</sub>) DALAM RUMAH DENGAN  
GANGGUAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT  
(ISPA) PADA BALITA**

**(Studi di Pemukiman Sekitar Kawasan Pertambangan Granit  
Kecamatan Meral Kabupaten Karimun)**

**Tesis ini diajukan sebagai  
salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT**

**Oleh :  
FERY ANTHONY  
NPM : 0606020291**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

**DEPOK, 2008**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
EPIDEMIOLOGI KESEHATAN LINGKUNGAN  
Tesis, Juni 2008**

**Fery Anthony, NPM. 0606020291**

**PARTIKULAT DEBU (PM<sub>10</sub>) DALAM RUMAH DENGAN GANGGUAN  
INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) PADA BALITA  
(Studi di Pemukiman Sekitar Kawasan Pertambangan Granit  
Kecamatan Meral Kabupaten Karimun)**

x + 108 halaman, 13 tabel, 3 gambar, 3 lampiran

**ABSTRAK**

Penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada balita di wilayah Puskesmas Meral menempati urutan pertama dari sepuluh besar penyakit berdasarkan Laporan Tahunan Puskesmas. Hal ini berhubungan dengan kualitas udara dalam rumah antara lain partikulat debu (PM<sub>10</sub>), kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik balita. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan partikulat debu (PM<sub>10</sub>) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita.

Penelitian ini menggunakan rancangan studi *cross-sectional*, dengan populasi balita usia 0 – 59 bulan di Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang Kecamatan Meral dan yang menjadi sampel balita usia 0 – 59 bulan yang terpilih dengan metode *simple random sampling* secara proporsional. Data yang dikumpulkan dengan pengukuran adalah kadar PM<sub>10</sub>, kelembaban dan suhu dalam rumah sedangkan data variabel lainnya dengan observasi dan wawancara menggunakan daftar pertanyaan. Data dianalisis secara univariat, bivariat dan multivariat.

Hasil analisis *chi square* diperoleh delapan variabel berhubungan bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan timbulnya gangguan ISPA pada balita yaitu partikulat debu (PM<sub>10</sub>) dalam rumah, suhu dalam rumah, rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian rumah, jenis dinding rumah, lubang asap dapur, letak dapur dan jenis bahan bakar memasak.

Variabel kelembaban dalam rumah, asap rokok, penggunaan obat nyamuk, status gizi dan imunisasi tidak menunjukkan hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) dengan timbulnya gangguan ISPA pada balita.

Hasil analisis multivariat secara statistik tidak ditemukan adanya interaksi antara variabel yang diteliti, tetapi variabel kelembaban dalam rumah, suhu dalam rumah dan jenis bahan bakar memasak ditemukan sebagai faktor yang mempengaruhi gangguan ISPA pada balita yang terpajan partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah.

Dari penelitian ini disarankan melalui upaya-upaya pengawasan, bimbingan, penyuluhan kepada masyarakat untuk meningkatkan kualitas hunian serta penyebaran informasi mengenai kualitas udara dalam rumah yang buruk dapat menimbulkan gangguan ISPA dan penyakit berbasis lingkungan lainnya.

Daftar Pustaka : 95 (1981 – 2007)

**SCIENCE PUBLIC HEALTH PROGRAM STUDY  
ENVIRONMENTAL HEALTH EPIDEMIOLOGI  
Thesis, June 2008**

**Fery Anthony, NPM. 0606020291**

***PARTICULATE MATTER (PM<sub>10</sub>) IN HOUSE WITH DISTURBANCE OF ACUTE RESPIRATORY INFECTIONS AMONG CHILDREN UNDER FIVE***  
(Study in Settlement Around Area Mining Granite District of Meral Sub-Province Karimun)

x + 108 pages, 13 tables, 3 pictures, 3 apenndices

**ABSTRACT**

Incidence of Acute Respiratory Infections (ARI) among children under five in Public Health Center Meral has occupied the first rangk of big ten diseases based on yearly report of community health center. This matter relate to the quality of air in house for example *Particulate Matter (PM<sub>10</sub>)*, physical house conditions, source of pollutans in house and characteristis of children under five. This research aim to study relation *Particulate Matter (PM<sub>10</sub>)* in house with disturbance of acute respiratory infections among children under five.

This research use *cross-sectional* study device, with population of children under five of age 0 – 59 months in coutryside Pangke and sub-district Pasir Panjang district of Meral and sample of children under five of age 0 – 59 chosen months with *sampling random simple* method by proporsional. Collected data with measurement is PM<sub>10</sub> rate, temperature and dampness in house while other variable data with interview and observation use questionnaire. Data analysed by univariate, bivariate and multivariate.

Result of *chi-square* analysis obtained by eight variable correlate to have a meaning of ( $p < 0,05$ ) with incidence disturbance of acute respiratory infections among children under five that is *Particulate Matter (PM<sub>10</sub>)* in house, temperature in house, dampness in house, wide of chamber/wide of room, density of house dwelling, house wall type, kitchen smoke hole, kitchen situation and ripe fuel type.

Dampness variable in house, cigarette smoke, usage medicinize mosquito, gizi status and immunize do not show relation having a meaning of ( $p > 0,05$ ) with incidence disturbance of acute respiratory infections among children under five.

Result of multivariate analysis statistically do not be found the existence of interaction between accurate variable, but temperature variable in house, dampness in house and ripe fuel type found as factor influencing disturbance of acute respiratory infections among children under five which is *Particulate Matter* ( $PM_{10}$ ) exposure in house.

From this research is suggested to passing observation efforts, tuition, counselling to society to increase the quality of dwelling and also dissemination of information hitting the quality of air in ugly house can generate disturbance of acute respiratory infections and disease base on other environment.

Bibliography : 95 (1981 – 2007)

## PERNYATAAN PERSETUJUAN

Tesis dengan judul

### **PARTIKULAT DEBU (PM<sub>10</sub>) DALAM RUMAH DENGAN GANGGUAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) PADA BALITA**

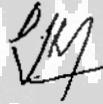
(Studi di Pemukiman Sekitar Kawasan Pertambangan Granit  
Kecamatan Meral Kabupaten Karimun)

Telah disetujui, diperiksa dan dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tesis Program  
Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

Depok, 26 Juni 2008

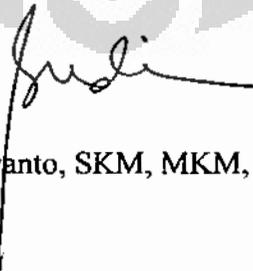
Komisi Pembimbing

Ketua



Dr. Dra, Dewi Susanna, M.Kes

Anggota



Dr. Budi Haryanto, SKM, MKM, M.Sc

**PANITIA SIDANG UJIAN TESIS  
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

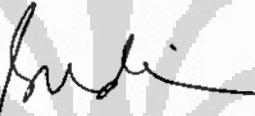
Depok, 26 Juni 2008

Ketua



DR. Dewi Susanna, dra, MKes

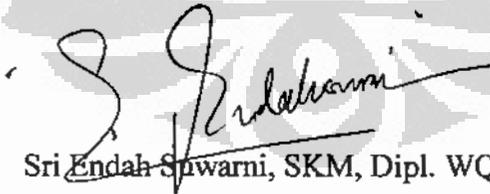
Anggota



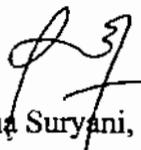
DR. Budi Haryanto, SKM, MKM, M.Sc



drg. Sri Tjahjani Budi Utami, MKM



Sri Endah Suwarni, SKM, Dipl. WQM



Ir. Rina Suryani, MT

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Fery Anthony  
NPM : 0606020291  
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat  
Kekhususan : Epidemiologi Kesehatan Lingkungan  
Angkatan : 2006/2007  
Jenjang : Magister

menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul :

PARTIKULAT DEBU ( $PM_{10}$ ) DALAM RUMAH DENGAN GANGGUAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) PADA BALITA (Studi di Pemukiman Sekitar Kawasan Pertambangan Granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun).

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

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 26 Juni 2008



Fery Anthony

## **RIWAYAT HIDUP**

**Nama** : Fery Anthony  
**Tempat/Tanggal Lahir** : Bukittinggi/23 Februari 1972  
**Alamat** : Jl. Pendawa I/23 Depok II Tengah  
**Status Keluarga** : Menikah  
**Alamat Instansi** : Jl. Yos Sudarso No. 103 Tanjung Balai Karimun

### **Riwayat Pendidikan :**

1. SD Negeri 9 Bukittinggi, lulus tahun 1985
2. SMP Negeri 2 Bukittinggi, lulus tahun 1988
3. SMA Negeri Lintau, lulus tahun 1992
4. Akademi Kesehatan Lingkungan Padang, lulus tahun 1996
5. Tugas Belajar Pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara, lulus tahun 2004
6. Tugas Belajar Pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, lulus tahun 2008

### **Riwayat Pekerjaan :**

1. Staf Seksi Pengendalian Risiko Lingkungan Kantor Kesehatan Pelabuhan Tanjung Balai Karimun

## KATA PENGANTAR

### **Bismillaahirrohmaanirrohiim,**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis sehingga dapat pula menyelesaikan tugas belajar pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Kemudian, dengan rasa cinta yang setulusnya penulis menghaturkan sembah sujud dan terima kasih yang tak terhingga kepada papa H. A. DT. Maharajo Dirajo dan mama Hj. Darlis Taty yang telah berjerih payah membesarkan dan mendidik serta selalu mendoakan penulis sehingga mampu mencapai tingkat pendidikan seperti sekarang.

Selama proses penyusunan tesis penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan, terutama dari Ibu Dr. Dra. Dewi Susanna, M.Kes dan Bapak Dr. Budi Haryanto, SKM, MKM, M.Sc selaku pembimbing yang sangat luar biasa, penuh kesabaran, selalu memberikan masukan yang sangat berharga dan mampu melihat berbagai hal yang tidak dapat penulis lihat berkaitan dengan penulisan tesis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada mereka.

Dalam kesempatan ini, penulis juga menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

- PUSREN-GUN SDM KES, sebagai instansi yang menyediakan beasiswa penulis di program pascasarjana
- Para dosen dan staf Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia yang telah memberikan ilmu dan bantuannya hingga terselesaikannya pendidikan dan tesis
- Bapak Camat Meral, Kepala Puskesmas Meral, Kepala Desa Pangke dan Lurah Pasir Panjang beserta jajarannya yang telah memberikan izin dan membantu dalam penelitian terutama kepada Bidan Intan dan Andi Sofinar
- Para kader di Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang yang telah membantu dalam penelitian tesis serta masyarakat Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang khususnya kepada keluarga anak balita yang turut dalam penelitian

- Kepada seluruh staf Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karimun, khususnya kepada Sandi Prasetyo atas kesempatan memakai alat untuk mengukur partikulat debu di masing-masing rumah responden
- Teman-teman Jurusan Epidemiologi Kesehatan Lingkungan angkatan 2006/2007 yang telah memberikan dukungan dan dengan segala jerih payahnya untuk dapat lulus bersama-sama
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu demi satu

Dengan penuh rasa sayang dan rasa cinta yang setulusnya penulis menghaturkan sembah sujud dan terima kasih kepada mertua, papa dan mama serta adik-adik ipar, atas doanya yang tiada henti. Juga kepada yang tercinta belahan jiwa dan jantung hati, istriku Vivi Desilinda, yang selalu setia mendampingi, penuh pengertian dan mendukung sepenuh hati. Serta permata hatiku tersayang, Jibril Maha Raj Putra Anthony, si "ganteng ayah" penyembuh lara di hati. Tak lupa kepada Da Ben, Ni Susi, Ni Rita dan Mery beserta seluruh keluarganya, yang penuh pengertian dan selalu siap membantu penulis.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan dalam penulisan tesis ini, dan karenanya diharapkan masukan dari semua pihak. Hanya kepada Allah SWT kita berserah diri. Semoga tesis ini bermanfaat dan merupakan ibadah bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan. Amin Yaa Robbil'allamin.

Depok, 26 Juni 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	
JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI	
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	
RIWAYAT HIDUP	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISTILAH	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	6
1.3. Pertanyaan Penelitian	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.4.1. Tujuan Umum	7
1.4.2. Tujuan Khusus	7
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.6. Ruang Lingkup Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Pencemaran Udara	10
2.2. Partikulat	11
2.2.1. Sumber Partikulat	12
2.2.2. Karakteristik Partikulat	13
2.3. Partikulat Debu (PM <sub>10</sub> )	17
2.3.1. Kondisi Partikulat Debu (PM <sub>10</sub> ) Saat Ini	19
2.3.2. Mekanisme Partikulat Masuk ke Dalam Saluran Pernapasan	20
2.3.3. Dampak Partikulat Terhadap Kesehatan	23
2.4. Kondisi Kesehatan Perumahan dan Lingkungan Pemukiman	24
2.4.1. Rasio Luas Jendela/Luas Kamar	25
2.4.2. Kepadatan Hunian	26
2.4.3. Jenis Dinding	27
2.4.4. Letak Dapur	27
2.4.5. Lubang Asap Dapur	28
2.4.6. Suhu dan Kelembaban	28

2.5. Sumber Polutan Dalam Rumah	29
2.5.1. Asap Rokok	29
2.5.2. Penggunaan Obat Nyamuk	31
2.5.3. Jenis Bahan Bakar Untuk Memasak	32
2.6. Karakteristik Individu	33
2.6.1. Status Gizi	33
2.6.2. Imunisasi	35
2.7. Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)	35
2.7.1. Definisi Infeksi Saluran Pernapasan Akut	36
2.7.2. Kondisi Infeksi Saluran Pernapasan Akut Di Indonesia	37
2.7.3. Etiologi Infeksi Saluran Pernapasan Akut	41
2.7.4. Mekanisme Terjadinya ISPA	42
2.8. Hasil-Hasil Penelitian	43
<b>BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP</b>	46
3.1. Kerangka Teori	46
3.2. Kerangka Konsep	47
3.3. Definisi Operasional	48
3.4. Hipotesis	52
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b>	53
4.1. Rancangan Studi	53
4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	53
4.3. Rancangan Sampel	54
4.3.1. Populasi	54
4.3.2. Sampel	54
4.3.3. Perhitungan Jumlah Sampel	54
4.3.4. Teknik Pengambilan Sampel	55
4.4. Pengumpulan Data	55
4.4.1. Alat Pengumpul Data	55
4.4.2. Cara Pengumpulan Data Kadar $PM_{10}$	56
4.4.3. Cara Pengumpulan Data Gangguan ISPA	58
4.4.4. Persiapan Pengumpulan Data	58
4.4.5. Pengolahan Data	59
4.5. Analisa Data	60
4.5.1. Analisis Univariat	60
4.5.2. Analisis Bivariat	60
4.5.3. Analisis Multivariat	61
<b>BAB V HASIL PENELITIAN</b>	63
5.1. Lokasi Penelitian	63
5.2. Karakteristik Keluarga Balita	64
5.3. Kadar Partikulat Debu ( $PM_{10}$ ) Dalam Rumah	66
5.4. Kondisi Fisik Rumah	66
5.5. Sumber Polutan Dalam Rumah	68
5.6. Karakteristik Individu	69
5.7. Gejala Gangguan ISPA Pada Balita	70

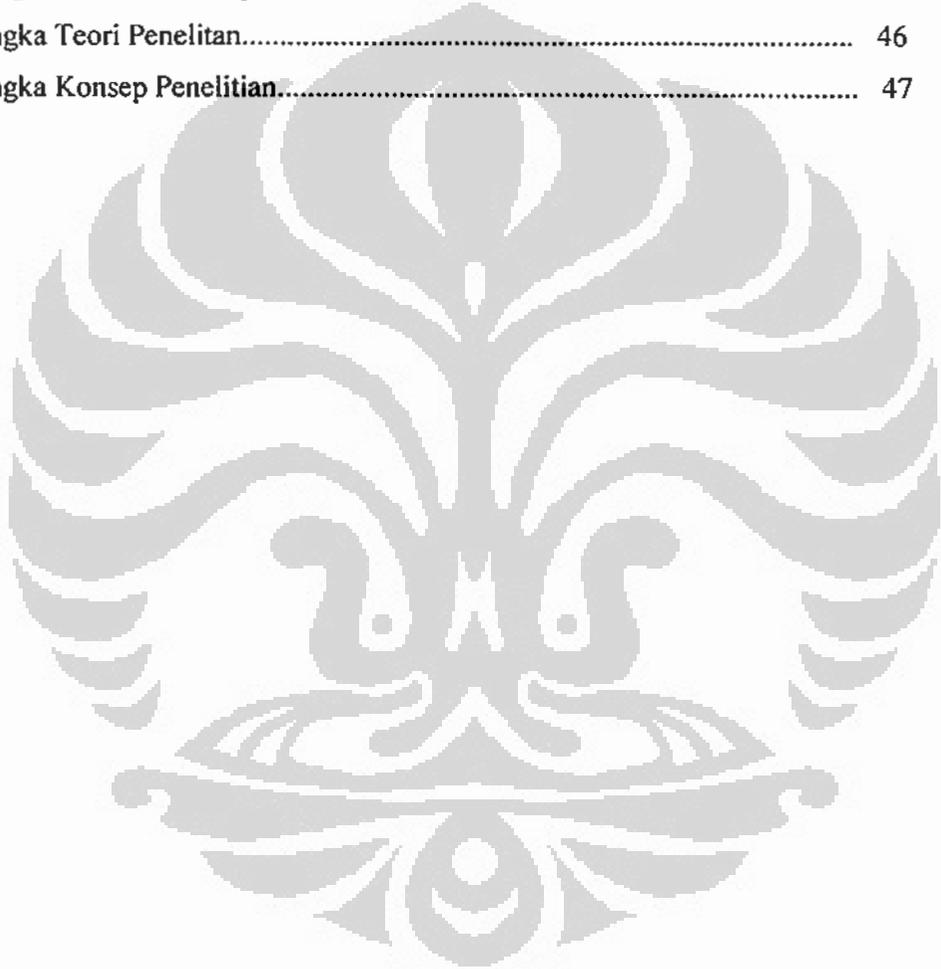
5.8. Hubungan Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita	70
5.9. Model Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita	74
5.9.1. Pemilihan Variabel Kandidat	74
5.9.2. Pembuatan Model Faktor Penentu Dengan Gangguan ISPA Pada Balita	75
5.9.3. Penilaian Interaksi	76
<b>BAB VI PEMBAHASAN</b>	<b>79</b>
6.1. Keterbatasan Penelitian	79
6.2. Gejala Gangguan ISPA Pada Balita	80
6.3. Hubungan Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita	82
6.3.1. Kadar $PM_{10}$ Dalam Rumah	82
6.3.2. Kondisi Fisik Rumah	85
6.3.3. Sumber Polutan Dalam Rumah	94
6.3.4. Karakteristik Individu	101
6.4. Model Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita	103
<b>BAB VII KESIMPULAN dan SARAN</b>	<b>106</b>
7.1. Kesimpulan	106
7.2. Saran	107
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Halaman
3.1. Variabel Penelitian.....	48
5.1. Distribusi Balita Menurut Karakteristik Keluarga.....	64
5.2. Distribusi Balita Menurut Kadar Partikulat Debu (PM <sub>10</sub> ) Dalam Rumah.....	66
5.3. Distribusi Balita Menurut Kondisi Fisik Rumah.....	67
5.4. Distribusi Balita Menurut Sumber Polutan Dalam Rumah.....	68
5.5. Distribusi Balita Menurut Karakteristik Individu.....	69
5.6. Distribusi Balita Menurut Gangguan ISPA Yang Dialami Dalam Dua Minggu Terakhir.....	70
5.7. Hubungan Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita.....	73
5.8. Hasil Analisis Bivariat Antara Variabel Pemajanan, Independen dan Dependen.....	74
5.9. Hasil Analisis Regresi Logistik Tahap I Antara Kandidat Dengan Gangguan ISPA Pada Balita.....	75
5.10. Hasil Akhir Analisis Regresi Logistik Antara Kandidat Dengan Gangguan ISPA Pada Balita.....	76
5.11. Penilaian Interaksi Antara Variabel Pemajanan, Independen dan Dependen.....	77
5.12. Model Akhir Analisis Regresi Logistik Antara Variabel Pemajanan, Independen dan Dependen.....	77

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Halaman
2.1. Pembagian Saluran Pernapasan Menurut ICRP-66.....	22
3.1. Kerangka Teori Penelitian.....	46
3.2. Kerangka Konsep Penelitian.....	47



## DAFTAR ISTILAH

ABRI	: Angkatan Bersenjata Republik Indonesia
AI	: Alveolar-Interstisial
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Alumina Trioksida
ARI	: Acute Respiratory Infection
bb	: bronchiolar
BB	: Bronkial
BB/U	: Berat Badan per Umur
BBLR	: Berat Badan Lahir Rendah
BAPEDAL	: Badan Pengendalian Dampak Lingkungan
BAPPENAS	: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
BCG	: Bacille Calmette Guerin
BCME	: Bischlorometyl Ether
BPLHD	: Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah
CI	: Confidence Interval
cm	: centi meter
°C	: Celcius
CO	: Carbon Monoksida
CO <sub>2</sub>	: Carbon Dioksida
CoH	: Coefficient of Haze
Depkes RI	: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
Ditjen PP dan PL	: Direktur Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan
DPT	: Difteri Pertusis Tetanus
ET	: Ekstraktorak
ETS	: Environment Tobacco Smokes
EURO	: Europa United Regional Organization
HC	: Hidro Carbon
H <sub>2</sub> S	: Hidrogen Sulfida
ICRP	: International Commision on Radiologi Protection

IMCI	: Integrated Management Childhood Illness
IP	: Inhalable Particulate
ISPA	: Infeksi Saluran Pernapasan Akut
KEP	: Kurang Energi Protein
Kepmenkes	: Keputusan Menteri Kesehatan
KMS	: Kartu Menuju Sehat
Km	: Kilometer
MS	: Memenuhi Syarat
MTBS	: Manajemen Terpadu Balita Sakit
m	: meter
NCHS	: National Center of Health Statistis
NO <sub>x</sub>	: Nitrogen Oksida
OR	: Odds-Ratio
O <sub>2</sub>	: Oksigen
PAH	: Polycyclic Aromatic Hydrocarbon
PBB	: Perserikatan Bangsa-Bangsa
PD	: Posittve Deviance
PEM	: Protein Energy Malnutrition
PMT	: Pemberian Makanan Tambahan
PM <sub>2,5</sub>	: Partikulat debu ukuran diameter aerodinamik < 2,5 mikron
PM <sub>10</sub>	: Partikulat debu ukuran diameter aerodinamik < 10 mikron
PNS	: Pegawai Negeri Sipil
P	: Proporsi $((P_1+P_2)/2)$ gangguan ISPA pada balita
P <sub>1</sub>	: Proporsi gangguan ISPA pada balita tidak dengan faktor risiko
P <sub>2</sub>	: Proporsi gangguan ISPA pada balita dengan faktor risiko
P2	: Pemberantasan Penyakit
PT	: Perseroan Terbatas
Puskesmas	: Pusat Kesehatan Masyarakat
P (X)	: Probabilitas terjadinya sakit
RW	: Rukun Warga

<b>SD</b>	<b>: Sekolah Dasar</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>: Silika Dioksida</b>
<b>SKRT</b>	<b>: Survei Kesehatan Rumah Tangga</b>
<b>SMA</b>	<b>: Sekolah Menengah Atas</b>
<b>SMP</b>	<b>: Sekolah Menengah Pertama</b>
<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>: Sulfur Oksida</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>: Sulfur Dioksida</b>
<b>SPM</b>	<b>: Suspended Particulate Matter</b>
<b>Subdit</b>	<b>: Sub direktorat</b>
<b>Surkesnas</b>	<b>: Survei Kesehatan Nasional</b>
<b>s/d</b>	<b>: sampai dengan</b>
<b>TBC</b>	<b>: Tuberkulosis</b>
<b>TMS</b>	<b>: Tidak Memenuhi Syarat</b>
<b>TPC</b>	<b>: Total Plate Count</b>
<b>TSP</b>	<b>: Total Suspended Particulate</b>
<b>UNICEF</b>	<b>: United Nations Childrens Fund</b>
<b>VOCs</b>	<b>: Volatile Organic Compounds</b>
<b>WHO</b>	<b>: World Health Organization</b>
<b>WIB</b>	<b>: Waktu Indonesia Barat</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan dalam bidang industri di Indonesia meningkat dari tahun ke-tahun. Proses pengembangan industri yang menggunakan beragam teknologi modern sesuai dengan pembangunan perekonomian nasional tersebut mampu menyerap jutaan tenaga kerja. Peningkatan ini memberikan berbagai dampak positif, yaitu terbukanya lapangan kerja dan meningkatnya taraf sosial ekonomi masyarakat. Namun, dampak negatif pun tak dapat dielakkan, salah satunya adalah pencemaran udara oleh debu yang timbul dari proses pengolahan atau hasil industri penambangan.

Pencemaran udara dapat terjadi di luar ruangan (*outdoor*) dan di dalam ruangan (*indoor*). Pencemaran udara dalam ruangan (*indoor air pollution*) sangat berbahaya bagi kesehatan manusia disebabkan pencemaran udara dalam ruangan tersebut sangat dekat dengan manusia sehingga manusia mudah terpajan olehnya. Pada umumnya orang-orang menghabiskan sebagian besar waktu yang digunakannya untuk melakukan aktifitas sehari-hari dalam ruangan, sehingga membuat ruangan menjadi sangat penting sebagai lingkungan mikro yang berkaitan dengan risiko dari pencemaran udara. Faktor risiko tersebut berkontribusi sebesar 4% - 6% terhadap penyakit global (World Health Organization, 1997 ; World Bank, 2002).

Kadar pencemar spesifik udara dalam ruangan secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan udara di luar ruangan. Pencemar yang menyebabkan peningkatan udara dalam ruang adalah formaldehid, senyawa organik volatil (*volatile*

*organic compounds*, VOCs), asbestos, pestisida, radon, jamur, bakteri, hasil pembakaran seperti memasak, asap rokok atau kebiasaan merokok anggota keluarga, penerangan yang menggunakan minyak tanah, penggunaan obat nyamuk dan lain sebagainya. Disamping itu sumber pencemar dari luar berpotensi untuk dapat masuk dan mencemari udara dalam rumah, seperti debu tanah atau pasir halus yang berterbangan terbawa oleh angin kencang, abu dan bahan-bahan vulkanik yang terlempar ke udara akibat letusan gunung berapi, dan debu jalanan serta debu dari kegiatan industri atau pertambangan (Kusnoputranto & Susanna, 2000).

Pajanan partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah merupakan salah satu indikator pengukuran pencemaran partikulat rumah yang dikaitkan dengan efek terhadap saluran pernapasan karena  $PM_{10}$  dalam rumah merupakan kelompok partikulat berukuran kecil, sedangkan partikulat yang berukuran kecil ini merupakan risiko kesehatan yang terbesar diantara berbagai ukuran partikulat dimana dapat mengendap di daerah saluran pernapasan bagian bawah dan daerah pertukaran gas dalam sistem saluran pernapasan sehingga dapat menimbulkan iritasi saluran pernapasan secara terus-menerus disertai bermacam-macam reaksi jaringan. Selain itu juga terkait dengan proporsi waktu yang panjang dalam rumah akan meningkatkan risiko keterpaparan penghuni rumah terhadap partikulat dan aneka ragam pencemar udara lainnya, terutama bagi mereka yang berisiko tinggi, seperti ibu, balita, penderita sakit dan kelompok usia lanjut. Kelompok penduduk ini merupakan kelompok yang hampir selalu berada dalam bangunan rumah. Paparan terhadap partikulat debu dalam rumah merupakan risiko kesehatan yang dihadapi terutama oleh kelompok ini karena lamanya waktu yang dilalui mereka di dalam rumah (Purwana, 1999).

Partikulat merupakan padatan atau likuid di udara dalam bentuk asap, debu dan uap, yang dapat tinggal di atmosfer dalam waktu yang cukup lama. Di samping mengganggu estetika, partikel berukuran kecil di udara dapat terhisap ke dalam sistem pernafasan dan menyebabkan penyakit gangguan pernafasan dan kerusakan paru-paru. Partikulat juga merupakan sumber utama *haze* (kabut asap) yang menurunkan visibilitas. Partikel yang terhisap ke dalam sistem pernafasan akan disisihkan tergantung dari diameternya. Partikel berukuran besar akan tertahan pada saluran pernafasan atas, sedangkan partikel kecil (*inhalable*) akan masuk ke paru-paru dan bertahan di dalam tubuh dalam waktu yang lama. Partikel *inhalable* adalah partikel dengan diameter di bawah  $10\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ). Partikulat debu ( $\text{PM}_{10}$ ) diketahui dapat meningkatkan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung dan pernafasan, pada konsentrasi  $140\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  menurunkan fungsi paru-paru anak-anak, sementara pada konsentrasi  $350\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  memperparah kondisi penderita bronkhitis (Purwana, 1999). Toksisitas dari partikel *inhalable* tersebut tergantung dari komposisinya (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2006).

Kadar partikulat lebih tinggi pada pemukiman di sekitar kawasan industri, sehingga risiko terjadinya gejala penyakit saluran pernafasan pada pemukiman di sekitar kawasan industri lebih tinggi dibandingkan dengan pemukiman yang bukan di daerah sekitar kawasan industri. Hasil penelitian Santi (2003) terhadap pencemaran udara di pemukiman sekitar Kawasan Industri Medan menunjukkan bahwa kadar  $\text{PM}_{10}$  dalam rumah yang lebih besar atau sama dengan  $90\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  meningkatkan risiko balita terkena ISPA sebesar 9,1 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan kadar  $\text{PM}_{10}$  lebih kecil dari  $90\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Penelitian lain menunjukkan bahwa pemajanan  $\text{PM}_{10}$  yang tinggi di pemukiman sekitar kawasan PT Pupuk Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

Sriwidjaya akan meningkatkan risiko bayi dan balita menderita gejala gangguan saluran pernapasan dengan estimasi odds-rasio 1,12 (CI 95% = 1,01 – 1,22) artinya untuk 1 unit kenaikan kadar  $PM_{10}$  meningkatkan risiko bayi dan balita menderita gejala gangguan pernapasan sebesar 1,12 kali (Navianti, D 2001). Menurut Salvato (1982), kegiatan manusia yang paling banyak menghasilkan partikulat adalah dari proses industri seperti pabrik semen, konstruksi dan pertambangan granit.

Pertambangan granit merupakan salah satu andalan pendapatan daerah Kabupaten Karimun. Granit salah satu anggota keluarga batuan beku yang mempunyai tekstur granitik dengan komposisi kimia lebih kurang 70%  $SiO_2$  dan 15%  $Al_2O_3$ . Komposisi mineral utamanya adalah *kuarsa* dan *felspar*, sedangkan mineral lainnya terdapat dalam jumlah kecil seperti *biosit*, *muskovit*, *homblenda* dan *piroksin* (Kunrat, T, 1997). Kegiatan penambangan batuan granit dilakukan secara terbuka. Tahapan kegiatannya meliputi : pengupasan lapisan tanah penutup, penggalian, pemecahan/peledakan dan peremukan. Pengupasan lapisan tanah penutup dilakukan dengan menggunakan buldoser atau *scraper*, sedangkan penggalian lapisan tanah penutupnya menggunakan peralatan seperti *backhoe*, *shovel* dan lain-lain. Tahap berikutnya adalah penggalian batuan dengan sistem jenjang tinggi  $\pm$  6 meter. Kegiatan ini biasanya dilakukan dengan pemboran dan peledakan. Batuan hasil peledakan yang berupa bongkahan-bongkahan dapat diperkecil lagi dengan menggunakan alat peremuk *crush*. Dalam proses penambangan granit di atas mulai dari pengupasan lapisan tanah penutup, penggalian, pemecahan/peledakan dan peremukan akan menghasilkan debu yang dapat mencemari lingkungan dan pemukiman di sekitar penambangan.

Penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) merupakan salah satu diantara penyakit yang bersifat akut pada semua tempat di saluran pernapasan. Penyakit ISPA meliputi infeksi pada saluran pernapasan bagian atas, saluran pernapasan bagian bawah termasuk paru-paru dan organ adneksa saluran pernapasan (Direktur Jenderal Pengendalian Penyakit & Penyehatan Lingkungan, 2003).

Infeksi saluran pernapasan akut merupakan salah satu penyebab utama kematian pada bayi dan balita di negara berkembang. Sebagian besar hasil penelitian di negara berkembang menunjukkan bahwa 20 – 35% kematian bayi dan balita disebabkan oleh ISPA. Diperkirakan bahwa 2 – 5 juta bayi dan balita diberbagai negara setiap tahun meninggal karena ISPA. Dua pertiga dari kematian ini terjadi pada kelompok usia bayi, terutama bayi yang berusia 2 bulan pertama sejak kelahiran (WHO, 2003). Sedangkan di Indonesia berdasarkan hasil Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) 2001 proporsi kematian pada bayi mencapai 27,6% dan proporsi kematian pada balita mencapai 22,8%. Data Survei Kesehatan Nasional (Surkesnas) 2001 menunjukkan prevalensi ISPA pada bayi mencapai 38,7% dan pada balita mencapai 42,2% (Djutharta, dkk., 2005).

Efek kesehatan dari berbagai pencemar udara telah dipelajari dan diyakini di negara-negara Eropa dan di negara-negara besar lainnya. Laporan *World Health Organization – EURO* (2004) yang baru saja diumumkan di Berlin, Copenhagen, dan Roma antara lain menyebutkan adanya hubungan antara partikel debu di udara dengan berbagai macam penyakit saluran pernafasan. Pencemar udara tersebut juga dapat menjadi peningkatan jumlah kematian akibat penyakit paru-paru dan jantung. Selain itu, dipercaya bahwa partikel debu tersebut merupakan kontributor utama dalam penurunan umur harapan hidup satu tahun atau lebih bagi mereka yang tinggal

di kota-kota besar Eropa. Terbukti juga pencemaran udara tersebut berhubungan dengan peningkatan angka kematian bayi di daerah yang tinggi polusi udaranya.

Penyakit ISPA pada balita usia 0 – 59 bulan menempati urutan pertama dari 10 penyakit terbanyak di Kabupaten Karimun yaitu sebesar 28% (Profil Kesehatan Kabupaten Karimun, 2007). Sedangkan di Kecamatan Meral pada wilayah kerja Puskesmas Meral, ISPA pada balita usia 0 – 59 bulan juga menempati urutan pertama dari 10 penyakit terbanyak yaitu sebesar 33,1% (Laporan Tahunan Puskesmas Meral, 2007). Melihat tingginya kasus ISPA pada balita usia 0 – 59 bulan di wilayah kerja Puskesmas Meral diduga salah satu faktor penyebabnya adalah terpaparnya sebagian penduduk terutama balita oleh debu penambangan granit.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Dalam proses penambangan granit dengan emisi debunya mempengaruhi kualitas udara dalam rumah dan berisiko terhadap timbulnya gangguan ISPA pada balita yang bermukim di sekitarnya. Selain kualitas udara dalam rumah, faktor-faktor lain yang juga berhubungan dengan kejadian gangguan ISPA pada balita adalah kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik individu.

## **1.3. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini adalah apakah ada hubungan kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dan kondisi lingkungan rumah dengan gangguan ISPA pada balita di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit?

## **1.4. Tujuan Penelitian**

### **1.4.1. Tujuan Umum**

Mengkaji hubungan kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit.

### **1.4.2. Tujuan Khusus**

- 1) Diketuainya kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun.
- 2) Diketuainya kejadian gangguan ISPA pada balita di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun.
- 3) Diketuainya hubungan kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun.
- 4) Diketuainya hubungan kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik individu balita dengan gangguan ISPA pada balita di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun.
- 5) Diketuainya faktor-faktor dominan yang mempengaruhi kejadian gangguan ISPA pada balita di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan masukan :

### **1. Dalam bidang keilmuan**

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk studi atau penelitian yang sejenis.

## 2. Dalam bidang metodologis

Diharapkan akan merangsang peneliti lain untuk melakukan penelitian yang sejenis dengan karakteristik wilayah yang berbeda sehingga dapat ditemukan faktor-faktor spesifik yang mempengaruhi gangguan ISPA.

## 3. Dalam bidang program

Dapat ditentukan kebijakan dalam rangka penyusunan program penanggulangan maupun pencegahan gangguan ISPA yang bertujuan untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat di wilayah-wilayah yang sesuai dengan karakteristik daerahnya masing-masing.

### 1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Kejadian gangguan ISPA pada balita dipengaruhi oleh banyak faktor. Dalam penelitian ini faktor risiko yang diteliti adalah kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah yang merupakan variabel pemajanan, kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik individu dengan terjadinya gangguan ISPA pada balita yang tinggal di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit yaitu Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang Kecamatan Meral Kabupaten Karimun. Penelitian dilaksanakan pada Maret – April 2008, dengan subyek yang diteliti adalah balita usia 0 - 59 bulan. Penelitian ini menggunakan desain studi *cross sectional* untuk mengetahui hubungan partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita.

Pengukuran parameter  $PM_{10}$ , suhu dan kelembaban dalam rumah hanya dilakukan satu kali pada saat kunjungan di ruangan balita sering tidur. Lama pengukuran ditetapkan selama 60 menit pada masing-masing rumah responden.

Waktu pengukuran dibatasi sesuai dengan jam kerja pada perusahaan pertambangan granit, yaitu antara jam 09.00-17.00 WIB.

Variabel independen lainnya yang diteliti meliputi kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik individu. Kondisi fisik rumah diukur dan diobservasi melalui daftar pertanyaan, meliputi rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian, jenis dinding, letak dapur dan lubang asap dapur serta sumber polutan dalam rumah yang meliputi asap rokok, penggunaan obat nyamuk dan jenis bahan bakar memasak. Karakteristik individu juga diukur menggunakan daftar pertanyaan meliputi imunisasi balita yang bersangkutan dengan melihat Kartu Menuju Sehat (KMS) dan untuk menentukan status gizi balita dengan antropometri berdasarkan indeks BB/U (berat badan per umur). Sedangkan status ada tidaknya gangguan ISPA pada balita ditelusuri berdasarkan gejala-gejala gangguan ISPA yang dialami pada saat penelitian hingga dua minggu ke belakang.

Selanjutnya faktor-faktor tersebut dianalisis menggunakan univariat, bivariat dan multivariat yang dihubungkan keterkaitannya dengan gangguan ISPA pada balita.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pencemaran Udara

Salah satu penyebab utama dari perubahan lingkungan di udara adalah pencemaran udara, yaitu masuknya zat pencemar, baik dalam bentuk gas-gas dan partikel kecil atau aerosol ke dalam udara. Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat berlangsung secara alamiah misalnya asap kebakaran hutan, akibat letusan gunung, debu meteorit, spora tanaman, pancaran garam dari laut dan lain sebagainya. Juga sebagian disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktifitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi maupun pembakaran serta kegiatan rumah tangga (Soedomo, M, 1999).

Pencemaran udara dapat didefinisikan sebagai kehadiran satu atau lebih substansi atau kontaminan di atmosfer pada jumlah yang dapat menimbulkan pengaruh buruk pada kesehatan dan kesejahteraan manusia, binatang, tumbuhan, material dan dapat mengganggu dan merusak kenyamanan di udara bebas (Cooper & Alley, 1994). Sedangkan menurut Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (2004) pencemaran udara diartikan sebagai hadirnya kontaminasi atmosfer oleh gas, cairan atau limbah padat serta produk samping dalam konsentrasi dan waktu yang sedemikian rupa, sehingga menciptakan gangguan, kerugian atau memiliki potensi merugikan terhadap kesehatan dan kehidupan manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan atau benda serta menciptakan ketidaknyamanan. Pencemaran udara dapat membahayakan kesehatan manusia, kelestarian tanaman dan hewan, dapat merusak

bahan-bahan bangunan, menurunkan daya penglihatan dan menghasilkan bau yang tidak menyenangkan.

Jenis-jenis zat pencemar udara jika dilihat dari ciri fisik dapat digolongkan menjadi pencemaran dalam bentuk partikulat, yaitu partikel-partikel padat yang terdispersi dalam fasa gas maupun fasa cair seperti debu, aerosol dan timah hutan; dan pencemar dalam bentuk gas, seperti CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S serta Hidrokarbon. (Cooper & Alley, 1994)

Sumber pencemaran udara dapat dikategorikan atas sumber bergerak dan sumber tidak bergerak, yang meliputi berbagai sektor termasuk transportasi, industri, dan domestik. Pada umumnya proses pembakaran bahan bakar fosil, baik yang di dalam mesin (transportasi), proses pembakaran dan pengolahan industri, maupun pembakaran terbuka (domestik) mengeluarkan pencemar-pencemar udara yang hampir sama; walaupun secara spesifik jumlah relatif masing-masing pencemar yang diemisikan tergantung pada karakteristik (properti) bahan bakar dan kondisi pembakaran (Wardana, 2001).

## 2.2. Partikulat

Secara sederhana partikulat dapat diartikan sebagai salah satu substansi yang selalu ada dalam udara dan berpotensi mencemari udara. Udara itu sendiri, secara umum adalah salah satu faktor pendukung kehidupan di muka bumi dan merupakan campuran gas-gas oksigen, nitrogen dan gas-gas lain. Komponen-komponen yang terdapat dalam udara ambien bukan hanya terbatas pada bentuk gas saja, melainkan terkandung juga di dalamnya zat-zat lain yaitu uap air dan partikulat (Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah, 2004).

Partikulat dapat didefinisikan sebagai padatan tersuspensi yang melayang di udara dan partikel cair yang berukuran lebih besar daripada sebuah molekul (molekul memiliki rata-rata  $0,002 \mu\text{m}$ ) tetapi lebih kecil dari  $500 \mu\text{m}$  dimana ukuran partikulat bervariasi antara  $100$  sampai kecil dari  $0,1 \mu\text{m}$  dengan waktu tinggal beberapa detik sampai beberapa bulan (Wark & Warner, 1981). Menurut Lipfert (1994) yang termasuk golongan partikulat adalah asap, debu, *total suspended particulate* (TSP), *inhalable particulate* (IP atau  $\text{PM}_{10}$ , yang kadang-kadang disebut juga *thoracic particles*) dan *coefficient of haze* (CoH). Sedangkan menurut WHO (1997) partikulat didefinisikan sebagai sejumlah benda padat atau benda cair dalam bermacam-macam ukuran, jenis dan bentuk yang tersebar di udara berasal dari sumber-sumber antropogenik dan sumber alami.

### 2.2.1. Sumber Partikulat

Secara garis besar, sumber-sumber emisi partikulat digolongkan ke dalam dua kelompok, yaitu sumber alamiah dan sumber antropogenik (Seinfeld, 1986). Sumber partikulat alamiah antara lain meliputi emisi-emisi partikel dari aktifitas gunung berapi, debu yang berasal dari tanah dan pecahan-pecahan batu, kebakaran, semburan air laut (*sea spray*) dan reaksi-reaksi antara emisi gas alami seperti  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan lain-lain. Sumber-sumber antropogenik adalah emisi yang berhubungan dengan aktifitas manusia. Dalam hal ini, sumber antropogenik ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu sumber bergerak (*mobile source*) dan sumber diam (*stationary source*). Emisi partikulat yang berasal dari sumber diam diantaranya meliputi pembakaran bahan bakar, proses-proses industri, pembangkit tenaga dan aktifitas non-industri. Sedangkan sumber emisi partikulat bergerak pada umumnya dari sektor transportasi.

Partikulat terbagi dalam bermacam-macam bentuk (Seinfeld, 1986), yaitu dalam bentuk aerosol (terdispersi dalam gas), debu (partikel yang terbentuk dari pecahan benda padat), fog atau kabut (fasa pendispersinya adalah cair), *fume* atau asap (partikel padat terbentuk dari hasil kondensasi, sublimasi atau reaksi kimia dari uap air), *haze* (kombinasi tetesan air, gas-gas dan debu), *mists* (partikel cair), partikel (zat-zat padat atau cair), *smoke* atau asap (karbon dari material pembakaran), *smog* (bentuk susunan dari *smoke* dan *fog*) dan jelaga.

Sebagai salah satu pencemar, partikulat termasuk ke dalam kelompok pencemar *criteria pollutants*, yaitu kelompok substansi dalam udara yang dianggap sebagai zat yang dapat menimbulkan risiko umum kesehatan masyarakat. Zat-zat yang termasuk ke dalam kelompok *criteria pollutants* merupakan zat-zat yang biasanya ditemukan dan tersebar luas di dalam udara perkotaan. Zat-zat itu terdiri dari partikulat, sulfurdioksida, nitrogendioksida, karbonmonoksida, ozon, plumbum, dan *volatile organic compounds*. Selain kelompok pencemar *criteria pollutants*, ada juga kelompok zat pencemar berbahaya (*hazardous air pollution*) yang lebih banyak ditemukan di dalam udara industri dan lingkungan tempat kerja daripada di dalam udara terbuka (Lipfert, 1994).

### 2.2.2. Karakteristik Partikulat

Partikulat di atmosfer berada pada suatu rentang ukuran 0,002 - 100  $\mu\text{m}$ . Proses koagulasi dan proses pecahan produk hasil reaksi fasa gas dengan tekanan rendah di udara ambien, berperan dalam pembentukan partikel yang berada pada rentang akumulasi dan umumnya dapat pula dihasilkan dari proses pembakaran. Karena karakteristiknya yang tidak terlalu jauh berbeda maka ke dua rentang ini diklasifikasikan sebagai partikulat halus. Partikulat dapat dibedakan berdasarkan

bentuk diameternya yaitu *fine particle* atau lebih dikenal dengan  $PM_{2,5}$  yang mempunyai diameter ukuran kurang dari  $2,5 \mu m$ , pada umumnya berasal dari kendaraan bermotor, pembangkit listrik, pabrik industri dan perumahan. Sedangkan partikel-partikel dengan diameter lebih besar dari  $2,5 \mu m$ , dengan sumber emisi dari proses-proses mekanis, digolongkan sebagai partikel kasar atau lebih dikenal dengan *coarse particles*. Biasanya bersumber dari pekerjaan kasar, seperti pembuatan jalan, debu jalan, proses penggilingan bahan material pada industri pertambangan dan lain sebagainya. *Coarse particles* biasanya berada di udara ambien karena adanya erosi angin yang mengangkat debu tanah naik ke udara (Lestari, P, et al., 2002).

Berdasarkan bentangan waktu antara mulai terpajannya partikulat sampai dengan timbulnya efek, dampak kesehatan yang terjadi dinyatakan dalam efek kesehatan jangka pendek dan efek kesehatan jangka panjang. Misalnya, efek kesehatan jangka pendek terjadi karena dampak iritasi yang ditimbulkan oleh partikulat pada mukosa saluran pernapasan dan kelopak mata, sedangkan efek kesehatan jangka panjang terjadi jika akumulasi partikulat menimbulkan dampak pada sistem organ yang lebih dalam pada manusia atau juga terjadi pada sistem saluran pernapasan. Dalam hal ini, partikulat yang semula merupakan salah satu komponen normal udara karena jumlah dan perannya berlebihan, berubah menjadi zat pencemar udara. Dengan kata lain, jumlah partikulat merupakan faktor penentu apakah partikulat yang biasanya berada dalam udara ambien akan berperan menjadi pencemar udara atau hanya sebagai komponen yang ikut serta dalam udara biasa (WHO, 2006). Inilah karakteristik partikulat yang menjadikannya sebagai faktor risiko timbulnya efek gangguan kesehatan masyarakat. Beberapa karakteristik partikulat lain yang penting, yang terkait dengan kesehatan, adalah karakteristik fisika, kimia dan biologi.

## 1) Karakteristik Fisika

Karakteristik fisik partikulat ditentukan oleh sifat pengendapan dan sifat optisnya terhadap cahaya. Sifat pengendapan partikel menjadi penting karena pengendapan adalah proses *self clearing* untuk menghilangkan partikel dari atmosfer. Sedangkan sifat optis partikulat terhadap cahaya dapat mengakibatkan reduksi visibilitas. Partikel yang efektif dalam mereduksi visibilitas berada pada rentang gelombang cahaya tampak (0,38 – 0,76  $\mu\text{m}$ ) (Wark & Warner, 1981).

Partikulat debu melayang (*Suspended Particulate Matter/SPM*) merupakan campuran dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang sangat rumit tersebar di udara dengan diameter yang sangat kecil, mulai kurang dari 1 mikron sampai dengan maksimal 500 mikron. Partikulat debu tersebut berada di udara dalam jangka waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan. Selain dapat berdampak terhadap kesehatan, partikulat debu juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan juga mengadakan berbagai reaksi kimia di udara (BPLH DKI Jakarta, 2004).

Oleh karena komposisi partikulat debu di udara yang rumit dan pentingnya ukuran partikulat dalam menentukan pajanan, banyak istilah yang digunakan untuk menyatakan partikulat debu di udara. Beberapa istilah yang digunakan mengacu pada metode pengambilan sampel udara seperti : *Suspended Particulate Matter (SPM)*, *Total Suspended Particulate (TSP)* dan asap hitam. Istilah lainnya lebih mengacu pada tempat di saluran pernapasan partikulat debu dapat mengendap, seperti *inhalable/thoracic particulate* yang terutama mengendap di saluran pernapasan bagian bawah, yaitu di bawah pangkal tenggorokan (*larynx*).

Istilah lainnya yang sering digunakan adalah  $PM_{10}$  (partikulat debu dengan ukuran diameter aerodinamik  $< 10$  mikron), yang mengarah pada unsur fisiologi maupun metode pengambilan sampel (Purwana, 1999).

## 2) Karakteristik Kimia

Ukuran partikel yang berada di udara menunjukkan adanya perbedaan komposisi kimia yang nyata antara partikel halus dan partikel kasar (Finlayson, et al., 1986).

Komposisi kimia partikulat terbagi menjadi :

### a. Partikulat organik

Partikulat yang mengandung senyawa organik, misal PAH (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*). Berasal dari pembuangan sisa pembakaran kendaraan bermotor dan umumnya berada pada rentang ukuran partikel halus. Senyawa organik ini dapat memasuki saluran pernapasan sehingga mengakibatkan karsinogenik dan mutagenik pada manusia.

### b. Partikulat anorganik

Senyawa anorganik berada pada partikel halus dan partikel kasar. Partikel halus berasal dari reaksi-reaksi fasa gas dan proses pembakaran yang menghasilkan senyawa sulfat, nitrat, karbon, aluminium dan logam berat.

Komposisi kimia partikulat tergantung pada sumber partikulat. Penyebaran partikulat di udara dipengaruhi oleh perubahan-perubahan dinamika udara sehingga komposisi kimia partikulat pada suatu tempat tidak selalu sama jika diukur pada waktu yang berbeda (Seaton, et al., 1995). Analisis komposisi kimia merupakan salah satu cara untuk menentukan sumber/asal partikulat dalam penanggulangan pencemaran partikulat di udara (Oehme, et al., 1996).

### 3) Karakteristik Biologi

Partikulat di atmosfer dapat mengandung virus, bakteri, jamur, alga, protozoa dan serbuk sari. Mikroorganisme tidak dapat bertahan lama di atmosfer karena kurangnya nutrisi dan adanya pengaruh radiasi ultraviolet cahaya matahari. Namun beberapa organisme dapat membentuk spora sehingga dapat bertahan dalam waktu yang lebih lama. Spora dan serbuk sari ini umumnya dapat menyesuaikan diri dalam dispersi udara dan dapat ditemukan pada ketinggian di atas 2000 meter (Peavy & Rowe, 1985).

Udara bukan tempat aliamiah mikroba karena itu bentuk vegetatif akan cepat musnah, terutama di udara bebas, yang lebih dapat bertahan adalah spora-spora dan virus. Lamanya mikroba berada di udara tergantung dari kecepatan angin serta kelembaban udara, sedangkan banyaknya sangat ditentukan oleh aktifitas lingkungan setempat, misalnya di atas tanah yang subur akan didapat lebih banyak mikroba dibandingkan dengan udara di atas tanah yang tidak subur. Udara di atas tanah yang gundul mengandung lebih banyak mikroba dibandingkan dengan tanah yang tertutup tanaman. Atas dasar tersebut dapat dimengerti bahwa penularan penyakit lewat udara bebas sulit terlaksana, kecuali apabila penyakit yang disebabkan oleh mikroba berspora dan virus (Soemirat, 2000).

### 2.3. Partikulat Debu (PM<sub>10</sub>)

Zat ini sering disebut sebagai asap atau jelaga. Benda-benda partikulat ini sering merupakan pencemar udara yang paling kentara, dan biasanya juga paling berbahaya. Sistem Pemantauan Lingkungan Global yang di sponsori 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-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-zat nitrat dan sulfat. Di beberapa kota, sampai setengah jumlah benda partikulat yang disebabkan oleh manusia terbentuk dari perubahan sulfur dioksida menjadi partikel sulfat di atmosfer. Di kota-kota lain, zat-zat nitrat yang terbentuk dari proses yang sama dari oksida-oksida nitrogen dapat membentuk sepertiga atau lebih benda partikulat (Moore, C, 2007).

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

Partikulat di udara dapat berwujud dalam bentuk yang bervariasi mulai dari bulu binatang, serbuk tanaman dan bakteri udara sampai serat fiber, asbestos, debu, asap, dan partikel hasil pembakaran. Manusia sendiri ketika diam menghasilkan sampai 500.000 partikel (se-ukuran  $0,3 \mu m$ ) per menit, dan ketika aktif level tersebut dapat meningkat hingga 45.000.000 partikel per menit. Kelembaban dan temperatur sangat mempengaruhi penghasilan polutan ini (Fluke, 2005).

### 2.3.1. Kondisi Partikulat Debu (PM<sub>10</sub>) Saat Ini

Beberapa penelitian yang dilakukan di negara maju mengungkapkan tentang bahaya pencemaran udara terhadap kesehatan dengan menggunakan data partikulat (PM<sub>10</sub>) hasil pemantauan stasiun udara pada lokasi-lokasi tertentu yang dikaitkan dengan laporan angka kesakitan saluran pernapasan dari instansi kesehatan setempat. Keterkaitan antara partikulat udara luar dan angka kesakitan saluran pernapasan ini secara epidemiologi kurang meyakinkan karena bentuk penelitian ini adalah penelitian ekologi yang tidak menunjukkan hubungan berdasarkan keterpaparan individual, padahal keterpaparan individual merupakan dasar bagi penentuan hubungan sebab akibat secara kausal (Gamble dan Lewis, 1996).

Laporan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (1999), menyebutkan, dari mutu udara beberapa kota yaitu Jakarta, Pontianak, Jambi, Denpasar dan Serpong, hanya udara Denpasar terhitung yang masih aman<sup>3</sup> untuk dihirup. Sedangkan empat kota lainnya berpotensi menyebabkan gangguan ISPA. Diantara partikulat (*total suspended particulate*), karbonmonoksida, sulfurdiodoksida, nitrogenoksida dan ozon serta partikulat merupakan polutan yang paling berbahaya. Untuk ukuran di atas 50 mikron masih kasat mata dan tersaring di bulu hidung, tetapi partikulat di bawah 10 mikron tidak terlihat oleh mata. Bahkan, partikulat bisa langsung masuk paru-paru dan menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan.

Penelitian tentang partikulat udara di dalam ruangan dan dampaknya terhadap kesehatan lebih sedikit mendapat perhatian jika dibandingkan dengan penelitian tentang partikulat udara di luar ruangan. Meskipun faktanya pajanan konsentrasi partikulat dalam ruangan dapat lebih tinggi daripada di luar ruangan, karena bahan pencemar yang dilepas di dalam ruangan seribu (1000) kali lebih cepat mencapai Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

paru-paru manusia daripada bahan pencemar yang dilepaskan di luar ruangan (Bapedal, 1999). Penyebab tingginya kadar  $PM_{10}$  dalam rumah adalah karena adanya sumber-sumber partikulat dalam rumah serta aktifitas manusia di dalam rumah (Holopainen, et al, 2006).

Baku mutu tertinggi yang diperkenankan untuk kelompok bahan pencemar spesifik dan pedoman kenyamanan dalam ruangan untuk parameter fisik yang spesifik diuraikan dalam *Guideline for Good Indoor Air Quality* menetapkan nilai ambang batas atau konsentrasi tertinggi yang diperkenankan untuk bahan partikel tersuspensi (*TSP*) adalah  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Pudjiastuti, dkk, 1998). Agar dapat dibandingkan dengan *TSP*, ditetapkan pula rasio antara  $PM_{10}$  dan *TSP*, yaitu antara 50 persen sampai dengan 60 persen. Berarti antara 40 sampai dengan 50 persen kadar *TSP* terdiri dari partikulat-partikulat yang berukuran lebih besar dari 10 mikron (Dockery dan Pope III, 1994).

Selanjutnya nilai ambang batas seperti yang tertera dalam Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 829/Menkes/SK/VII/1999 menetapkan untuk kadar debu total *TSP* adalah  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan perkiraan kadar  $PM_{10} = 60\% \text{ TSP}$ , maka kadar  $PM_{10}$  maksimal dalam rumah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **2.3.2. Mekanisme Partikulat Masuk ke Dalam Saluran Pernapasan**

Saat manusia bernapas, partikel- partikel yang menyusun aerosol, misalnya partikel kecil yang melayang di udara akan terkumpul disepanjang saluran pernapasan. Tempat pengumpul partikel itu 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

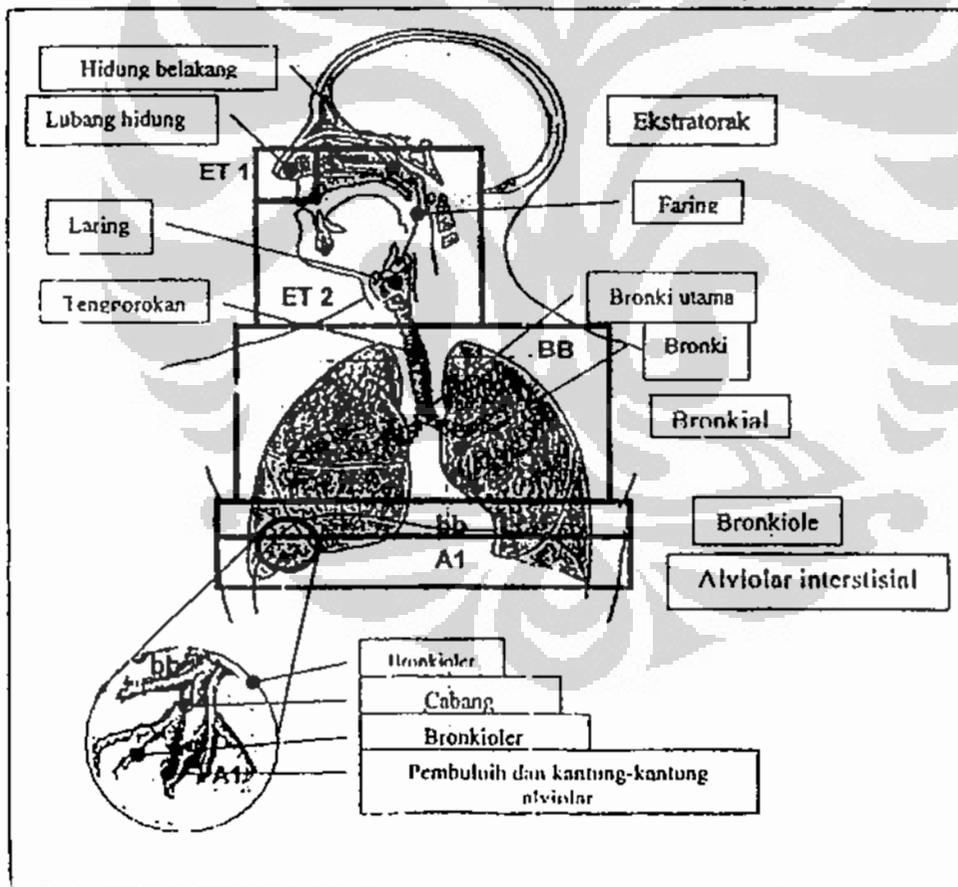
berukuran 5 – 30  $\mu\text{m}$  akan mengendap terutama disaluran pernapasan bagian atas (hidung dan tenggorokan). Jarak/kedalaman penetrasi akan bertambah seiring penurunan ukuran aerosol, dan aerosol yang berukuran 1 – 5  $\mu\text{m}$ , sebagian besar akan terkumpul disaluran pernapasan bagian bawah (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  $\mu\text{m}$  ke bawah dapat mencapai alveolus. Di alveolus, aerosol akan diabsorpsi ke dalam sistem darah atau dibersihkan oleh sel-sel imun (*makrofag*) yang akan menelan partikel tersebut (Wydiastuti, P, 2005).

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).

Untuk memperkirakan distribusi pengendapan dan proses pembuangan (*clearance*) partikel organik di dalam saluran pernapasan diperlukan model morfometrik. *International Commission on Radiologi Protection* merekomendasikan model saluran pernapasan yang dibagi dalam 4 daerah anatomi (ICRP, 1994) seperti terlihat pada gambar 2.1 yaitu :

- 1) Daerah Ekstratorak (ET) terdiri dari hidung (ET1) dan hidung belakang (ET2) yaitu laring, faring dan mulut.
- 2) Daerah Bronkial (BB) terdiri dari tenggorokan (trachea) dan bronchi.
- 3) Daerah bronkiolar (bb) terdiri dari bronkiolus dan cabang (terminal) bronkiolus.
- 4) Daerah Alveolar-Interstisial (A1) terdiri dari bronkiolus pernapasan, pembuluh dan kantong alveolar serta jaringan pembuluh interstisial pengendapan partikel.

**Gambar 2.1.** Pembagian Saluran Pernapasan Menurut ICRP-66



Sumber : " Health Physics" October 2001 Volume 81, Number 4

### 2.3.3. Dampak Partikulat Terhadap Kesehatan

Subtansi pencemar yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan. Jauhnya penetrasi zat pencemar ke dalam tubuh manusia bergantung kepada jenis pencemar. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat mencapai paru-paru. Dari paru-paru zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh. Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISPA, termasuk diantaranya asma, bronkhitis dan gangguan saluran pernapasan lainnya (Soedomo, 1999).

Secara spesifik gas pencemar di udara dengan reaksi kimia umumnya melalui pernapasan dapat membentuk bahan pencemar sekunder yang menimbulkan pajanan pada manusia. Sedangkan pencemaran udara dalam bentuk debu biasanya menyebabkan penyakit pernapasan kronis, seperti bronkhitis kronis, emphysema paru, asma bronkhial bahkan kanker paru-paru. Partikel dengan ukuran antara 0,1-10 mikron merupakan sumber pencemar udara yang utama, karena secara fisik tidak terlihat nyata dan berada di atmosfer dalam waktu yang lama (Koren, 2003a).

*United States Environmental Protection Agency* (2005) menyatakan bahwa *Particulate Matter 10* atau *Coarse Particle* merupakan partikel yang berukuran kurang dari 10 mikron (2,5 – 10 mikron) dan diakui memiliki hubungan yang erat dengan kesehatan terutama saluran pernapasan karena partikel ini dapat memasuki saluran pernapasan melalui hidung, tenggorokan kemudian masuk ke paru-paru.

Efek kesehatan pajanan  $PM_{10}$  dalam waktu singkat dapat mempengaruhi reaksi radang paru-paru, ISPA/gejala pada saluran pernapasan, meningkatkan efek pada sistem kardiovaskuler, meningkatnya perawatan gawat darurat, peningkatan

penggunaan obat serta peningkatan kematian. Sedangkan efek kesehatan jangka panjang menunjukkan adanya peningkatan gejala pada saluran pernapasan bawah, eksaserbasi asma, penurunan fungsi paru pada anak-anak, peningkatan obstruktif paru-paru kronis, penurunan fungsi paru pada orang dewasa, penurunan rata-rata usia harapan hidup, terutama kematian akibat cardiopulmonary dan probabilitas kejadian kanker paru. Dengan kata lain, partikulat merupakan prediktor mortalitas dan morbiditas pada masyarakat (WHO, 2006).

#### **2.4. Kondisi Kesehatan Perumahan dan Lingkungan Pemukiman**

Kondisi perumahan dan lingkungan pemukiman adalah kondisi fisik, kimia dan biologik di dalam rumah, di lingkungan rumah dan perumahan sehingga memungkinkan penghuni mendapatkan derajat kesehatan yang optimal. Persyaratan kesehatan perumahan dan lingkungan pemukiman adalah ketentuan teknis kesehatan yang wajib dipenuhi dalam rangka melindungi penghuni dan masyarakat yang bermukim di perumahan dan/atau masyarakat sekitar dari bahaya atau gangguan kesehatan. Persyaratan kesehatan perumahan yang meliputi persyaratan lingkungan pemukiman serta persyaratan rumah itu sendiri, sangat diperlukan karena pembangunan perumahan berpengaruh sangat besar terhadap peningkatan derajat kesehatan individu, keluarga dan masyarakat (Keman, S, 2005).

Menurut WHO, rumah adalah struktur fisik atau bangunan untuk tempat berlindung, dimana lingkungan berguna untuk kesehatan jasmani dan rohani serta keadaan sosialnya baik untuk kesehatan keluarga, individu dan masyarakat (Kusnanto H, 2001). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa rumah sehat adalah bangunan tempat berlindung dan beristirahat serta sebagai sarana pembinaan

keluarga yang menumbuhkan kehidupan sehat secara fisik, mental dan sosial, sehingga seluruh anggota keluarga dapat bekerja secara produktif. Oleh karena keberadaan perumahan yang sehat, aman, serasi, teratur sangat diperlukan agar fungsi dan kegunaan rumah dapat terpenuhi dengan baik.

Penyakit atau gangguan pernapasan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang buruk. Lingkungan yang buruk tersebut dapat berupa kondisi fisik perumahan yang tidak mempunyai ventilasi, kepadatan hunian, jenis lantai, jenis dinding, asap dapur, suhu dan kelembaban dalam rumah. Lingkungan perumahan sangat berpengaruh terhadap kejadian ISPA (Ranuh, 1997).

#### **2.4.1. Rasio Luas Jendela/Luas Kamar**

Untuk memungkinkan pergantian udara secara lancar diperlukan minimum luas lubang ventilasi tetap 5% luas lantai, dan jika ditambah dengan luas lubang yang dapat memasukkan udara lainnya (celah pintu/jendela, lubang anyaman bambu dan sebagainya) menjadi berjumlah 10% luas lantai. Kurangnya ventilasi akan menyebabkan proses sirkulasi udara dalam rumah berjalan tidak normal serta udara dalam rumah terasa panas, diperberat lagi apabila rumah padat penghuni akan menyebabkan kurangnya O<sub>2</sub> (oksigen) dalam rumah sehingga kadar CO<sub>2</sub> yang bersifat racun bagi penghuni rumah menjadi meningkat. Sirkulasi udara rumah yang baik akan mengurangi kadar partikulat, sebaliknya apabila ventilasi tidak memenuhi syarat menyebabkan peningkatan kadar partikulat di dalam ruangan. Selain itu ventilasi yang baik dapat membebaskan udara ruangan dari bakteri-bakteri terutama bakteri patogen karena melalui ventilasi selalu terjadi pertukaran aliran udara yang terus-menerus. Bakteri yang terbawa oleh udara akan selalu mengalir. Fungsi lainnya adalah untuk menjaga agar ruangan rumah selalu tetap pada kelembaban (humidity)

yang optimum. Udara yang masuk sebaiknya udara yang bersih dan bukan udara yang mengandung debu atau bau (Soewasti, S. S., dkk, 2000). Disamping itu tidak cukupnya luas ventilasi akan menyebabkan kelembaban udara di dalam ruangan naik karena terjadi proses penguapan cairan dari kulit dan penyerapan. Kelembaban akan merupakan media yang baik untuk bakteri-bakteri patogen (bakteri-bakteri penyebab penyakit) (Notoatmodjo, S, 2003).

#### **2.4.2. Kepadatan Hunian**

Berkembangnya industri-industri di suatu daerah akan menyebabkan urbanisasi penduduk, sehingga penduduk di daerah industri tersebut akan semakin padat. Hal ini akan mengakibatkan keadaan perumahan yang padat dan kondisi bangunan yang tidak memadai. Kondisi demikian sangat mempengaruhi kesehatan penghuni rumah di daerah tersebut. Persyaratan kepadatan hunian dinyatakan dalam  $m^2$  per orang. Rumah dikatakan padat penghuninya apabila perbandingan luas lantai seluruh ruangan rumah dengan jumlah penghuni kecil dari  $10 m^2$ /orang, sedangkan ukuran yang dipakai untuk luas lantai ruang tidur minimal  $3 m^2$  per orang dan untuk mencegah penularan penyakit (misalnya penyakit pernapasan) jarak antara tepi tempat tidur yang satu dengan yang lain minimum 90 cm (Depkes, R.I, 2002). Kamar tidur sebaiknya tidak dihuni lebih dari 2 orang, kecuali untuk suami, istri, serta balita dibawah umur 2 tahun yang biasanya masih membutuhkan kehadiran orang tuanya.

Apabila ada salah satu anggota keluarga yang terkena penyakit terutama penyakit saluran pernapasan sebaiknya jangan tidur sekamar dengan anggota keluarga yang lain.

Menurut Achmadi (1993) anak yang tinggal di rumah yang padat ( $< 10 m^2$ /orang) akan mendapatkan risiko untuk mengalami ISPA sebesar 1,75 kali

dibandingkan anak yang tinggal di rumah yang tidak padat. Lebih lanjut Tupasi (1995) mengatakan kepadatan hunian yang banyak berperan pada kejadian ISPA ialah kepadatan hunian kamar tidur (*sleeping density*) yang umumnya sangat rawan di negara yang sedang berkembang. Jika kepadatan hunian di kamar tidur melebihi 3 orang dalam 1 kamar tidur maka besarnya risiko anak terkena ISPA adalah 1,2 kalinya. Semakin padat jumlah penghuni maka akan semakin cepat udara di dalam rumah mengalami pencemaran.

#### **2.4.3. Jenis Dinding**

Jenis dinding rumah yang ada di Indonesia mulai dari anyaman daun rumbia, anyaman bambu, papan/kayu, pasangan bata sampai beton bertulang. Dinding anyaman daun rumbia, anyaman bambu dan papan/kayu masih dapat ditembus oleh udara, jadi dapat memperbaiki perhawaan, tetapi sulit untuk dapat menjamin kebersihannya dari debu yang menempel. Apabila terdapat penghuni yang menderita sakit pernapasan maka kuman pathogen juga ada dalam debu yang menempel pada dinding. Oleh karena itu rumah sebaiknya memakai dinding permanen dari bahan yang mudah dibersihkan (Soewasti, S. S., dkk, 2000).

#### **2.4.4. Letak Dapur**

Dapur berfungsi sebagai tempat untuk memasak, karena itu seluruh kegiatannya selalu berhubungan dengan panas, asap dan debu, sehingga dapur mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi kualitas udara dalam rumah. Dalam penataan ruangan di dalam rumah, yang paling utama adalah jumlah ruangan sesuai dengan kebutuhan dan bagaimana meletakkan posisi dapur sehingga tidak menyebabkan asap dari dapur masuk ke ruangan lain dalam rumah. Asap dapur dapat menyebabkan terjadinya gangguan saluran pernapasan dan gangguan penglihatan.

Hasil penelitian Juliastuti (2000) menyebutkan bahwa pada balita yang tinggal di rumah yang letak dapurnya menyatu atau berada di dalam rumah mempunyai risiko menderita pneumonia 5,17 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan letak dapur yang terpisah dari rumah.

#### **2.4.5. Lubang Asap Dapur**

Dapur yang baik harus terpisah dari ruangan yang lainnya, lantai terbuat dari bahan kedap air, persediaan air bersih yang cukup, mempunyai tempat sampah, ruang dapur juga harus dilengkapi dengan lubang pembuangan asap dan tersedianya sarana penyimpanan makanan yang aman. Rumah yang tidak memiliki lubang asap dapur dapat memperburuk keadaan paru-paru penghuni rumah tersebut yang menderita ISPA (Ditjen PP & PL, 2003).

#### **2.4.6. Suhu dan Kelembaban**

Udara segar berguna untuk menjaga temperatur dan kelembaban dalam kamar. Umumnya temperatur kamar 22 °C – 30 °C. Suhu udara dalam ruangan berhubungan dengan faktor kenyamanan dalam ruangan. Suhu udara yang tinggi menyebabkan tubuh akan kehilangan garam dan air sehingga akan terjadi kejang dan atau kram dan akan mengalami perubahan dalam metabolisme dan sirkulasi darah.

Pada lingkungan yang ada di dalam ruangan, sekitar 25% dari panas tubuh diemisikan oleh transpirasi. Sebagai temperatur udara ambien dan meningkatnya aktifitas metabolisme, transpirasi ditandai dengan tingginya kelembaban relatif, sehingga menghasilkan panas yang tidak nyaman. Dengan kata lain udara kering pada temperatur rendah sampai dengan normal membuat kehilangan transpirasi dan mengakibatkan dehidrasi (Pudjiastuti, dkk, 1998).

Pengaturan kelembaban sangat penting dalam ruangan. Kelembaban yang tinggi dan debu dapat menyebabkan berkembangbiaknya organisme patogen maupun organisme yang bersifat alergen serta pelepasan formaldehid dari material bangunan. Sedangkan tingkat kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan kekeringan/iritasi pada membran mukosa, iritasi mata dan gangguan sinus. Rumah hendaknya menjadi tempat untuk menyimpan udara yang segar dengan suhu udara yang nyaman berkisar antara 18 °C – 30 °C, sedangkan kelembaban berkisar antara 40% - 70% (Depkes, R.I, 2002).

Penelitian yang dilakukan oleh Santi (2003) menyatakan bahwa balita yang tinggal di rumah yang kelembabannya tidak memenuhi syarat, mempunyai risiko terkena ISPA sebesar 3,7 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah yang kelembabannya memenuhi syarat.

## **2.5. Sumber Polutan Dalam Rumah**

Kualitas udara dipengaruhi oleh adanya bahan polutan di udara. Polutan di dalam rumah kadarnya berbeda dengan bahan polutan di luar rumah. Peningkatan bahan polutan di dalam ruangan dapat pula berasal dari sumber polutan di dalam rumah seperti asap rokok, asap dapur dan pemakaian obat nyamuk (Mukono, 1997).

### **2.5.1. Asap Rokok**

Sumber asap rokok di dalam ruangan (*indoor*) lebih membahayakan daripada di luar ruangan karena sebagian besar orang menghabiskan 60% - 90% waktunya selama satu hari penuh (24 jam) di dalam ruangan. Asap rokok yang dikeluarkan seorang perokok umumnya mengandung zat-zat yang berbahaya antara lain tar yang mengandung bahan kimia beracun dapat merusak sel paru-paru dan menyebabkan

sakit kanker, karbon monoksida (CO) sebagai gas beracun yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan darah membawa oksigen, nikotin merupakan zat kimia perangsang yang dapat merusak jantung dan sirkulasi darah serta membuat pemakai nikotin kecanduan. *Environment Tobacco Smokes/ETS* membedakan asap rokok dengan dua istilah (Kusnoputranto & Susanna, 2000), yaitu :

1. *Sidestream* (aliran samping) : asap yang tidak berasal dari asap buangan rokok yang keluar dari mulut perokok tetapi dari ujung rokok yang terbakar melalui kertas.
2. *Mainstream* (aliran utama) : asap rokok yang berasal dari hasil buangan mulut selama fase pembakaran rokok.

Lingkungan berasap rokok adalah campuran asap *side stream* dan asap *main stream*. *Main stream smoke* atau asap yang dihisap perokok, besarnya hanya 4% padahal asap rokok yang dikeluarkan rokok terbakar saat tidak dihisap (*side stream smoke*) besarnya 96% dari total masa pembakaran rokok. *Side stream smoke* lebih berbahaya bagi kesehatan daripada asap *mainstream* karena terbakar pada suhu tinggi dan tanpa saringan lepas ke udara. Asap *sidestream* juga mengandung lebih banyak zat berbahaya daripada asap *mainstream* yang dihisap perokok (Zhang & Smith, 2003).

Paparan terhadap ETS disebut merokok pasif (*pasive smoking*) atau *involuntary smoking* yang dapat dikatakan terpaksa merokok. Kegiatan merokok tidak saja menyebarkan asap ke udara tetapi juga partikel-partikel non asap. Salah satu dampak kesehatan karena ETS adalah gangguan pernapasan pada anak-anak terutama balita. Balita yang orangtuanya perokok mempunyai risiko lebih besar terkena gangguan saluran pernapasan dengan gejala sesak napas, batuk dan lendir

yang berlebihan. Disamping itu rokok juga mengotori udara dalam rumah (*indoor pollution*), sisa hasil pembakaran rokok yang bersifat partikulat tetap berada di dalam rumah apabila rumah tidak dibersihkan (Depkes, R.I, 2005).

Semua studi mengenai polusi udara dalam ruang oleh asap rokok menunjukkan bahwa asap rokok merupakan bahaya utama terhadap kesehatan. Campuran asap tersebut lebih dari 4000 jenis senyawa, banyak diantaranya telah terbukti bersifat racun atau menimbulkan kanker pada manusia dan sebagian besar adalah bahan iritan yang kuat.

Sebanyak 43 zat karsinogen telah diidentifikasi, termasuk diantaranya : *nitrosmines, benza(a)pyrene, kadmium, nikel* dan *zinc*. Karbon monoksida, nitrogen oksida dan partikulat juga merupakan beberapa diantara bahan-bahan beracun yang terkandung dalam rokok (Kusnoputranto, 1995). Laporan penelitian menunjukkan bahwa orang yang merokok dan orang yang tinggal dengannya akan menerima pajanan yang lebih besar dari *ultrafine* partikel dan komponen *environment tobacco smokes* lainnya dibandingkan orang yang bukan perokok, oleh karena itu hal ini dapat merupakan faktor yang meningkatkan kerentanan terhadap PM10 (Stone, 2002). Penelitian lain menunjukkan bahwa orangtua perokok merupakan faktor risiko dari timbulnya gejala-gejala gangguan pemapasan dan penyakit pernapasan pada anak-anak, terutama anak-anak kecil serta orangtua perokok berhubungan dengan terjadinya penurunan fungsi paru-paru pada anak-anak dan kerusakan paru-paru yang tidak dapat diobati (Sneddon, et al., 1990).

### 2.5.2. Penggunaan Obat Nyamuk

Untuk pengendalian dan pemberantasan nyamuk dalam rumah sebagian keluarga menggunakan bahan insektisida berupa obat nyamuk semprot dan obat Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

nyamuk bakar. Obat nyamuk bakar biasanya digunakan untuk mengendalikan nyamuk dari dalam rumah tetapi disisi lain asap obat nyamuk dapat menjadi sumber pencemaran udara dalam rumah, yang sangat membahayakan kesehatan yaitu gangguan saluran pernapasan karena obat nyamuk jika dibakar mengandung bahan  $SO_2$  (sebutan dari bahan berbahaya *octachloroprophyl ether*) dapat mengeluarkan *bischlorometyl ether* atau BCME yang walaupun dalam kondisi rendah dapat menyebabkan batuk, iritasi hidung, tenggorokan bengkak dan pendarahan (Depkes, R.I, 2002).

Beberapa studi yang dilakukan pada anak-anak di Malaysia terdapat peningkatan prevalensi ISPA pada rumah yang menggunakan obat nyamuk bakar. Hal ini sejalan dengan penelitian Wattimena (2004) menyatakan bahwa rumah yang menggunakan obat nyamuk bakar berpeluang meningkatkan kejadian ISPA pada balita sebesar 7,11 kali dibandingkan dengan rumah yang tidak menggunakan obat nyamuk bakar.

### 2.5.3. Jenis Bahan Bakar Untuk Memasak

Penggunaan bahan bakar dalam rumah tangga untuk beberapa keperluan seperti memasak dan penerangan biasanya dapat memberi pengaruh terhadap kualitas kesehatan lingkungan rumah. Pemakaian bahan bakar tradisional seperti kayu bakar, arang dan lainnya serta bahan minyak tanah, sering menghasilkan pembakaran kurang sempurna sehingga banyak menimbulkan sisa pembakaran yang dapat mempengaruhi kesehatan. Apabila penghawaan rumah tidak baik dan tidak ada lubang asap di dapur untuk mengeluarkan asap dan partikel-partikel debu dari dapur, maka asap akan memenuhi ruangan dan menyebabkan sirkulasi udara di dalam ruangan tidak baik. Apalagi ibu-ibu sering masak sambil menggendong anaknya, asap

akan memperparah penderita sakit pernapasan terutama pada balita dan lansia. Sedapat mungkin digunakan bahan bakar yang tidak menimbulkan pencemaran udara *indoor* atau yang sisa pembakarannya dapat disalurkan ke luar rumah. Yang terbaik jenis bahan bakar untuk memasak tentu saja listrik, tetapi terlalu mahal (Soewasti, S. S., dkk 2000).

Menurut Tugaswati (1993) kebiasaan ibu membawa anak sambil memasak di dapur mempunyai risiko 2,5 kali pada anaknya terserang ISPA. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Handayani (1999) di Kelurahan Kalianyar Tambora Jakarta Barat menginformasikan terdapat hubungan yang kuat antara jenis bahan bakar yang digunakan di rumah dengan kejadian ISPA. Dan menurut Depkes R.I (2002), penggunaan bahan bakar masak jenis kayu bakar dapat memperburuk keadaan penderita TBC. Demikian juga rumah dengan bahan bakar minyak tanah memberikan kesempatan 3,8 kali lebih besar untuk mendapat ISPA pada anak balita dibanding dengan menggunakan bahan bakar gas (Soewasti, S. S., dkk 2000).

## **2.6. Karakteristik Individu**

Karakteristik individu balita digambarkan melalui indikator-indikator status kesehatan anak diantaranya adalah status gizi dan imunisasi.

### **2.6.1. Status Gizi**

Status gizi masyarakat biasanya digambarkan dengan masalah gizi yang dialami oleh golongan masyarakat rawan gizi. Kurang Energi Protein (KEP) merupakan salah satu masalah gizi di Indonesia, disamping kurang vitamin A, anemia gizi dan gangguan akibat kekurangan iodium. Status gizi balita dipengaruhi oleh pola asuh anak yang tidak memadai karena kurangnya pengetahuan, ketrampilan

ibu mengenai gizi serta sanitasi dan pelayanan kesehatan dasar yang tidak memadai. Balita dengan keadaan gizi buruk dan gizi kurang (malnutrisi) lebih mudah terkena infeksi dibandingkan dengan balita dengan gizi baik, hal ini disebabkan kurangnya daya tahan tubuh balita (Arisman, 2004).

Status gizi balita sampai dengan tingkat malnutrisi dapat diukur menurut berbagai pendekatan, salah satunya adalah pendekatan antropometri. Untuk bayi dan anak-anak dapat dipakai salah satu dari empat macam indikator antropometri, yaitu berat badan menurut umur (*weight-for-age*), tinggi badan menurut umur (*height-for-age*), berat badan menurut tinggi badan (*weight-for-height*), dan lingkaran lengan atas (*mid-upper arm circumference*). Masing-masing indikator itu memberikan penjelasan tentang status gizi bayi dan anak-anak. Indikator *protein – energy malnutrition* (PEM) yang paling sering dipakai adalah berat badan menurut umur. Nilai rendah angka indikator berat badan menurut umur (WAZ) mencerminkan terjadinya adaptasi anak terhadap gangguan gizi jangka panjang dan jangka pendek (Utomo, 1996).

Pada diskusi pakar gizi (UNICEF, 2000) disepakati mengenai penilaian status gizi berdasarkan antropometri, khususnya untuk indikator berat badan menurut umur menggunakan standar deviasi/SD dengan kriteria sebagai berikut :

- a. Gizi lebih  $> 2,0$  SD baku WHO-NCHS
- b. Gizi baik  $-2,0$  SD s/d  $+2,0$  SD
- c. Gizi kurang  $< - 2,0$  SD
- d. Gizi buruk  $< - 3,0$  SD

## 2.6.2. Imunisasi

Sistem imun adalah suatu sistem dalam tubuh yang terdiri dari sel-sel serta produk zat-zat yang dihasilkannya, yang bekerja sama secara kolektif dan terkoordinir untuk melawan benda asing seperti kuman-kuman penyakit atau racun yang masuk ke dalam tubuh. Kuman disebut antigen. Pada saat pertama kali antigen masuk ke dalam tubuh, maka sebagai reaksinya tubuh akan membuat zat anti yang disebut dengan antibodi. Pada umumnya, reaksi pertama tubuh untuk membentuk antibodi tidak terlalu kuat, karena tubuh belum beradaptasi. Tetapi pada reaksi yang ke-2, ke-3 dan seterusnya, tubuh sudah mempunyai memori untuk mengenali antigen tersebut sehingga pembentukan antibodi terjadi dalam waktu yang lebih cepat dan dalam jumlah yang lebih banyak. Itulah sebabnya, pada beberapa jenis penyakit yang dianggap berbahaya, dilakukan tindakan imunisasi atau vaksinasi. Hal ini dimaksudkan sebagai tindakan pencegahan agar tubuh tidak terjangkit penyakit tersebut, atau seandainya terkena pun, tidak akan menimbulkan akibat yang fatal.

Imunisasi dasar meliputi DPT 3 kali, Polio 3 kali, BCG 1 kali dan campak 1 kali diberikan kepada balita sebelum berumur 1 tahun. Balita yang mendapatkan imunisasi dasar secara lengkap dan teratur akan mengurangi angka kesakitan dan kematian bayi sebesar 80 – 90% (Purwana, 1999).

## 2.7. Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)

Infeksi saluran pernapasan akut sering disalah artikan sebagai infeksi saluran pernapasan atas. Yang benar adalah ISPA merupakan singkatan dari Infeksi Saluran Pernafasan Akut. Infeksi saluran pernapasan akut meliputi saluran pernapasan bagian atas dan saluran pernapasan bagian bawah (Depkes, R.I, 2006).

Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

Infeksi saluran pernapasan akut adalah infeksi saluran pernapasan yang berlangsung sampai 14 hari. Yang dimaksud dengan saluran pernapasan adalah organ mulai dari hidung sampai gelembung paru, beserta organ-organ disekitarnya seperti : sinus, ruang telinga tengah dan selaput paru (Depkes, R.I, 2006).

Sebagian besar dari infeksi saluran pernapasan hanya bersifat ringan seperti batuk pilek dan tidak memerlukan pengobatan dengan antibiotik, namun demikian anak akan menderita pneumonia bila infeksi paru ini tidak diobati dengan antibiotik dan dapat mengakibatkan kematian (Ditjen PP & PL, 2003).

Program Pemberantasan Penyakit (P2) ISPA membagi penyakit ISPA dalam 2 golongan yaitu pneumonia dan yang bukan pneumonia. Pneumonia dibagi atas derajat beratnya penyakit yaitu pneumonia berat dan pneumonia tidak berat. Penyakit batuk pilek seperti rinitis, faringitis, tonsilitis dan penyakit jalan napas bagian atas lainnya digolongkan sebagai bukan pneumonia. Etiologi dari sebagian besar penyakit jalan napas bagian atas ini ialah virus dan tidak dibutuhkan terapi antibiotik. Faringitis oleh kuman *Streptococcus* jarang ditemukan pada balita. Bila ditemukan harus diobati dengan antibiotik penisilin, semua radang telinga akut harus mendapat antibiotik. Infeksi saluran pernapasan akut dapat ditularkan melalui air ludah, darah, bersin, udara pernapasan yang mengandung kuman yang terhirup oleh orang sehat ke saluran pernapasannya (Ditjen PP & PL, 2003).

### **2.7.1. Definisi Infeksi Saluran Pernapasan Akut**

Infeksi saluran pernapasan akut yang diadaptasi dari istilah dalam Bahasa Inggris yaitu *Acute Respiratory Infection (ARI)* mempunyai pengertian sebagai berikut (Depkes, R.I, 2005) :

- a. Infeksi adalah masuknya kuman atau patogen ke dalam tubuh manusia dan berkembang biak sehingga menimbulkan gejala penyakit
- b. Saluran pernafasan adalah organ mulai dari hidung hingga alveoli beserta organ adneksanya seperti sinus-sinus, rongga telinga tengah dan pleura. Infeksi saluran pernafasan akut secara anatomis mencakup saluran pernafasan bagian atas, saluran pernafasan bagian bawah (termasuk jaringan paru-paru) dan organ adneksa saluran pernafasan. Dengan batasan ini, jaringan paru termasuk dalam saluran pernafasan (*respiratory tract*).
- c. Infeksi akut adalah infeksi yang berlangsung sampai dengan 14 hari. Batas 14 hari diambil untuk menunjukkan proses akut meskipun untuk beberapa penyakit yang dapat digolongkan dalam ISPA proses ini dapat berlangsung lebih dari 14 hari.

Penyebab ISPA dapat berupa bakteri maupun virus. Di Indonesia, sebagian besar kematian pada balita dipicu karena adanya ISPA bagian bawah atau pneumonia. Infeksi saluran pernafasan akut menyerang jaringan paru-paru dan penderita cepat meninggal akibat pneumonia yang terlalu berat.

Penyakit ISPA khususnya pneumonia masih merupakan penyakit utama penyebab kesakitan dan kematian bayi dan balita. Keadaan ini berkaitan erat dengan berbagai kondisi yang melatar belakangnya seperti malnutrisi juga kondisi lingkungan baik polusi di dalam rumah berupa asap maupun debu dan sebagainya (Depkes, R.I, 2006).

### **2.7.2. Kondisi Infeksi Saluran Pernafasan Akut Di Indonesia**

Telah lebih dari dua dasawarsa ini penyakit ISPA dan gangguan saluran pernafasan lain selalu menduduki peringkat pertama dari 10 penyakit terbanyak yang Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

dilaporkan oleh pusat-pusat pelayanan kesehatan masyarakat seperti puskesmas, klinik, dan rumah sakit. Diketahui bahwa penyebab terjadinya ISPA dan penyakit gangguan saluran pernapasan lain adalah rendahnya kualitas udara di dalam rumah dan atau di luar rumah baik secara biologis, fisik, maupun kimia. Hampir semua penyakit dan kematian yang terkait dengan pencemaran udara tersebut tercatat dan dilaporkan oleh Departemen Kesehatan melalui rumah sakit, puskesmas, dinas kesehatan provinsi dan kota/kabupaten.

Program Pemberantasan Penyakit (P2) ISPA di Indonesia mulai pada tahun 1984, bersamaan dengan diluncarkannya pemberantasan penyakit ISPA di tingkat global oleh WHO. Pola tatalaksana ISPA tahun 1984 mengklasifikasikan penyakit ISPA dalam 3 tingkat keparahan, yaitu : ISPA Ringan, ISPA Sedang dan ISPA Berat. Klasifikasi ini menggabungkan penyakit infeksi akut paru, infeksi akut ringan dan infeksi tenggorok pada anak dalam satu kesatuan.

Pada Lokakarya ISPA Nasional tahun 1988, disosialisasikan pola baru tatalaksana kasus ISPA. Tatalaksana pola baru ini selain menggunakan cara klasifikasi gejala penyakit yang praktis dan sederhana dengan tepat guna, juga memisahkan antara tatalaksana penyakit pneumonia dan tatalaksana penderita penyakit infeksi akut telinga dan tenggorokan.

Lokakarya Nasional ke III tahun 1990 di Cimacan telah menyepakati untuk menerapkan pola baru tatalaksana kasus ISPA di Indonesia dengan melakukan adaptasi sesuai dengan situasi dan kondisi setempat. Dengan penerapan pola baru ini, sejak tahun 1990 Pengendalian Penyakit ISPA menitikberatkan atau memfokuskan kegiatan penanggulangannya pada pneumonia balita, karena penyakit pernapasan

merupakan penyebab yang tertinggi kematian pada usia di bawah 5 tahun, dimana sebagian besar disebabkan karena pneumonia.

Pada tahun 1997 WHO mempublikasikan tatalaksana penderita balita dengan menggunakan pendekatan *Integrated Management Childhood Illness (IMCI)* atau Manajemen Terpadu Balita Sakit (MTBS) yang sekaligus merupakan model tatalaksana kasus untuk berbagai penyakit anak, yaitu ISPA, diare, malaria, campak, gizi kurang dan kecacangan.

*Review* Nasional Pelaksanaan MTBS tahun 2003 menyepakati perlunya MTBS dilaksanakan diseluruh Puskesmas di Indonesia. Namun dalam penerapannya, untuk memperoleh jaminan pelayanan MTBS yang berkualitas dan mencakup sasaran yang luas ternyata memerlukan dukungan sumber daya yang sangat besar, baik untuk biaya pelatihan, proses pelaksanaannya di puskesmas maupun untuk *monitoring* dan pembinaan yang berkualitas, teratur dan berkelanjutan.

Belum meratanya ketersediaan sumber daya yang memadai menyebabkan pelaksanaan MTBS di daerah terdapat-terdapat dan mengalami banyak hambatan. Bagi kabupaten/kota yang belum mampu melatih dan melaksanakan MTBS di puskesmas dan tetap harus menyediakan pelayanan kesehatan yang bermutu bagi balita ISPA maka dapat memilih menggunakan prosedur Tatalaksana Standar Penyakit ISPA.

Prosedur lama ini, sejak awal dipublikasikan pada tahun 1988 tidak sepenuhnya ditinggalkan karena memiliki kelebihan yaitu membutuhkan biaya yang relatif lebih murah dalam penyelenggaraan pelatihan maupun pelaksanaan sehari-hari di puskesmas. Tetapi harus disadari bahwa prosedur ini memiliki beberapa

kekurangan dalam hal keterpaduan dengan penyakit lain jika dibandingkan dengan MTBS.

Proporsi penyakit sistem pernapasan sebagai penyebab kematian pada bayi dan balita berdasarkan hasil ekstrapolasi dari data Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) 2001 menunjukkan bahwa angka kematian balita akibat penyakit pernapasan adalah 4,9/1000 balita. Sekitar 80 – 90% dari kematian ini disebabkan oleh pneumonia. Sedangkan berdasarkan hasil Surkesnas 2001 proporsi kematian karena penyakit sistem pernapasan pada bayi (usia < 1 tahun) sebesar 23,9% di Jawa-Bali, 15,8% di Sumatera serta 42,6% di Kawasan Timur Indonesia. Pada anak balita (usia 1 – 5 tahun) sebesar 16,7% di Jawa-Bali, 29,4% di Sumatera, 30,3% di Kawasan Timur Indonesia. Berdasarkan tempat tinggal, penyakit pernapasan lebih tinggi di pedesaan (14,5%) dibandingkan dengan perkotaan (9,9%) (Ditjen PP & PL, 2003).

Dari hasil Survei Mortalitas Subdit ISPA Departemen Kesehatan RI tahun 2005 yang dilakukan di 10 propinsi menunjukkan bahwa pneumonia masih merupakan penyebab kematian tertinggi pada balita (22,5%). Angka cakupan penemuan penderita pneumonia balita dari tahun ke tahun tidak menunjukkan adanya peningkatan yang berarti. Mulai tahun 2005, dalam penentuan target Cakupan Penemuan Penderita Pneumonia Balita, ditetapkan angka 5% dari jumlah penduduk balita (target sebelumnya adalah 10% jumlah penduduk balita). Hal ini berdasarkan hasil Survei Morbiditas Subdit ISPA Departemen Kesehatan RI tahun 2004 bahwa angka insiden balita batuk dengan napas cepat dalam dua minggu sebelum survei sebesar 5,12% (Depkes, R.I, 2005).

### 2.7.3. Etiologi Infeksi Saluran Pernapasan Akut

Etiologi ISPA terdiri lebih dari 300 jenis bakteri, virus dan riketsia. Bakteri penyebabnya antara lain dari genus *Streptokokus*, *Stafilokokus*, *Pnemokokus*, *Hemofilus*, *Bordetella* dan *Korinebakterium*. Virus penyebabnya antara lain golongan *Miksovirus*, *Adenovirus*, *Koronavirus*, *Pikornavirus*, *Mikoplasma*, *Herpesvirus*. Sekitar 90 – 95% penyakit ISPA disebabkan oleh Virus (Depkes. R.I, 2002).

Penyebab pneumonia pada balita sukar ditegakkan karena dahak sukar diperoleh. Sedangkan imunologi belum memberikan hasil yang memuaskan untuk menentukan adanya bakteri penyebab pneumonia. Hanya biakan dari aspirat paru serta pemeriksaan spesimen darah yang dapat diandalkan untuk membantu penetapan etiologi pneumonia. Meskipun pemeriksaan spesimen aspirat paru merupakan cara yang sensitif untuk mendapatkan dan menentukan bakteri penyebab pneumonia pada balita akan tetapi punksi paru merupakan prosedur yang berisiko dan bertentangan dengan etika jika hanya maksud untuk penelitian. Karena alasan tersebut maka penetapan etiologi pneumonia di Indonesia masih berdasarkan pada hasil penelitian di luar Indonesia. Untuk menentukan penyebab pneumonia sering kali sulit dilakukan tetapi umur pasien dapat mengarahkan kemungkinan penyebabnya.

*Grup B Streptococcus* dan gram negatif bakteri enterik merupakan penyebab yang paling umum pada neonatus dan merupakan transmisi vertikal dari ibu sewaktu persalinan. Pneumonia pada neonatus berumur 3 minggu sampai 3 bulan yang paling sering adalah bakteri, biasanya bakteri *Streptococcus Pneumoniae*. Pada balita usia 4 bulan sampai 5 tahun, virus merupakan penyebab tersering dari pneumonia, yaitu *Respiratory Syncytial* virus. Pada usia 5 tahun sampai dewasa pada umumnya penyebab pneumonia adalah bakteri (Ditjen PP & PI, 2003)

Pada negara berkembang, bakteri merupakan penyebab utama dari pneumonia pada balita. Diperkirakan besarnya persentase bakteri sebagai penyebabnya adalah sebesar 50%. Oleh karena besarnya probabilitas bakteri penyebab pneumonia dan dengan bukti-bukti empiris yang kuat, sehingga standar pneumonia menggunakan antimikroba/antibiotika (Ditjen PP & PL, 2003).

Menurut publikasi WHO penelitian yang dilakukan diberbagai negara berkembang juga menunjukkan bahwa *Streptococcus Pneumoniae* dan *Haemophylus Influenzae* merupakan bakteri yang selalu ditemukan dua pertiga dari hasil isolasi (73,9% aspirat paru dan 69,1% hasil isolasi dari spesimen darah). Sedangkan di negara maju, dewasa ini pneumonia pada anak umumnya disebabkan oleh virus. Di Indonesia, penelitian di Lombok 1997 – 2003 memperlihatkan usap tenggorok pada usia < 2 tahun ditemukan *Streptococcus Pneumoniae* (48%) dan *Haemophylus Influenzae B* (8%) (Depkes, R.I, 2006).

#### 2.7.4. Mekanisme Terjadinya Infeksi Saluran Pernapasan Akut

Partikulat yang mengendap di saluran pernapasan menyebabkan oedema mukosa dinding saluran pernapasan menjadi sempit salurannya. Di daerah mukosilier, partikulat juga menimbulkan gangguan gerak mekanik pernapasan dan berlaku sebagai iritan yang merusak, menjadikan kaku atau melambatkan gerak rambut getar (*cilia*) penyapu lendir dan benda asing dari saluran pernapasan. Pengendapan partikulat di wilayah *mucociliary transport* ini menimbulkan reaksi sekresi lendir yang berlebihan (hipersekresi). Pada anak-anak kelebihan produksi lendir ini sebagian akan meleleh keluar hidung. Hal ini terjadi karena jumlah kelenjer seromukosa penghasil lendir relatif terlalu banyak jika dibandingkan dengan luas permukaan mukosa bersilia saluran pernapasan pada anak. Jika terjadi hipersekresi lendir pada anak, sebagian akan dikeluarkan melalui lubang hidung karena daya

kerja *mucociliary transport* sudah melampaui batas. Pada orang dewasa lendir yang berlebihan bersama partikulat yang mengendap akan disapu ke arah faring sampai ditelan masuk ke saluran makanan. Dalam hal ini terjadi kelainan motilitas rambut getar penyapu lendir, sehingga terjadi penumpukan lendir yang harus dikeluarkan melalui mekanisme batuk (Lipfert, 1994).

## 2.8. Hasil-Hasil Penelitian

Kadar partikulat lebih tinggi pada pemukiman di sekitar kawasan industri, sehingga risiko terjadinya gejala penyakit saluran pernapasan pada pemukiman di sekitar kawasan industri lebih tinggi dibandingkan dengan pemukiman yang bukan di daerah sekitar kawasan industri. Hasil penelitian Santi (2003) terhadap pencemaran udara di pemukiman sekitar Kawasan Industri Medan menunjukkan bahwa kadar  $PM_{10}$  dalam rumah yang lebih besar atau sama dengan  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  meningkatkan risiko balita terkena ISPA sebesar 9,1 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan kadar  $PM_{10}$  lebih kecil dari  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Industri pertambangan di Afrika Selatan telah lama menyadari adanya bahaya khusus oleh partikel debu berukuran antara 1 mikron sampai 10 mikron karena bisa menembus masuk melampui saluran pernapasan bagian atas dan bronchi mayor serta berakumulasi di alveoli (Muir dan Verma, 1993)

Penelitian Smith, *et al* (1991), yang dilakukan pada 13 daerah di Yokkaichi Jepang terhadap beberapa penyakit yang diderita masyarakat menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di daerah yang mengalami pencemaran udara karena proses industri sering menderita gangguan saluran pernapasan, influenza, pharyngitis dan asthma.

Penelitian lain menunjukkan bahwa pemajanan  $PM_{10}$  yang tinggi di pemukiman sekitar kawasan PT Pupuk Sriwidjaya akan meningkatkan risiko bayi dan balita untuk menderita gejala gangguan saluran pernapasan dengan estimasi odds-rasio 1,12 (CI 95% = 1,01 – 1,22) artinya untuk 1 unit kenaikan kadar  $PM_{10}$  meningkatkan risiko bayi dan balita menderita gejala gangguan pernapasan sebesar 1,12 kali (Navianti, D 2001).

Dalam hal efek partikulat terhadap saluran pernapasan, terbukti bahwa kadar  $PM_{10}$  berhubungan dengan insidens gejala gangguan pernapasan, terutama batuk dan pilek. Batuk pada anak-anak meningkat 1,2 persen pada peningkatan rata-rata kadar  $PM_{10}$  sebesar  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Dockery dan Pope, 1994).

Menurut Myint (1994) pencemaran udara diduga sebagai pencetus infeksi virus pada saluran pernapasan bagian atas dan gejala batuk serta pilek merupakan gejala yang mendominasi gambaran kliniknya.

Studi yang dilakukan pada tahun 1998 di Jakarta menyimpulkan masalah serius polusi udara. Polusi udara yang disebabkan oleh  $PM_{10}$ , tidak saja bersumber dari aktifitas transportasi tetapi juga dipengaruhi oleh sumber yang berasal dari industri dan domestik. Jika tidak ada upaya perbaikan pada kondisi saat ini diprediksi pada tahun 2015 Jakarta akan tercemar berat oleh  $PM_{10}$  (Syahril dkk, 2002).

Hasil penelitian Achmadi (1993) terhadap pencemaran udara dalam ruangan di Jakarta menunjukkan bahwa balita dengan pencemaran udara dalam rumah akan terkena ISPA sebesar 6,09 kali dibandingkan dengan balita tanpa pencemaran udara.

Sedangkan penelitian Purwana (1999) di Pekojan melaporkan bahwa kadar  $PM_{10}$  rumah yang melebihi  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  meningkatkan gejala gangguan pernapasan terutama batuk pilek pada balita.

Partikulat merupakan pemberat penyakit, tidak selalu kadar partikulat terkait dengan angka kematin. Penelitian Sutrisna (1993) di Indramayu menyebutkan bahwa episode batuk pada anak-anak meningkat sebanyak 8,8 kali dalam setahun, keadaan ini terkait dengan partikulat yang ada dalam rumah. Partikulat berperan sebagai iritan penimbul batuk yang secara tidak langsung berperan terhadap timbulnya pneumonia. Sedangkan kematian oleh pneumonia tidak terkait dengan tingginya kadar partikulat.

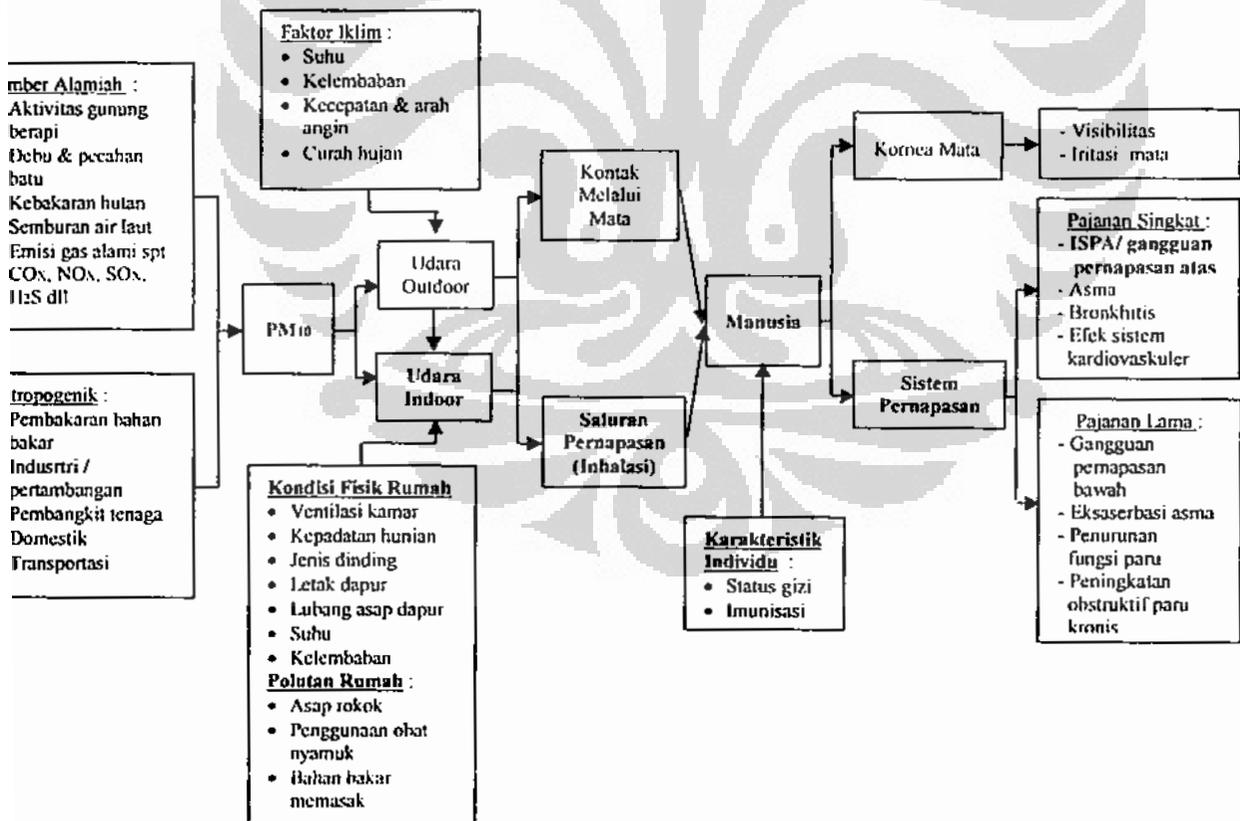


## BAB III

### KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP

#### 3.1. Kerangka Teori

Berdasarkan landasan teori pada tinjauan pustaka, maka dapat disusun suatu kerangka teori mengenai sumber serta mekanisme dari parameter partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dapat masuk ke dalam tubuh manusia sehingga pada akhirnya menimbulkan suatu penyakit. Adapun kerangka teori yang penulis kemukakan adalah sebagai berikut :

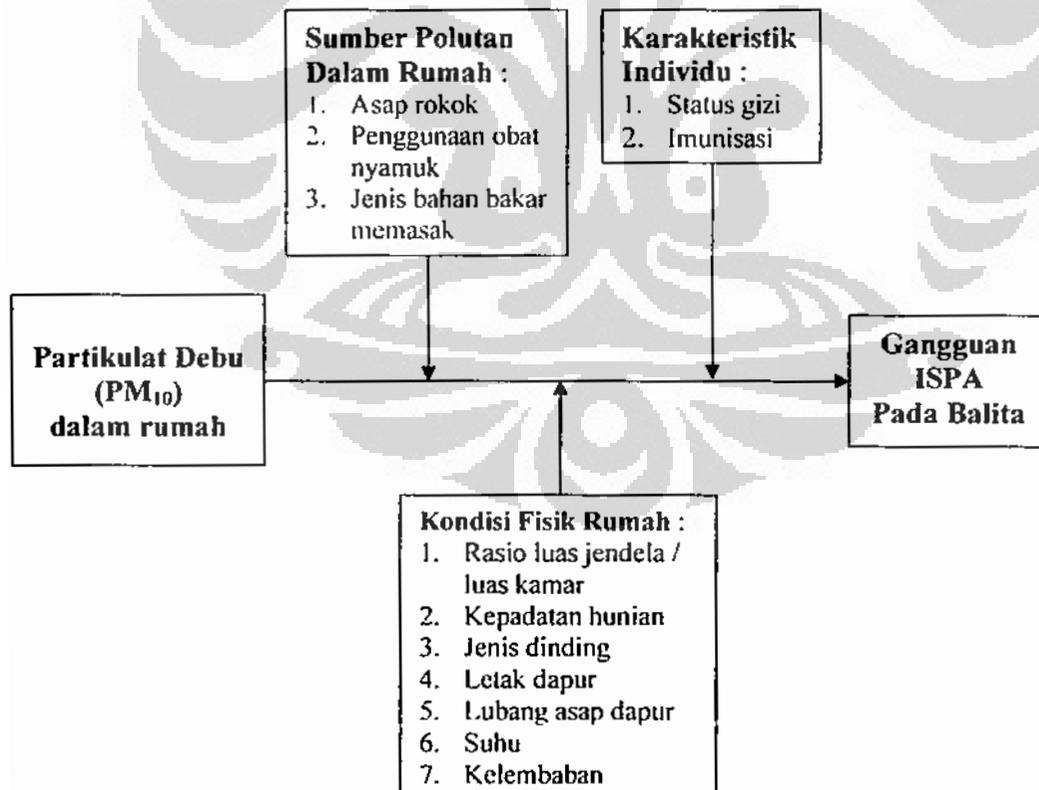


Gambar 3.1. Kerangka Teori Penelitian

Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

### 3.2. Kerangka Konsep

Berdasarkan bagan kerangka teori seperti yang telah dikemukakan di atas dengan pertimbangan balita sangat rentan terhadap gangguan ISPA dan sebagian besar waktunya dihabiskan di dalam rumah, maka dapat dibuat pengelompokan faktor risiko yang menjadi kelompok variabel pemajanan, variabel independen dan variabel dependen. Yang merupakan variabel pemajanan dalam penelitian ini adalah parameter partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah. Sedangkan variabel dependen adalah gangguan ISPA pada balita. Variabel independen lainnya adalah kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik individu balita.



Gambar 3.2. Kerangka Konsep Penelitian

### 3.3. Definisi Operasional

Tabel 3.1. Variabel Penelitian

No	Nama Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Hasil Ukur	Cara Ukur	Alat Ukur
1.	Gangguan ISPA pada Balita	Anak balita umur 0 – 59 bulan yang menderita gangguan saluran pernapasan yang berhubungan dengan diagnosis ISPA dalam kurun waktu 2 minggu terakhir meliputi batuk, pilek (hidung beringus/meler), berdahak/berlendir, batuk terus menerus dan sesak napas baik disertai maupun tanpa demam/panas	Ordinal	0. Ya 1. Tidak	Wawancara dan observasi	Daftar Pertanyaan
2.	Partikulat Debu (PM <sub>10</sub> ) dalam rumah	Ukuran sewaktu konsentrasi partikulat berukuran maksimum 10 mikron dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di ruangan balita sering tidur. Hasil pengukuran dibandingkan dengan kadar debu total (TSP) sebesar $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan perkiraan kadar PM <sub>10</sub> = 60% TSP, maka kadari PM <sub>10</sub> maksimal dalam rumah adalah $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kepmenkes, 1999)	Ordinal	0. Tidak Memenuhi Syarat (TMS) (PM <sub>10</sub> > $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 1. Memenuhi Syarat (MS) (PM <sub>10</sub> ≤ $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pengukuran	Windust Pro
3.	Rasio luas jendela/luas kamar	Perbandingan luas lantai kamar dengan luas jendela dan lubang angin kamar balita untuk aliran udara dari dalam kamar ke luar kamar atau sebaliknya. Sesuai dengan Kepmenkes, 1999 yaitu minimum 10% dari luas lantai kamar	Ordinal	0. Tidak Memenuhi Syarat (< 10% luas lantai) 1. Memenuhi Syarat (≥ 10% dari luas lantai)	Wawancara, observasi dan pengukuran	Meteran dan daftar pertanyaan

4.	Kelembaban	Jumlah uap air di udara dalam rumah dan dinyatakan dalam persen, kelembaban berkisar antara %Rh 40-70% (Kepmenkes, 1999)	Ordinal	0. Tidak Memenuhi Syarat  (%Rh < 40% dan > 70%)  1. Memenuhi Syarat  (%Rh antara 40% – 70%)	Pengukuran	Hygrometer
5.	Suhu	Temperatur udara dalam ruangan dengan tingkat kenyamanan berkisar antara 18°C – 30°C (Kepmenkes, 1999)	Ordinal	0. Tidak Memenuhi Syarat  (t < 18°C dan t > 30°C)  1. Memenuhi Syarat  (18°C – 30°C)	Pengukuran	Termometer
6.	Kepadatan hunian rumah	Perbandingan luas lantai rumah (m <sup>2</sup> ) dengan jumlah orang penghuni rumah. Minimal yang dianjurkan 10 m <sup>2</sup> /orang (Kepmenkes, 1999)	Ordinal	0. Tidak Memenuhi Syarat  (< 10 m <sup>2</sup> /orang)  1. Memenuhi Syarat  (≥ 10 m <sup>2</sup> /orang)	Wawancara, observasi dan pengukuran	Meteran dan daftar pertanyaan
7.	Jenis dinding	Jenis bahan dominan pembuat dinding rumah.	Ordinal	0. Tidak Permanen  (terbuat dari kayu/papan dan tembok tidak di plester)  1. Permanen  (terbuat dari tembok yang di plester)	Wawancara dan observasi	Daftar pertanyaan

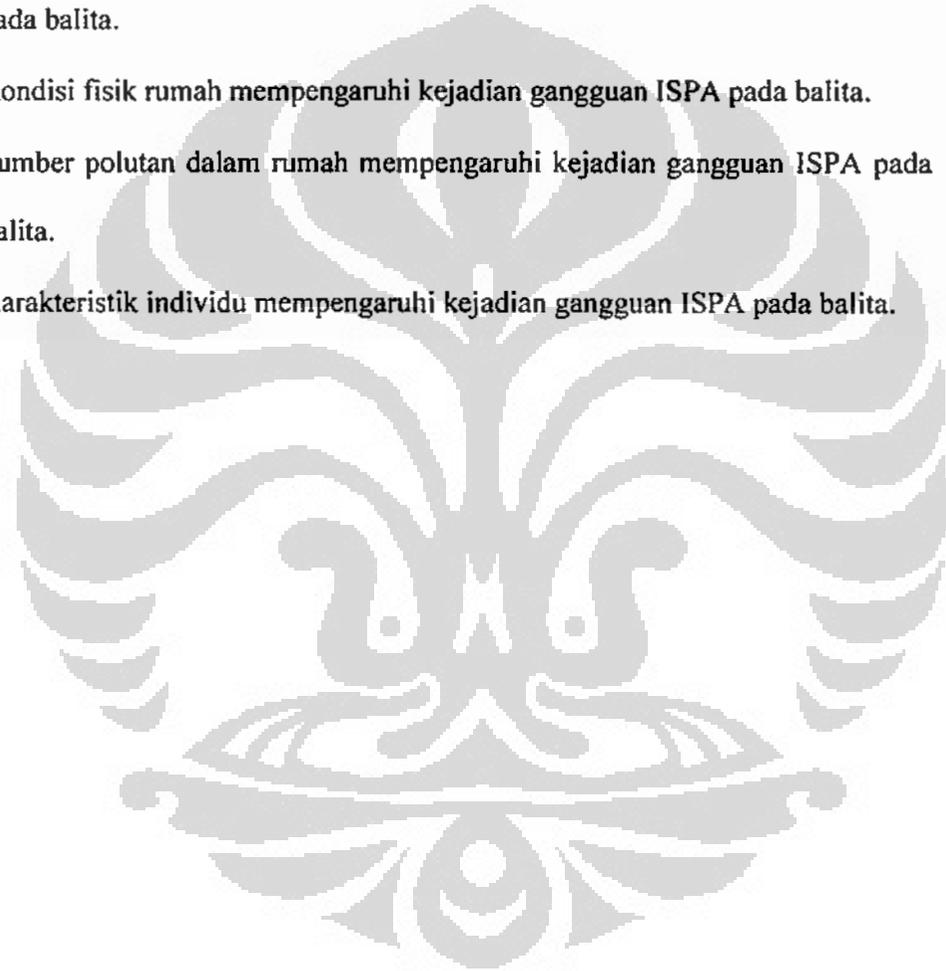
8.	Letak dapur	Tempat/kondisi sebuah ruangan yang diperuntukkan sebagai kegiatan memasak sehari-hari. Letak dapur sebaiknya terpisah atau adanya dinding antara dapur dengan ruangan lainnya.	Ordinal	0. Tidak terpisah 1. Terpisah	Wawancara dan observasi	Daftar pertanyaan
9.	Lubang asap dapur	Keberadaan lubang asap di dapur, dinilai dari ada atau tidaknya lubang pengeluaran asap dapur sehingga tidak terjadi pengumpulan asap di dapur	Ordinal	0. Tidak Memenuhi Syarat (tidak ada lubang asap yang mampu mengeluarkan asap dapur dan terjadi pengumpulan asap) 1. Memenuhi Syarat (ada lubang asap yang mampu mengeluarkan asap dapur dan tidak terjadi pengumpulan asap)	Wawancara dan observasi	Daftar pertanyaan
10.	Jenis bahan bakar memasak	Jenis bahan bakar yang dipergunakan untuk keperluan rumah tangga sehari-hari (memasak, penerangan dan sebagainya). Jenis bahan bakar dibedakan menjadi kayu/arang, minyak tanah, dan gas. Pada waktu anggota keluarga menggunakan kayu/ arang dan minyak tanah saat memasak dianggap ada asap pencemaran dalam rumah dan pada waktu anggota keluarga menggunakan kompor gas saat memasak dianggap tidak ada asap dalam rumah	Ordinal	0. Ada asap pencemar (kayu/arang dan minyak tanah) 1. Tidak ada asap pencemar (gas)	Wawancara	Daftar pertanyaan

11.	Asap rokok	Penghuni tetap yang mempunyai kebiasaan merokok, yang tinggal satu rumah dengan balita	Ordinal	0. Ada 1. Tidak ada	Wawancara	Daftar pertanyaan
12.	Penggunaan obat nyamuk	Jenis obat nyamuk yang dipakai di dalam rumah, yang mengandung senyawa kimia dan partikulat yang dilepaskan ke udara ketika digunakan	Ordinal	0. Ada (memakai obat nyamuk bakar dan semprot) 1. Tidak ada (memakai kelambu atau tidak samasekali memakai obat nyamuk bakar/ semprot maupun kelambu)	Wawancara	Daftar pertanyaan
13.	Status gizi	Kedaaan gizi balita yang diukur secara antropometri berdasarkan indeks BB/U (Berat Badan (kg) per Umur (bulan) sesuai standar baku WHO-NCHS	Ordinal	0. Gizi kurang ( $<-2,0$ SD s/d $-3$ SD) 1. Gizi baik ( $<-2,0$ SD s/d $+2,0$ SD)	Wawancara, observasi dan pengukuran	Timbangan kamar mandi dan daftar pertanyaan
14.	Imunisasi dasar	Riwayat imunisasi BCG, DPT, Polio dan Campak yang diperoleh oleh balita dapat dilihat pada Kartu Menuju Sehat atau kartu kunjungan ke fasilitas kesehatan lainnya .	Ordinal	0. Tidak lengkap (kurang salah satu dari BCG, DPT, Polio atau Campak) 1. Lengkap (BCG, DPT, Polio dan Campak)	Wawancara dan observasi	Daftar pertanyaan

### 3.4. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan, tujuan penelitian, studi kepustakaan dan kerangka konsep, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

- kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah mempengaruhi gangguan ISPA pada balita.
- Kondisi fisik rumah mempengaruhi kejadian gangguan ISPA pada balita.
- Sumber polutan dalam rumah mempengaruhi kejadian gangguan ISPA pada balita.
- Karakteristik individu mempengaruhi kejadian gangguan ISPA pada balita.



## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1. Rancangan Studi

Penelitian ini menggunakan rancangan studi *cross-sectional*, dimana data dikumpulkan secara bersamaan antara kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dan ada tidaknya kasus gangguan ISPA pada balita serta faktor-faktor lingkungan rumah yang terdiri atas kondisi fisik rumah (rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian kamar, jenis dinding, letak dapur, lubang asap dapur, suhu dan kelembaban dalam rumah), sumber pencemaran dalam rumah (asap rokok, penggunaan obat nyamuk dan jenis bahan bakar memasak) dan karakteristik individu balita (status gizi dan imunisasi). Alasan pemilihan desain *cross-sectional* dalam penelitian ini adalah karena memberikan kemudahan atau keuntungan, seperti sifatnya relatif mudah dilaksanakan, sederhana, ekonomis dalam segi waktu dan pada waktu bersamaan banyak variabel yang dapat dikumpulkan (Notoatmodjo, 2002).

#### 4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun. Pertambangan granit terletak di wilayah Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang sehingga lokasi penelitian ini dilaksanakan di desa/kelurahan tersebut. Waktu penelitian dilaksanakan pada Maret- April 2008.

### 4.3. Rancangan Sampel

#### 4.3.1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah semua rumah tangga yang mempunyai balita usia 0 – 59 bulan di Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang.

#### 4.3.2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah rumah tangga terpilih yang mempunyai balita usia 0 – 59 bulan, di Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang.

#### 4.3.3. Perhitungan Jumlah Sampel

Jumlah sampel dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus Besar Sampel Untuk Uji Hipotesis Beda Dua Proporsi (Ariawan, I, 1998), yaitu :

$$n = \frac{\left( z_{1-\alpha/2} \sqrt{2\bar{P}(1-\bar{P})} + z_{1-\beta} \sqrt{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)} \right)^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

#### Keterangan :

$n$  = jumlah sampel minimal

$z_{1-\alpha/2}$  = nilai z berdasarkan tingkat kesalahan 5% = 1,96

$z_{1-\beta}$  = nilai z berdasarkan kekuatan uji 80% = 0,84

$\bar{P}$  = proporsi  $((P_1+P_2)/2)$  gangguan ISPA pada balita

$P_1$  = proporsi gangguan ISPA pada balita tidak dengan faktor risiko

$P_2$  = proporsi gangguan ISPA pada balita dengan faktor risiko

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hamidi (2002), didapatkan proporsi gangguan ISPA pada balita tidak dengan faktor risiko adalah sebesar 28% ( $P_1$ ) dan proporsi gangguan ISPA pada balita dengan faktor risiko adalah sebesar 55% ( $P_2$ ).

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dihitung jumlah sampel memakai rumus yang

di atas, sehingga diperoleh besar sampel = 56. Untuk penelitian ini, ditentukan besar Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

sampel adalah  $2 \times 56$ , yaitu 112 responden. Untuk menghindari terjadinya droup out dari sasaran maka peneliti menambahkan 10% dari besar sampel, sehingga besar sampel maksimal menjadi 124 responden.

#### 4.3.4. Teknik Pengambilan Sampel

Metode sampling yang digunakan adalah *simple random sampling* secara proporsional. Setelah diperoleh besar populasi untuk penelitian ini, maka distribusi sampel untuk masing-masing desa/kelurahan ditentukan secara proposional berdasarkan populasi pada masing-masing Desa Pangke dan Kelurahan Pasir Panjang. Setiap sampel diberi nomor dan dipilih secara random dengan menggunakan bantuan tabel random.

Apabila dalam kunjungan rumah terdapat lebih dari satu orang balita maka dilakukan undian dengan gulungan kertas yang diberi nama balita yang bersangkutan. Kemudian responden dipersilahkan mengambil gulungan tersebut dan nama balita yang tercabut akan menjadi sampel.

### 4.4. Pengumpulan Data

#### 4.4.1. Alat Pengumpul Data

1. Data mengenai kadar  $PM_{10}$ , suhu dan kelembaban udara dalam rumah diukur langsung pada ruangan balita sering tidur. Jenis alat yang digunakan adalah :

- Kadar  $PM_{10}$  rumah diukur dengan alat Windust Pro
- Suhu dengan termometer
- Kelembaban dengan hygrometer

2. Rasio luas jendela/luas kamar dengan menggunakan meteran dan daftar pertanyaan. Luas jendela dan lubang angin yang didapat dibandingkan dengan dengan luas lantai kamar (10%).
3. Kepadatan hunian rumah dengan meteran dan daftar pertanyaan. Hasil pengukuran luas rumah balita dibandingkan dengan jumlah orang yang tinggal dalam rumah tersebut. Luas lantai minimal yang dianjurkan 10 m<sup>2</sup>/orang.
4. Jenis dinding, letak dapur, lubang asap dapur, asap rokok, penggunaan obat nyamuk dan jenis bahan bakar untuk memasak dengan wawancara menggunakan daftar pertanyaan.
5. Karakteristik balita yaitu imunisasi dilihat dari Kartu Menuju Sehat (KMS) atau catatan status kunjungan ke puskesmas dan untuk menentukan status gizi dengan antropometri yaitu berat badan menurut umur. Berat badan diukur menggunakan timbangan kamar mandi.

#### 4.4.2. Cara Pengumpulan Data Kadar Partikulat Debu (PM<sub>10</sub>)

Data mengenai parameter PM<sub>10</sub> diukur langsung di tiap rumah yang diteliti pada ruangan balita sering tidur. Pengukuran kadar PM<sub>10</sub> hanya dilakukan satu kali di setiap rumah responden dengan menggunakan alat *Windust Pro 3.2* produksi *Casella*. Alat ini bekerja dengan menggunakan sensor yang akan menangkap partikulat yang ada di udara sebagai *Total Suspended Particulate (TSP)*. Alat ini dapat menampilkan langsung (*Direct Reading*) jumlah TSP yang terukur untuk setiap detiknya. Untuk menghindari terjadi bias dalam pengukuran, maka pengukuran kadar PM<sub>10</sub>, suhu dan kelembaban udara dalam rumah dibatasi sesuai dengan jam kerja pada perusahaan pertambangan granit, yaitu antara jam 09.00 – 17.00 WIB. Lama

pengukuran ditetapkan selama 60 menit pada masing-masing rumah responden di ruangan balita sering tidur.

Tata cara penggunaan alat :

1. Membersihkan kolom sensor dengan memompakan udara secara berulang-ulang.
2. Kalibrasi alat : memasukkan kolom kalibrasi standar ke dalam lubang sensor dan nilai yang terbaca pada layar monitor disesuaikan dengan kisaran nilai yang ada pada standar.
3. Menghidupkan alat dengan posisi lubang sensor tertutup.
4. Menyambungkan alat dengan laptop yang telah memiliki program lunak *Windust Pro 3.2*
5. Membuka lubang sensor dan menekan *start* pada laptop untuk memulai pengukuran TSP.
6. Menghidupkan alat selama 60 menit.
7. Setelah waktu selesai, tekan stop *logging* pada komputer (laptop). Pada layar komputer akan tampil nilai minimum, nilai rata-rata dan nilai maksimum pengukuran.
8. Dalam penelitian ini nilai pengukuran yang digunakan adalah nilai rata-rata selama pengukuran 60 menit.
9. Karena indikator digital, dengan satuan  $\text{mg}/\text{m}^3$  maka dikalikan 1000 agar menjadi satuan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  disesuaikan dengan baku mutu.
10. Karena 60% TSP adalah  $\text{PM}_{10}$  maka hasil akhir yang didapat setelah dikalikan 60%.

#### 4.4.3. Cara Pengumpulan Data Gangguan ISPA

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data baik data sekunder maupun data primer. Data primer didapatkan dengan cara melakukan observasi dan wawancara terhadap responden yaitu ibu atau orang yang mengasuh balita menggunakan alat ukur daftar pertanyaan. Sedangkan data sekunder didapatkan dari Dinas Kesehatan Kabupaten Karimun berupa Profil Kesehatan Kabupaten Karimun 2007, Catatan Register ISPA serta Laporan Tahunan Puskesmas Meral 2007. Instrumen yang dipakai dalam penelitian ini adalah kuesioner hasil modifikasi penelitian Hamidi (2000) dan Fitria (2003).

#### 4.4.4. Persiapan Pengumpulan Data

Petugas pengumpul data adalah peneliti sendiri yang dibantu oleh petugas Dinas Kesehatan Kabupaten Karimun, petugas Puskesmas Meral, kader yang bertugas membantu dan mendampingi para pengumpul data, RW sebagai penunjuk jalan ke tempat tinggal responden. Sedangkan operator peralatan adalah staf Dinas Kementerian Lingkungan Hidup Kabupaten Karimun yang melakukan pengukuran parameter  $PM_{10}$ , kelembaban dan suhu udara dalam rumah.

Agar data yang dikumpulkan tetap terjaga kualitasnya sesuai kondisi di lapangan maka dilakukan upaya-upaya sebagai berikut :

1. Menyatukan persepsi antara peneliti dan para petugas pengumpul data tentang cara-cara atau teknis pengumpulan data, cara penggunaan daftar pertanyaan dan tata cara observasi di lapangan.
2. Melakukan editing dengan maksud apabila ada pertanyaan yang belum terisi/kosong atau ada kekeliruan lain akan segera diperbaiki/wawancara ulang.

#### 4.4.5. Pengolahan Data

Sebelum melakukan analisa data terlebih dahulu dilakukan pengolahan data mengingat data yang terkumpul dari lapangan masih merupakan data mentah yang berguna sebagai bahan informasi untuk menjawab tujuan penelitian. Agar analisis penelitian menghasilkan informasi yang benar, paling tidak ada empat tahapan dalam pengolahan data yang harus dilakukan (Hastono, 2007), yaitu:

##### 1. *Editing*

Merupakan kegiatan untuk melakukan pengecekan isian formulir atau daftar pertanyaan apakah jawaban yang ada di daftar pertanyaan sudah lengkap, jelas, relevan dan konsisiten.

##### 2. *Coding*

Kegiatan merubah data berbentuk huruf menjadi data berbentuk angka atau bilangan yang berguna untuk mempermudah peneliti pada saat melakukan analisis dan juga mempercepat pada saat *entry* data.

##### 3. *Processing*

Setelah semua kuesioner terisi penuh dan benar, serta sudah melewati pengkodean, maka langkah selanjutnya adalah memproses data agar data yang sudah di *entry* dapat dianalisis. Pemrosesan data dilakukan dengan cara meng-*entry* data dari daftar pertanyaan ke paket program komputer.

##### 4. *Cleaning*

Pembersihan data merupakan kegiatan pengecekan kembali data yang sudah di *entry* ke program komputer dengan maksud mengecek kembali apakah masih ada kesalahan untuk segera diperbaiki.

## 4.5. Analisa Data

Data dianalisis menggunakan paket program komputer yang sudah baku.

Langkah-langkah analisis data meliputi :

### 4.5.1. Analisis Univariat

Analisis ini bertujuan untuk menjelaskan atau mendiskripsikan karakteristik masing-masing variabel yang diteliti, kemudian disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi.

### 4.5.2. Analisis Bivariat

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui dan menguji kemaknaan dan besar hubungan dari masing-masing variabel yang diteliti dan perbedaan proporsi atau persentase antara kelompok data dengan menggunakan uji *chi square* ( $\alpha = 0,05$ ) yang masing-masing jenis datanya katagorik.

Untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen dilihat dari nilai *Odds-ratio* (OR). Nilai OR ini menunjukkan odds terjadinya penyakit pada kelompok berisiko dibanding dengan odds terjadinya penyakit pada kelompok tidak berisiko.

Apabila diperoleh nilai  $p < \alpha$  berarti ada hubungan dan bila nilai  $p > \alpha$  berarti tidak ada hubungan. Dan juga untuk melihat keeratan hubungan maka yang dilihat adalah nilai OR. Apabila nilai  $OR = 1$  berarti tidak ada hubungan asosiasi antara faktor risiko dengan penyakit,  $OR > 1$  berarti ada hubungan asosiasi positif antara faktor risiko dengan penyakit (faktor risiko adalah pajanan), dan apabila  $OR < 1$  berarti ada hubungan asosiasi negatif antara faktor risiko dengan penyakit (pajanan adalah pencegah terjadinya penyakit).

### 4.5.3. Analisis Multivariat

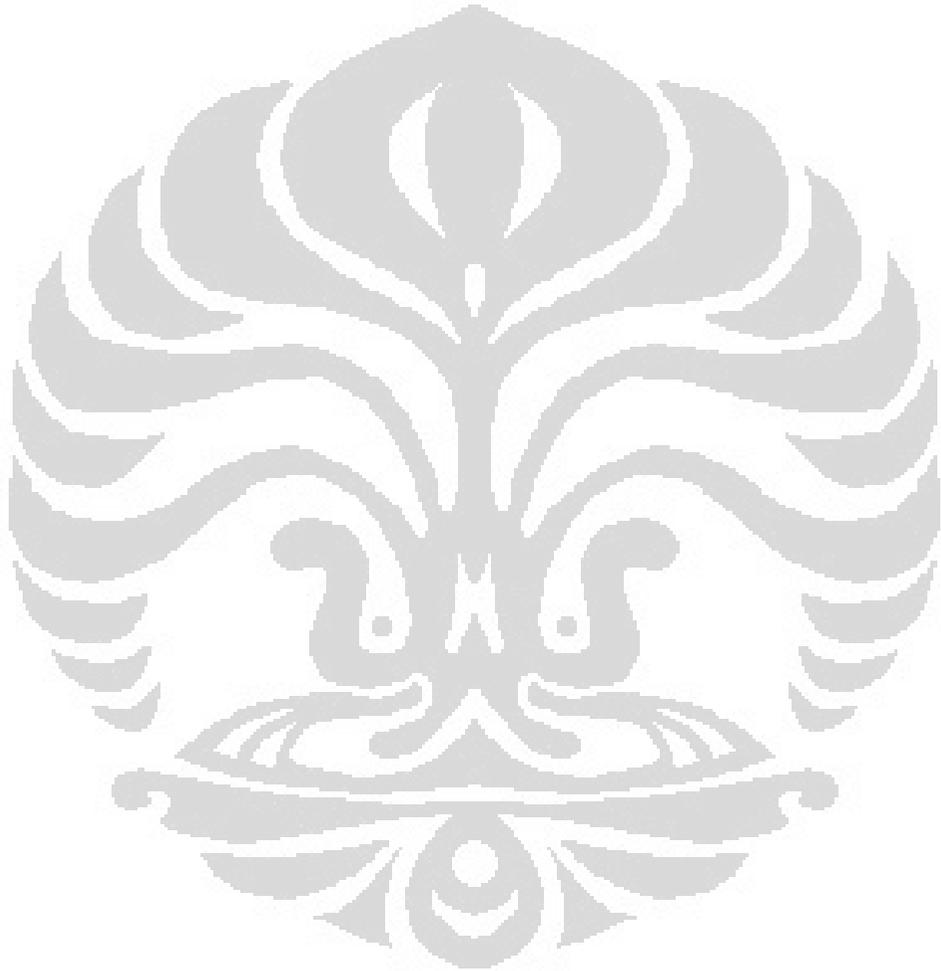
Teknik analisis multivariat bertujuan melihat hubungan beberapa variabel (lebih dari satu variabel) independen dengan satu atau beberapa variabel dependen (umumnya satu variabel dependen). Analisis multivariat dilakukan dengan cara menghubungkan beberapa variabel independen dengan satu variabel dependen pada waktu bersamaan. Dari analisis ini akan dapat diketahui variabel independen mana yang paling besar hubungan dengan variabel dependen.

Untuk variabel independen dan dependen dengan jenis data katagorik, digunakan *Regresi Logistik*. *Regresi Logistik* merupakan jenis analisis regresi yang mempunyai ciri khusus yaitu variabel dependennya berbentuk variabel katagorik (terutama yang dikotomus, artinya katagorik yang terdiri dari dua kelompok).

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melaksanakan uji multivariat adalah sebagai berikut (Hastono, 2007) :

1. Memilih variabel potensial yang akan dimasukkan dalam model, yaitu variabel yang menghasilkan nilai  $p < 0,25$  dapat dimasukkan dalam model multivariat.
2. Pembuatan model faktor penentu dengan cara semua variabel dianalisis secara bersama-sama. Model terbaik didapatkan dengan mempertimbangkan dua penilaian yaitu nilai signifikan rasio *log-likelihood* dan nilai signifikan  $p$  *Wald* ( $p < 0,05$ ). Variabel-variabel yang nilai  $p$  *Wald*  $< 0,05$  akan masuk ke dalam model sedangkan variabel-variabel yang nilai  $p$  *Wald*  $> 0,05$  akan dikeluarkan dari model. Pengeluaran variabel dilakukan secara bertahap, dimulai dari variabel yang mempunyai nilai  $p$  *Wald* terbesar.

3. Penilaian interaksi dilakukan terhadap variabel terpilih. Penilaian interaksi dengan cara mengeluarkan variabel interaksi yang nilai *p Wald*-nya tidak signifikan dikeluarkan dari model. Bila nilai *p Wald* < 0,05 artinya ada interaksi.
4. Penyusunan model akhir dengan variabel yang terpilih.



## BAB V

### HASIL PENELITIAN

#### 5.1. Lokasi Penelitian

Kecamatan Meral merupakan bagian dari pemekaran Kecamatan Karimun berdasarkan Peraturan Daerah No. 16 Tahun 2001 dengan Meral sebagai ibukota kecamatan. Secara operasional Kecamatan Meral diresmikan pada tanggal 28 September 2001. Kecamatan Meral memiliki luas 760 Km<sup>2</sup> dengan kepadatan penduduk (per Km<sup>2</sup>) 56 jiwa. Temperatur udara rata-rata bulanan antara 23.8° s/d 32.3°C. Tercatat pula temperatur udara rata-rata tahunan mencapai 27.9°C. Kelembaban relatif yang menyatakan besaran jumlah kandungan uap air di atmosfer sekitar Kabupaten Karimun pada umumnya tinggi sepanjang tahun. Pada kurun waktu 2003 s/d 2007, kelembaban relatif rendah pada bulan Maret yaitu 76%, sedangkan kelembaban tertinggi pada bulan Juli yaitu 88%. Kelembaban relatif rata-rata bulanan adalah 84%.

Batas-batas Kecamatan Meral yaitu sebelah Utara dengan Selat Malaka, sebelah Selatan dengan Kecamatan Rangsang Kabupaten Bengkalis, sebelah Barat dengan Kecamatan Karimun dan sebelah Timur dengan Kecamatan Tebing. Wilayah Kecamatan Meral terdiri dari empat kelurahan dan satu desa yaitu Kelurahan Meral Kota, Kelurahan Baran, Kelurahan Sungai Raya, Kelurahan Pasir Panjang dan Desa Pangke.

Wilayah Kecamatan Meral terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil dengan penyebaran penduduk kurang merata, bahkan dari jumlah pulau yang ada, sebagian

besar masih merupakan pulau kosong/tidak ada penghuninya. Jumlah keseluruhan pulau di Kecamatan Meral ada 24 pulau. Dan hanya 4 pulau yang berpenghuni, sedangkan 20 pulau lainnya tidak berpenghuni.

Jumlah penduduk Kecamatan Meral tercatat sebanyak 42.564 jiwa yang terdiri dari 21.784 jiwa laki-laki dan 20.780 perempuan dengan jumlah bayi dan balita 5.578 orang. Jumlah rumah tangga penduduk adalah sebanyak 8.686 rumah tangga, yang berarti rata-rata per rumah tangga terdiri dari 5 jiwa penduduk.

Permukaan tanah atau topografi wilayah Kecamatan Meral pada umumnya terdiri atas 80% datar dan 20% berbukit dengan ketinggian rata-rata 3 meter di atas permukaan laut.

## 5.2. Karakteristik Keluarga Balita

Karakteristik keluarga balita digambarkan menurut keanggotaan dalam unit keluarga utama yang terdiri dari ayah, ibu dan anak-anak. Karakteristik keluarga balita meliputi pendidikan dan pekerjaan orang tua dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 5.1. Distribusi Balita Menurut Karakteristik Keluarga**

Karakteristik Keluarga	Jumlah	Persen
<b>Pendidikan Ayah</b>		
Tidak pernah sekolah/tidak tamat SD	12	9,7
Tamat SD	51	41,1
Tamat SMP atau sederajat	34	27,4
Tamat SMA atau sederajat	21	17,0
Akademi	4	3,2
Perguruan Tinggi	2	1,6
<b>Pendidikan Ibu</b>		
Tidak pernah sekolah/tidak tamat SD	31	25,0
Tamat SD	64	51,6
Tamat SMP atau sederajat	16	12,9
Tamat SMA atau sederajat	11	8,9
Akademi	1	0,8
Perguruan Tinggi	1	0,8

Tabel 5.1. *Lanjutan*

<b>Karakteristik Keluarga</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Persen</b>
<b>Pekerjaan Ayah</b>		
Petani	9	7,2
Nelayan	57	46,0
Wiraswasta	17	13,7
Pekerja Tambang	19	15,3
Pedagang	17	13,7
Sopir	1	0,8
PNS/ABRI	1	0,8
Tidak Bekerja	0	0
Lain-lain (pensiunan, buruh lepas, tukang ojek)	3	2,5
<b>Pekerjaan Ibu</b>		
Pedagang	5	4,1
PNS/ABRI	2	1,6
Wiraswasta	3	2,4
Tidak Bekerja	110	88,7
Lain-lain (tukang cuci, tukang kredit, honorer)	4	3,2
<b>N</b>	<b>124</b>	<b>100</b>

Paling banyak pendidikan ayah tamat SD yaitu 41,1%, tamat SMP atau sederajat hanya 27,4%, sedangkan untuk pendidikan SMA, Akademi dan Perguruan Tinggi masing-masing 17%, 3,2% dan 1,6%. Masih ditemukan orang tua balita yang tidak pernah sekolah/tamat SD, yaitu 9,7% pada ayah balita dan 25% pada ibu balita.

Pendidikan ibu kebanyakan tamat SD sebanyak 51,9%, tamat SMP dan SMA masing-masing 12,9% dan 8,9%. Sedangkan untuk pendidikan Akademi dan Perguruan Tinggi didapatkan masing-masing 0,8% orang ayah dan ibu balita.

Sebagian besar ayah balita bekerja sebagai nelayan sebanyak 46% dan hampir semuanya 88,7% ibu balita tidak bekerja atau sebagai ibu rumah tangga.

### 5.3. Kadar Partikulat Debu (PM<sub>10</sub>) Dalam Rumah

Pengukuran parameter PM<sub>10</sub> dalam rumah ditetapkan selama 60 menit pada masing-masing rumah responden di ruangan balita sering tidur. Hasil pengukuran kadar PM<sub>10</sub> dalam rumah dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 5.2.** Distribusi Balita Menurut Kadar Partikulat Debu (PM<sub>10</sub>) Dalam Rumah

Kadar Partikulat Debu (PM <sub>10</sub> ) Dalam Rumah	Jumlah	Persen
Tidak memenuhi syarat (PM <sub>10</sub> > 90 µg/m <sup>3</sup> )	60	48,4
Memenuhi syarat (PM <sub>10</sub> ≤ 90 µg/m <sup>3</sup> )	64	51,6
<b>J u m l a h</b>	<b>124</b>	<b>100</b>

Pengukuran kadar PM<sub>10</sub> menunjukkan bahwa tempat tinggal balita memiliki kadar PM<sub>10</sub> yang memenuhi syarat sebanyak 51,6% sedangkan yang tidak memenuhi syarat sebanyak 48,4%.

### 5.4. Kondisi Fisik Rumah

Kondisi fisik rumah yang diteliti meliputi rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian, jenis dinding, letak dapur dan lubang asap dapur. Dilakukan juga pengukuran terhadap suhu serta kelembaban dalam rumah di ruangan balita sering tidur dapat dilihat pada tabel 5.3.

**Tabel 5.3. Distribusi Balita Menurut Kondisi Fisik Rumah**

<b>Kondisi Fisik Rumah</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Persen</b>
<b>Rasio Luas Jendela/Luas Kamar</b>		
- Tidak memenuhi syarat (< 10%)	33	26,6
- Memenuhi syarat ( $\geq$ 10%)	91	73,4
<b>Kepadatan Hunian Rumah</b>		
- Tidak memenuhi syarat (< 10m <sup>2</sup> /orang)	39	31,5
- Memenuhi syarat ( $\geq$ 10 m <sup>2</sup> /orang)	85	68,5
<b>Jenis Dinding</b>		
- Tidak permanen (kayu/papan dan tembok tidak diplester)	67	54,0
- Permanen (tembok yang diplester)	57	46,0
<b>Letak Dapur</b>		
- Tidak terpisah	41	33,1
- Terpisah	83	66,9
<b>Lubang Asap Dapur</b>		
- Tidak memenuhi syarat (tidak ada lubang asap)	22	17,7
- Memenuhi syarat (ada lubang asap)	102	82,3
<b>Suhu Dalam Rumah</b>		
- Tidak memenuhi syarat ( $t < 18^{\circ}\text{C}$ dan $t > 30^{\circ}\text{C}$ )	102	82,3
- Memenuhi syarat ( $18^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ )	22	17,7
<b>Kelembaban Dalam Rumah</b>		
- Tidak memenuhi syarat (< 40% dan > 70%)	103	83,1
- Memenuhi syarat (antara 40% – 70%)	21	16,9

Dari hasil penelitian kondisi fisik rumah diperoleh rasio luas jendela/luas kamar sebagian besar memenuhi syarat (> 10% dari luas lantai) sebanyak 73,4% dan sebagian besar rumah balita juga memiliki kepadatan hunian rumah yang memenuhi syarat ( $\geq$  10 m<sup>2</sup>/orang) sebanyak 68,5%.

Lebih dari separuh dinding rumah terbuat dari bahan yang tidak sesuai dengan persyaratan penyehatan perumahan (tidak permanen) sebanyak 54%, artinya masih banyak rumah yang ditempati balita terbuat dari kayu/papan dan tembok tidak diplester.

Kondisi dapur umumnya cukup baik, tergambar dari letak dapur yang terpisah dari ruangan lainnya sebanyak 66,9% serta ada lubang asap yang mampu mengeluarkan asap dan tidak terjadi pengumpulan asap di dapur sebanyak 82,3%.

Sebagian besar suhu dalam rumah tidak memenuhi syarat (lebih dari 30°C) sebanyak 82,3% serta kelembaban dalam rumah yang lebih dari 70% sebanyak 83,1%, artinya kebanyakan rumah balita yang diteliti berada dalam udara yang panas dan kering.

### 5.5. Sumber Polutan Dalam Rumah

Sumber polutan dalam rumah mencakup jenis bahan bakar untuk memasak, penggunaan obat nyamuk dan asap rokok penghuni rumah seperti yang disajikan pada tabel berikut

**Tabel 5.4.** Distribusi Balita Menurut Sumber Polutan Dalam Rumah

<b>S u m b e r P o l u t a n D a l a m R u m a h</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Persen</b>
<b>Jenis Bahan Bakar Untuk Memasak</b>		
- Ada asap pencemar (kayu/arang dan minyak tanah)	104	83,9
- Tidak ada asap pencemar (gas)	20	16,1
<b>Penggunaan Obat Nyamuk</b>		
- Ada (memakai obat nyamuk bakar dan semprot)	80	64,5
- Tidak ada (menggunakan kelambu, tidak sama sekali memakai obat nyamuk bakar atau semprot maupun kelambu)	44	35,5
<b>Asap Rokok</b>		
- Ada (ada penghuni tetap yang merokok)	82	66,1
- Tidak ada (tidak ada penghuni tetap yang merokok)	42	33,9

Sebagian besar jenis bahan bakar memasak di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral menggunakan kayu/arang dan minyak tanah untuk kegiatan memasak setiap hari sebanyak 83,9%, artinya ada sumber polutan dalam rumah.

Lebih dari separuh rumah balita yang diteliti secara rutin menggunakan obat nyamuk bakar atau obat nyamuk semprot sebanyak 64,5% dan sisanya 35,5% menggunakan kelambu atau sama sekali tidak menggunakan baik obat nyamuk bakar atau obat nyamuk semprot maupun kelambu.

Penghuni rumah di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral pada umumnya mempunyai kebiasaan merokok sebanyak 66,1%, artinya kebiasaan merokok menjadikan asap rokok sebagai sumber pencemaran udara.

## 5.6. Karakteristik Individu

Karakteristik individu yang diteliti adalah status gizi dan imunisasi balita disajikan pada tabel berikut

**Tabel 5.5.** Distribusi Balita Menurut Karakteristik Individu

Karakteristik Individu	Jumlah	Persen
Status Gizi		
- Kurang (<-2,0 SD s/d -3 SD)	14	11,3
- Baik (<-2,0 SD s/d +2,0 SD)	110	88,7
Imunisasi		
- Tidak lengkap (< salah satu dari BCG, DPT, Polio atau Campak)	18	14,5
- Lengkap (BCG, DPT, Polio dan Campak)	106	85,5

Sebagian besar balita yang diteliti memiliki status gizi baik (<-2,0 SD s/d +2,0 SD) serta memiliki imunisasi lengkap (BCG, DPT, Polio dan Campak) yaitu masing-masing 88,7% dan 85,5%.

### 5.7. Gejala Gangguan ISPA Pada Balita

Gangguan saluran pernapasan yang berhubungan dengan diagnosis ISPA yang diteliti meliputi 6 gejala yang dialami balita dalam dua minggu terakhir, seperti batuk, pilek (hidung beringsus/meler), berdahak/lendir, batuk terus menerus atau bersambungan, sesak napas dan demam/panas. Berikut adalah distribusi balita menurut gangguan ISPA yang dialami dalam dua minggu terakhir

**Tabel 5.6. Distribusi Balita Menurut Gangguan ISPA Yang Dialami Dalam Dua Minggu Terakhir**

Gangguan ISPA	Jumlah	Persen
Ya	70	56,5
Tidak	54	43,5
<b>Jumlah</b>	<b>124</b>	<b>100</b>

Dari 124 subyek penelitian di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral menunjukkan bahwa lebih banyak balita yang mengalami gangguan ISPA yaitu 56,5% sedangkan yang tidak mengalami gangguan ISPA sebanyak 43,5% balita.

### 5.8. Hubungan Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

Pada tabel 5.7. disajikan keterkaitan atau hubungan antara partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah, kondisi fisik rumah (rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian, jenis dinding, lubang asap dapur, letak dapur, suhu dan kelembaban dalam rumah), sumber polutan dalam rumah (asap rokok, jenis bahan bakar memasak dan penggunaan obat nyamuk) dan karakteristik individu (status gizi dan imunisasi)

dengan gangguan ISPA pada balita. Hasil uji *chi square* ( $\alpha = 0,05$ ) antara faktor Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

risiko dengan gangguan ISPA pada balita didapatkan delapan variabel yang signifikan ( $p < 0,05$ ) yaitu partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah, suhu dalam rumah, rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian, jenis dinding, lubang asap dapur, letak dapur dan jenis bahan bakar memasak.

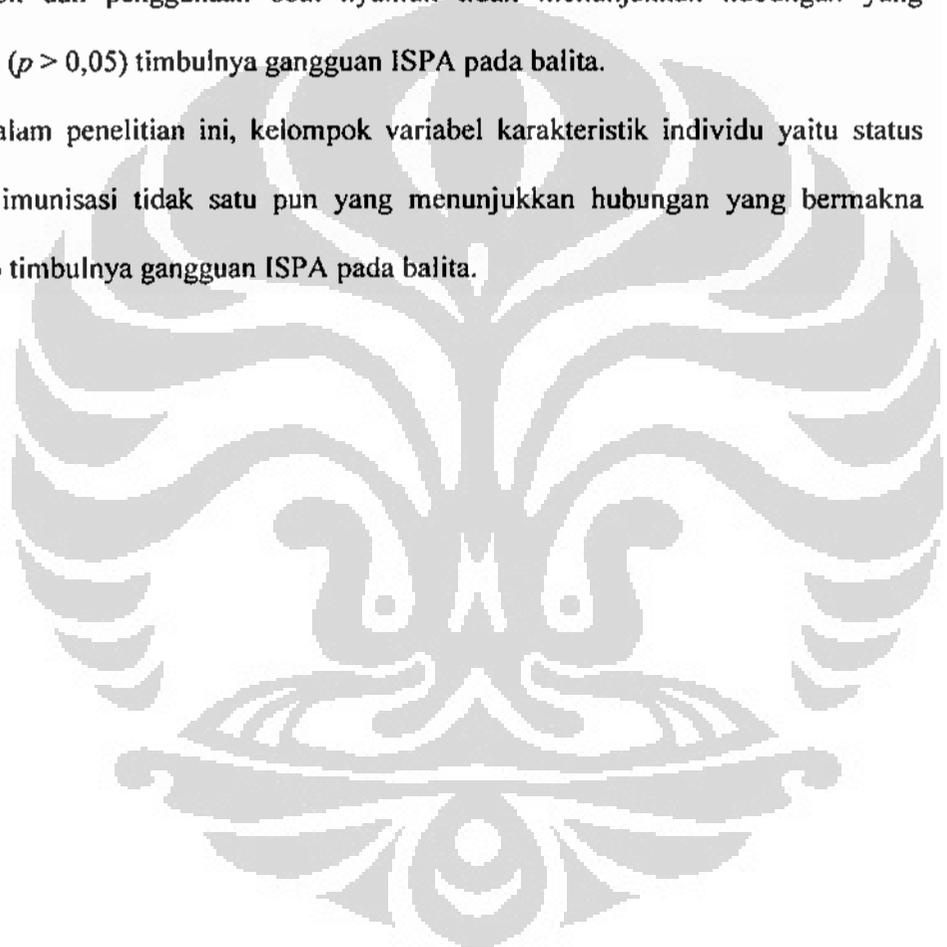
Hasil analisis hubungan antara partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dengan gangguan ISPA diperoleh bahwa rumah dengan kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) yang tidak memenuhi syarat sebanyak 73,3% balita dengan gangguan ISPA. Sedangkan rumah dengan kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) yang memenuhi syarat hanya 40,6% balita yang menderita gangguan ISPA. Hasil uji statistik diperoleh nilai  $p < 0,05$  maka dapat disimpulkan ada perbedaan yang signifikan antara kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita. Dari hasil analisis diperoleh pula nilai OR = 4,01 artinya balita yang tinggal dalam rumah yang kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) tidak memenuhi syarat mempunyai peluang 4,01 kali untuk terkena gangguan ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) memenuhi syarat.

Diantara variabel-variabel kondisi fisik rumah, variabel yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dapat menimbulkan gangguan ISPA pada balita yaitu suhu dalam rumah, rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian, jenis dinding, lubang asap dapur dan letak dapur. Terdapat indikasi bahwa hampir semua variabel kondisi fisik rumah berpotensi sebagai faktor risiko ( $OR > 1$ ) timbulnya gangguan ISPA pada balita. Sedangkan variabel kelembaban dalam rumah tidak menunjukkan hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) timbulnya gangguan ISPA pada balita.

Demikian pula diantara variabel-variabel sumber polutan dalam rumah, hanya terdapat satu variabel yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dapat menimbulkan gangguan ISPA

pada balita yaitu jenis bahan bakar memasak. Dari hasil analisis diperoleh nilai  $OR = 6,94$  artinya, balita yang tinggal dalam rumah yang ada asap pencemar mempunyai peluang 6,94 kali untuk terkena gangguan ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang tidak ada asap pencemar. Sedangkan variabel asap rokok dan penggunaan obat nyamuk tidak menunjukkan hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) timbulnya gangguan ISPA pada balita.

Dalam penelitian ini, kelompok variabel karakteristik individu yaitu status gizi dan imunisasi tidak satu pun yang menunjukkan hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) timbulnya gangguan ISPA pada balita.



Tabel 5.7. Hubungan Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

Variabel	Gangguan ISPA				Total	OR (95% C.I.)	Nilai P
	Ya	%	Tidak	%			
<b>Kondisi Fisik Rumah</b>							
Kadar PM <sub>10</sub>							
> 90 µg/m <sup>3</sup>	44	73,3	16	26,7	60	4,01	0,00
≤ 90 µg/m <sup>3</sup>	26	40,6	38	59,4	64	1,88-8,58	
Kelembaban							
> 70%	62	60,2	41	39,8	103	2,45	0,10
40% – 70%	8	38,1	13	61,9	21	0,93-6,45	
Suhu							
> 30°C	64	62,7	38	37,3	102	4,49	0,00
≤ 30°C	6	27,3	16	72,7	22	1,61-12,46	
Rasio Luas Jendela / Luas Kamar							
< 10%	27	81,8	6	18,2	33	5,02	0,00
≥ 10%	43	47,3	48	52,7	91	1,89-13,32	
Kepadatan Hunian							
< 10m <sup>2</sup> /orang	31	79,5	8	20,5	39	4,57	0,00
≥ 10 m <sup>2</sup> /orang	39	45,9	46	54,1	85	1,88-11,09	
Dinding Rumah							
Tidak permanen	46	68,7	21	31,3	67	3,01	0,00
Permanen	24	42,1	33	57,9	57	1,44-6,29	
Lubang Asap Dapur							
Tidak ada	17	77,3	5	22,7	22	3,14	0,05
Ada	53	52,0	49	48,0	102	1,07-9,16	
Letak Dapur							
Tidak terpisah	29	70,7	12	29,3	41	2,47	0,03
Terpisah	41	49,4	42	50,6	83	1,11-5,50	
<b>Sumber Polutan Dalam Rumah</b>							
Asap Rokok							
Ada	47	57,3	35	42,7	82	1,10	0,93
Tidak ada	23	54,8	19	45,2	42	0,52-2,34	
Jenis Bahan Bakar Memasak							
Ada asap	66	63,5	38	36,5	104	6,94	0,00
Tidak ada asap	4	20,0	16	80,0	20	2,16-22,29	
Penggunaan Obat Nyamuk							
Ada	50	62,5	30	37,5	80	2,00	0,10
Tidak ada	20	45,5	24	54,5	44	0,94-4,21	
<b>Karakteristik Individu</b>							
Status Gizi							
Kurang	10	71,4	4	28,6	14	2,08	0,36
Baik	60	54,5	50	45,5	110	0,61-7,04	
Imunisasi							
Tidak lengkap	11	61,1	7	38,9	18	1,25	0,86
Lengkap	59	55,7	47	44,3	106	0,45-3,47	

## 5.9. Model Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

Analisis multivariat dilakukan dengan regresi logistik ganda untuk mendapatkan model faktor risiko dengan gangguan ISPA pada balita. Pemodelan bertujuan untuk mengestimasi secara valid hubungan satu variabel pemajanan dengan variabel dependen dan mengontrol beberapa variabel independen lain sebagai seperangkat faktor-faktor risiko. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut : pemilihan variabel kandidat, pembuatan model faktor penentu dan penilaian interaksi.

### 5.9.1. Pemilihan Variabel Kandidat

Langkah pertama analisis multivariat adalah dengan melakukan analisis bivariat terhadap variabel pemajanan dan variabel independen yang diduga berhubungan dengan gangguan ISPA pada balita. Variabel yang memiliki nilai  $p < 0.25$  dapat langsung masuk tahap model multivariat seperti disajikan pada tabel berikut

Tabel 5.8. Hasil Analisis Bivariat Antara Variabel Pemajanan, Independen dan Dependen

Variabel	-2 Log likelihood	G	Nilai p	Keterangan
PM <sub>10</sub> dalam rumah	156,04	13,78	0,00	Kandidat
Kelembaban dalam rumah	166,38	3,44	0,06	Kandidat
Suhu dalam rumah	160,48	9,34	0,00	Kandidat
Rasio luas jendela/luas kamar	157,17	12,65	0,00	Kandidat
Kepadatan hunian rumah	156,83	12,99	0,00	Kandidat
Jenis dinding rumah	160,91	8,91	0,00	Kandidat
Lubang asap dapur	164,82	5,00	0,03	Kandidat
Letak dapur	164,62	5,20	0,02	Kandidat
Asap rokok	169,75	0,07	0,78	Bukan kandidat
Jenis bahan bakar memasak	156,55	13,27	0,00	Kandidat
Penggunaan obat nyamuk	166,48	3,34	0,06	Kandidat
Status gizi	168,33	1,49	0,23	Kandidat
Imunisasi	169,64	0,18	0,66	Bukan kandidat

Hasil analisis ternyata ada 11 variabel yang dapat masuk sebagai kandidat multivariat dengan nilai  $p < 0,25$ . Variabel tersebut adalah  $PM_{10}$  dalam rumah, kelembaban dalam rumah, suhu dalam rumah, rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian rumah, jenis dinding rumah, lubang asap dapur, letak dapur, jenis bahan bakar memasak, penggunaan obat nyamuk dan status gizi.

### 5.9.2. Pembuatan Model Faktor Penentu Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

Pada tahap ini dilakukan pemodelan dengan cara menganalisis semua variabel secara bersama-sama. Model terbaik didapatkan dengan mempertimbangkan dua penilaian yaitu nilai signifikan rasio *log-likelihood* dan nilai signifikan *p Wald* ( $p < 0,05$ ). Variabel-variabel yang nilai *p Wald*  $< 0,05$  akan masuk ke dalam model sedangkan variabel-variabel yang nilai *p Wald*  $> 0,05$  akan dikeluarkan dari model. Hasil analisis tahap pertama dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 5.9.** Hasil Analisis Regresi Logistik Tahap I Antara Kandidat Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

V a r i a b e l	B	<i>p Wald</i>	OR	95% C.I
$PM_{10}$ dalam rumah	0,97	0,05	2,65	0,97-7,25
Kelembaban dalam rumah	0,92	0,12	2,55	0,77-8,28
Suhu dalam rumah	1,70	0,01	5,47	1,40-21,33
Rasio luas jendela/luas kamar	1,34	0,12	3,84	0,68-21,64
Kepadatan hunian rumah	0,33	0,62	1,39	0,37-5,20
Jenis dinding rumah	-0,15	0,78	0,85	0,27-2,66
Lubang asap dapur	-0,98	0,33	0,37	0,05-2,17
Letak dapur	-0,13	0,82	0,87	0,25-3,00
Jenis bahan bakar memasak	1,15	0,09	3,16	0,81-12,26
Penggunaan obat nyamuk	0,36	0,44	1,43	0,54-3,82
Status gizi	0,85	0,22	2,35	0,46-11,77
<b>Constant</b>	<b>-2,59</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>	
<i>-2 log likelihood</i> = 131,72      G = 38,10 <i>p</i> = 0,00				

Pada analisis tahap-tahap selanjutnya variabel-variabel yang nilai *p Wald*  $> 0,05$  dikeluarkan dari model secara berurutan dimulai dari nilai *p Wald* yang terbesar yaitu letak dapur, jenis dinding, kepadatan hunian, penggunaan obat Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

nyamuk, status gizi, lubang asap dapur dan rasio luas jendela/luas kamar (Lampiran 2). Hasil akhir analisis setelah mengeluarkan variabel-variabel yang nilai  $p$  Wald  $> 0,05$  diperoleh empat variabel yang berhubungan secara signifikan dengan gangguan ISPA pada balita yaitu variabel  $PM_{10}$  dalam rumah, kelembaban dalam rumah, suhu dalam rumah dan jenis bahan bakar memasak seperti disajikan pada tabel berikut

**Tabel 5.10.** Hasil Akhir Analisis Regresi Logistik Antara Kandidat Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

Variabel	B	$p$ Wald	OR	95% C.I
$PM_{10}$ dalam rumah	1,12	0,00	3,08	1,32-7,19
Kelembaban dalam rumah	1,12	0,04	3,08	1,05-9,04
Suhu dalam rumah	1,60	0,00	4,98	1,60-15,53
Jenis bahan bakar memasak	1,30	0,04	3,69	1,03-13,17
<b>Constant</b>	<b>-1,53</b>	<b>0,00</b>	<b>0,21</b>	
$-2 \log \text{likelihood} = 138,09$		$G = 31,73$	$p = 0,00$	

### 5.9.3. Penilaian Interaksi

Penilaian interaksi dilakukan untuk melihat adanya perubahan pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya. Penentuan variabel interaksi melalui pertimbangan logika substansi. Pengujian interaksi dilihat dari kemaknaan statistik. Proses ini dilakukan dengan cara mengeluarkan variabel interaksi yang nilai  $p$  Wald  $> 0,05$  dari model. Bila nilai  $p$  Wald  $< 0,05$  artinya ada interaksi. Tabel 5.11. menunjukkan bahwa variabel interaksi yang akan dilakukan uji adalah  $PM_{10}$  dengan jenis bahan bakar memasak.

**Tabel 5.11.** Penilaian Interaksi Antara Variabel Pemajanan, Independen dan Dependen

Variabel	B	<i>p Wald</i>	OR	95% C.I
PM <sub>10</sub> dalam rumah	1,07	0,01	2,94	1,23-7,04
Kelembaban dalam rumah	1,11	0,04	3,05	1,03-8,96
Suhu dalam rumah	1,62	0,00	5,05	1,61-15,78
Jenis bahan bakar memasak	0,70	0,65	2,02	0,09-44,292
PM <sub>10</sub> * Jenis bahan bakar memasak	0,72	0,67	2,06	0,07-61,41
<b>Constant</b>	<b>-1,51</b>	<b>0,00</b>	<b>0,22</b>	
<i>-2 log likelihood</i> = 137,91      G = 31,91 <i>p</i> = 0,00				

Hasil analisis didapatkan tidak terjadi interaksi karena nilai *p Wald* > 0,05.

Dengan tidak adanya variabel interaksi, maka model yang dipakai adalah model tanpa interaksi seperti disajikan pada tabel berikut

**Tabel 5.12.** Model Akhir Analisis Regresi Logistik Antara Variabel Pemajanan, Independen dan Dependen

Variabel	B	<i>p Wald</i>	OR	95% C.I
PM <sub>10</sub> dalam rumah	1,12	0,00	3,08	1,32-7,19
Kelembaban dalam rumah	1,12	0,04	3,08	1,05-9,04
Suhu dalam rumah	1,60	0,00	4,98	1,60-15,53
Jenis bahan bakar memasak	1,30	0,04	3,69	1,03-13,17
<b>Constant</b>	<b>-1,53</b>	<b>0,00</b>	<b>0,21</b>	
<i>-2 log likelihood</i> = 138,09      G = 31,73 <i>p</i> = 0,00				

Dari hasil multivariat ternyata variabel yang berhubungan bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan gangguan ISPA pada balita adalah PM<sub>10</sub> dalam rumah, kelembaban dalam rumah, suhu dalam rumah dan jenis bahan bakar memasak. Interpretasi dari model di atas dapat dijelaskan bahwa terdapat hubungan antara kadar partikulat debu (PM<sub>10</sub>) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita yang dipengaruhi oleh variabel kelembaban dalam rumah, suhu dalam rumah dan jenis bahan bakar memasak.

Dari model akhir tersebut dapat dituliskan dalam bentuk persamaan nonlinier logistik seperti berikut :

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(-1,53 + 1,12X_1 + 1,12X_2 + 1,60X_3 + 1,30X_4)}}$$

Keterangan :

- P (X) = Probabilitas terjadinya sakit
- e = Bilangan alam 2,718
- X<sub>1</sub> = PM<sub>10</sub> dalam rumah
- X<sub>2</sub> = Kelembaban dalam rumah
- X<sub>3</sub> = Suhu dalam rumah
- X<sub>4</sub> = Jenis bahan bakar memasak

Sehingga kejadian gangguan ISPA pada balita dengan faktor-faktor lingkungan rumah tidak memenuhi syarat adalah :

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(-1,53 + 1,12 \cdot 1 + 1,12 \cdot 1 + 1,60 \cdot 1 + 1,30 \cdot 1)}} \times 100\% = 97,36\%$$

dan kejadian gangguan ISPA pada balita dengan faktor-faktor lingkungan rumah memenuhi syarat adalah :

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(-1,53 + 1,12 \cdot 0 + 1,12 \cdot 0 + 1,60 \cdot 0 + 1,30 \cdot 0)}} \times 100\% = 17,79\%$$

Maka kejadian gangguan ISPA pada balita dengan faktor-faktor lingkungan rumah tidak memenuhi syarat dibandingkan dengan faktor-faktor lingkungan rumah memenuhi syarat diperoleh *odds-ratio*  $97,36\%/17,79\% = 5,47$  artinya peluang kejadian gangguan ISPA pada balita yang tinggal di dalam rumah dengan faktor-faktor lingkungan rumah tidak memenuhi syarat sebesar 5,47 kali dibandingkan dengan faktor-faktor lingkungan rumah memenuhi syarat.

## BAB VI

### PEMBAHASAN

#### 6.1. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional* yang bertujuan untuk mencari hubungan antara partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita dengan melakukan pengukuran sesaat. Tentunya tidak semua subyek harus diperiksa pada hari ataupun saat yang sama, namun baik variabel faktor risiko maupun variabel efek dinilai hanya satu kali saja. Faktor risiko serta efek diukur menurut keadaan atau statusnya pada waktu observasi, jadi tidak ada tindak lanjut atau *follow-up*. Pada studi ini masih ditemukan keterbatasan ataupun kekurangan dibandingkan desain penelitian *case-control* ataupun *cohort*. Adapun keterbatasan ataupun kekurangan dalam penelitian ini meliputi :

Pertama, sulit untuk menentukan sebab dan akibat karena pengambilan data risiko dan efek dilakukan pada saat bersamaan (*temporal relationship* tidak jelas). Akibatnya tidak mungkin ditentukan mana penyebab dan mana akibat.

Kedua, dalam memperoleh data kadar  $PM_{10}$ , peneliti hanya mengukur satu kali di ruangan balita sering tidur saja dan lama pemajanan tidak dikaitkan antara kadar  $PM_{10}$  dengan gangguan ISPA pada balita.

Ketiga, dalam menentukan timbulnya gejala gangguan ISPA pada balita hanya berdasarkan pada persepsi, kemampuan mengingat dan kerjasama responden (ibu atau pengasuh balita) tanpa ditunjang dengan pemeriksaan klinik atau laboratorium dan peneliti membatasi diri hanya pada ada atau tidak-adanya gejala selama periode waktu penelitian serta subyek penelitian terbatas hanya pada balita.

Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

Keempat, pengukuran kadar  $PM_{10}$  dalam rumah, suhu dan kelembaban dalam rumah balita tidak diukur secara terus menerus pada periode tertentu. Hasil pengukuran kadar  $PM_{10}$  tidak dilihat komposisi kimianya serta jumlah partikelnya tidak dilakukan identifikasi, sehingga tidak dapat dibedakan mana debu yang berasal dari penambangan granit, tetapi yang dilihat hanyalah kadar  $PM_{10}$  dalam rumah yang berada di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit.

Kelima, bias informasi dapat terjadi pada saat wawancara, observasi dan pengukuran, baik yang datang dari pewawancara maupun responden sehingga mengakibatkan distorsi terhadap hasil yang didapatkan.

## 6.2. Gejala Gangguan ISPA Pada Balita

Untuk menentukan ada tidaknya gangguan ISPA pada balita, dipergunakan daftar pertanyaan berdasarkan gejala gangguan saluran pernapasan yang berhubungan dengan diagnosis ISPA dalam kurun waktu 2 minggu terakhir. Dalam penelitian di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral ini gejala gangguan ISPA tidak dikaitkan dengan bentuk penyakit infeksi pernapasan. Alternatif pendekatan yang dilakukan di lokasi penelitian adalah alternatif obeservasi yang dilakukan dalam masyarakat.

Untuk menentukan efek kesehatan di lapangan, parameter gejala gangguan ISPA lebih cocok digunakan karena lebih sederhana, tanpa harus menunggu diagnosa klinik yang ditunjang oleh laboratorium. Misalnya, Badan kesehatan dunia juga menganjurkan pemakaian diagnosis berdasarkan tanda-tanda klinik yang mudah dikenali di lapangan dalam program-program kesehatan yang menangani masalah infeksi saluran pernapasan akut pada anak (WHO, 1990).

Persentase balita yang menunjukkan gejala gangguan ISPA dalam penelitian ini adalah 56,5%. Berdasarkan pengamatan, tingginya balita yang terserang gangguan ISPA di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral diduga berkaitan dengan keadaan sanitasi perumahan penduduk masih banyak yang tidak memenuhi persyaratan yaitu tidak terdapat sistem pengangkutan dan pengumpulan sampah sehingga penduduk memusnahkan sampah dengan membuangnya ke laut, ke belakang rumah dan tanah lapang atau membakarnya di lahan kosong. Dan juga sebagian rumah penduduk belum dilengkapi dengan saluran pembuangan air limbah yang berasal dari dapur atau kamar mandi sehingga air limbah itu mengalir dan meresap ke dalam tanah. Selain itu juga berkaitan secara tidak langsung dengan tingkat sosial ekonomi masyarakat yang sebagian besar berada pada tingkat menengah dan rendah. Tingkat sosial ekonomi ini tergambar dari jenis pekerjaan ayah yang sebagian besar (46%) sebagai nelayan tradisional dan hampir semuanya (88,7%) ibu balita tidak bekerja atau sebagai ibu rumah tangga (tabel 5.1).

Menurut Ranuh (1997) penyakit atau gangguan pernapasan dipengaruhi oleh keadaan sanitasi perumahan penduduk dan kondisi lingkungan yang tidak memenuhi syarat kesehatan. Lingkungan yang tidak memenuhi syarat tersebut dapat berupa kondisi fisik perumahan yang tidak mempunyai ventilasi, kepadatan hunian, jenis lantai, jenis dinding, asap dapur, suhu dan kelembaban dalam rumah. Lingkungan perumahan sangat berpengaruh terhadap kejadian ISPA.

### 6.3. Hubungan Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

Dalam penelitian ini dianalisis kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik individu yang turut berperan bersama  $PM_{10}$  rumah dalam meningkatkan risiko balita terkena gangguan ISPA.

#### 6.3.1. Kadar $PM_{10}$ Dalam Rumah

Data mengenai parameter  $PM_{10}$  diukur langsung di tiap rumah yang diteliti, di ruangan balita sering tidur, dengan pertimbangan balita lebih sering melakukan kegiatan atau lamanya setiap individu berada pada ruangan tersebut. Pengukuran kadar  $PM_{10}$  hanya dilakukan satu kali dengan metode sewaktu (*spot sampling*) yang digunakan untuk memeriksa secara acak keadaan sewaktu zat pencemar udara pada tempat-tempat pemeriksaan, sehingga diperoleh gambaran potensial tingkat kadar  $PM_{10}$  dalam setiap rumah balita. Kadar  $PM_{10}$  yang diukur di dalam rumah adalah kualitas udara sebagai salah satu tolak ukur kualitas lingkungan bangunan tiap rumah.

Untuk melihat kemungkinan perubahan kadar  $PM_{10}$  dalam sehari, peneliti tidak melakukan pengukuran pada dua waktu yang berbeda yaitu pagi dan siang hari dalam rumah balita. Hal ini berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Purwana (1999) di Pekojan bahwa tidak terjadi fluktuasi kadar  $PM_{10}$  menurut waktu pengukuran pada pagi dan siang hari di tempat yang sama dalam waktu sehari. Disamping itu, selama penelitian berlangsung diasumsikan tidak terjadi perubahan berarti keadaan rumah tangga dan kondisi fisik rumah.

Dari hasil pengukuran  $PM_{10}$  dalam rumah di lokasi penelitian, kualitas udara yang dikandung oleh setiap rumah balita tergambar dengan ditemukannya hampir sebagian besar kadar  $PM_{10}$  dalam rumah yang tidak memenuhi syarat 41,4%.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat dikatakan bahwa kualitas udara di rumah-rumah penduduk di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral masih buruk.

Dalam penelitian ini sebagai variabel pemajanan yaitu kadar  $PM_{10}$  dalam rumah mempunyai hubungan bermakna secara statistik ( $p < 0,05$ ) dengan timbulnya gangguan ISPA pada balita. Hasil analisis didapatkan OR-nya 4,01, artinya balita yang tinggal dalam rumah yang kadar  $PM_{10}$  tidak memenuhi syarat mempunyai peluang 4,01 kali untuk terkena gangguan ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang kadar  $PM_{10}$  memenuhi syarat.

Menurut Pudjiastuti, dkk (1998) penemuan sejumlah zat pencemar dalam rumah yang salah satunya adalah  $PM_{10}$  akan meningkatkan ketidaknyamanan, ketidakberfungsian, timbulnya penyakit bahkan kematian. Penelitian yang dilakukan oleh Samet dan Spengler (1991) menunjukkan bahwa terjadinya penyakit pernapasan, alergi, iritasi membran dan mukus serta kanker paru di sebabkan oleh pencemar dalam rumah. Iritasi membran dan mukus saluran pernapasan akan menyebabkan pertahanan saluran napas menjadi rendah terhadap serangan bakteri patogen maupun komensal, sehingga dapat dengan mudah terkena infeksi saluran pernapasan. Selanjutnya studi epidemiologi yang dilakukan di Amerika menunjukkan hasil yang signifikan estimasi hubungan respons dosis antara konsentrasi partikulat di udara dengan efek kesehatan yang ditimbulkannya termasuk mortalitas, perawatan di rumah sakit karena menderita penyakit pernapasan, ISPA pada anak-anak, serangan asthma dan penyakit kronis lainnya (World Bank, 1994).

Beberapa penelitian lain juga sudah membuktikan adanya hubungan antara  $PM_{10}$  dengan kejadian infeksi saluran pernapasan (Achmadi, 1993 : Sutrisna, 1993 : Purwana, 1999). Akan tetapi efek kesehatan yang timbul pada saluran pernapasan bukan semata-mata disebabkan oleh efek pajanan  $PM_{10}$  atau partikulat saja. Penyakit saluran pernapasan dikenal sebagai penyakit yang penyebabnya multifaktorial atau penyakit yang terkait dengan beberapa faktor penyebab lainnya. Diantara faktor-faktor yang terkait dengan penyakit saluran pernapasan adalah faktor-faktor rumah seperti kondisi fisik rumah dan sumber polutan rumah.

Dalam faktor-faktor rumah tersebut, luas lubang angin/luas kamar dan keterpaparan asap rokok secara spesifik terkait dengan saluran pernapasan (Fitria, 2003). Penelitian lain oleh Purwana (1999) juga menekankan tentang eratnya hubungan antara  $PM_{10}$  dengan batuk pilek pada anak balita akibat terpajan jumlah konsumsi rokok ayah dan faktor adanya penghuni lain yang sedang menderita infeksi pernapasan. Menurut Chen dan Hong et al., (1993) mengemukakan pentingnya peran faktor-faktor jenis bahan bakar memasak disamping asap rokok sebagai sumber partikulat. Beberapa penelitian ini memberikan masukan mengenai adanya faktor-faktor lain disamping partikulat dalam menimbulkan penyakit gangguan pernapasan.

Dipihak lain, dalam penelitian di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral ini, lamanya pemajanan tidak diukur dan lamanya waktu setiap balita berada dalam rumah masing-masing diasumsikan sama. Hal ini merupakan salah satu keterbatasan dalam penelitian ini. Studi ini merupakan pengkajian pengaruh faktor lingkungan terhadap satuan kelompok anak balita, bukan satu per satu individu balita sakit. Selain itu juga dipelajari efek  $PM_{10}$  dalam lingkungan mikro rumah tempat balita melakukan kegiatan sehari-hari. Gambaran

efek kesehatan disampaikan dalam bentuk jumlah dan proporsi balita yang menunjukkan gejala gangguan ISPA sedangkan tingkat pemajanan balita digambarkan sebatas penentuan kadar  $PM_{10}$  dalam rumah dan bagian-bagian rumah sebagai lingkungan mikro tempat balita. Dengan demikian, yang tergambar dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan efek kesehatan pada kelompok balita oleh perbedaan tingkat kadar  $PM_{10}$  dalam rumah dan juga memperhitungkan faktor-faktor kondisi fisik rumah, sumber polutan dalam rumah dan karakteristik individu. Dengan demikian gambaran ini sesuai dengan hipotesis yang diuji yaitu kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah mempengaruhi gangguan ISPA pada balita.

### 6.3.2. Kondisi Fisik Rumah

Untuk mengukur kelembaban relatif udara di dalam rumah balita, peneliti menggunakan alat hygrometer. Cara pengukuran ini lebih baik daripada hanya berdasarkan pengamatan subjektif peneliti saja misalnya dengan melihat dan menanyakan ke responden tanda-tanda kerusakan dalam rumah karena lembab, adanya kapang atau rasa dingin.

Hasil pengukuran kelembaban relatif udara dalam penelitian ini tidak menunjukkan adanya hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) dengan gangguan ISPA pada balita. Akan tetapi terlihat bahwa proporsi yang mengalami gangguan ISPA lebih tinggi pada balita yang tinggal dalam rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat (60,2%). Hal ini kurang sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa kelembaban merupakan faktor risiko terjadinya gangguan pernapasan. Dalam penelitian Santi (2003) di pemukiman sekitar Kawasan Industri Medan membuktikan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kelembaban rumah dengan kejadian ISPA pada balita. Dan dalam

penelitian Anggraeni (2006) di Teluknaga Tangerang melaporkan bahwa kelembaban merupakan variabel yang mempunyai hubungan bermakna tetapi bukan merupakan faktor dominan yang mempengaruhi kejadian ISPA pada balita.

Menurut Lebowitz dan O' Rourke (1991) efek kesehatan yang berhubungan dengan kelembaban diketahui terkait dengan peran kelembaban sebagai faktor pendukung proliferasi aneka ragam mikroorganisme dan bakteri dalam rumah juga berperan sebagai pengubah ukuran aerosol *non-viable* (tidak hidup) akibat penyerapan uap air dan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan partikulat yang *viable* (hidup). Dengan demikian, sebelum dapat menjelaskan peran kelembaban dengan timbulnya gangguan ISPA perlu diketahui dulu apakah peran kelembaban telah menimbulkan proliferasi aneka ragam mikroorganisme dan bakteri dalam rumah atau menimbulkan pertumbuhan partikulat yang *viable*. Dalam kaitannya dengan penelitian ini karena keterbatasan waktu, dana serta prasarana tidak mencakup pembuktian adanya perubahan ukuran partikulat akibat kelembaban dan peran mikroorganisme dalam menimbulkan gangguan ISPA pada balita.

Selanjutnya menurut pendapat Stern, Boubel et al., (1984) bahwa ukuran partikulat di dalam udara dapat berubah akibat saling bertumbukan di udara dengan molekul gas lainnya, selanjutnya melalui proses koagulasi antar-sesama partikulat akan menghasilkan partikulat yang berukuran besar. Selain melalui proses koagulasi, dalam keadaan udara lembab, ukuran volume partikulat juga dapat berubah menjadi lebih besar. Ini terjadi karena partikulat berlaku sebagai *nuclei* yang menyerap uap air dan uap lainnya. Karena perubahan ukuran ini pula, maka partikulat yang sebelumnya terus melayang-layang di udara akibat pengaruh gerak Brown akan berubah menjadi partikulat yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan dapat

mengendap. Dalam kaitannya dengan efek kesehatan, partikulat berukuran besar dan tidak lama berada di udara kurang berpotensi terhirup oleh pernapasan.

Faktor lain yang mungkin berkaitan dengan hubungan antara  $PM_{10}$  dengan gangguan ISPA pada penelitian lain adalah suhu dalam rumah. Mengacu pada standar Kepmenkes (1999) tentang persyaratan rumah sehat, suhu normal ruangan berkisar antara  $18^{\circ}\text{C}$  –  $30^{\circ}\text{C}$  dan diukur dengan alat termometer. Dalam penelitian ini lebih dari separuh (82,3%) suhu dalam rumah yang terukur tidak memenuhi syarat. Dari analisis didapatkan  $p < 0,05$  berarti ada hubungan yang signifikan antara suhu dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita. Dari hasil analisis diperoleh pula nilai OR-nya 4,49 artinya, balita yang tinggal dalam rumah yang suhu tidak memenuhi syarat mempunyai peluang 4,49 kali untuk terkena gangguan ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang suhu memenuhi syarat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Anggraeni (2006) di Teluknaga Tangerang menyatakan bahwa suhu mempunyai hubungan bermakna pada tingkat  $\alpha$  0,05 dan merupakan faktor *confounder* yang mempengaruhi kejadian ISPA pada balita.

Kecamatan Meral berada di daerah pantai maka suhu rata-rata dalam rumah selalu konstan dan hampir sama, dengan kondisi suhu yang tidak memenuhi syarat tersebut akan menyebabkan udara dalam rumah menjadi kering. Udara bukanlah lingkungan yang baik untuk tempat berkembangbiakan mikroorganisme, tetapi pada udara berbagai agen penyakit dapat bertahan hidup untuk beberapa lama di dalamnya, terutama lingkungan udara yang tidak bebas akan lebih menguntungkan bagi agen karena terlindung dari faktor-faktor yang mempengaruhi udara ambien seperti kecepatan angin dan temperatur udara. Sedangkan anggapan lama yang

menyatakan bahwa langit-langit rumah yang tinggi di daerah panas diperlukan untuk kenyamanan, telah ditolak oleh penelitian-penelitian yang membuktikan bahwa langit-langit rumah adalah faktor yang tidak bermakna dalam menentukan suhu rumah.

Menurut Hamidi (2002) suhu di dalam rumah dipengaruhi oleh luas lubang angin dan jenis dinding yang digunakan serta dibuka atau tidaknya jendela rumah. Dengan penempatan ventilasi pada posisi yang baik dan luas cukup, maka terjadi pergerakan angin dan pertukaran udara yang bersih serta lancar (*cross ventilation*). Meskipun luas rumah cukup namun sirkulasi udara di dalamnya tidak lancar maka suhu udara di dalamnya juga tidak nyaman. Selain itu kegiatan rumah tangga seperti merokok, memasak atau penggunaan obat nyamuk juga mempengaruhi suhu dalam rumah.

Faktor kondisi fisik rumah yang lain juga ikut diteliti adalah rasio luas jendela/luas kamar, karena rasio luas jendela dengan luas kamar dapat menjadi ukuran efektifitas pertukaran udara yang mempengaruhi kadar  $PM_{10}$  dalam rumah. Udara segar diperlukan untuk mengurangi suhu dan kelembaban udara dalam ruangan sehingga dengan cukupnya udara segar yang tersedia dalam rumah akan menimbulkan rasa nyaman bagi penghuninya. Untuk memperoleh kenyamanan udara tersebut diperlukan ventilasi yang baik.

Dalam penelitian ini hampir semua rumah balita tidak mempunyai ruang khusus kamar tidur, dan yang dimaksud dengan kamar tidur balita dalam penelitian ini adalah segala ruang tempat balita biasa tidur (tidur malam maupun siang). Ini berarti mencakup pula bagian-bagian rumah balita yang bukan ruang khusus untuk kamar tidur balita. Hasil penelitian terbukti bahwa rasio luas jendela dengan luas

kamar berperan dalam hubungan antara  $PM_{10}$  dalam rumah dengan timbulnya gangguan ISPA pada balita. Hasil yang didapat  $p < 0,05$  dan OR-nya 5,02 artinya, balita yang tidur di kamar dengan luas jendela kurang dari 10% luas kamar, peluangnya untuk mengalami gangguan ISPA sebesar 5,02 kali dibandingkan dengan balita yang tidur dengan luas jendela minimal 10% luas kamar.

Beberapa penelitian lain juga menyebutkan adanya hubungan antara ventilasi kamar dengan gangguan pernapasan pada balita. Penelitian yang dilakukan oleh Hamidi (2002), terbukti bahwa bersama dengan kadar  $PM_{10}$  dalam kamar dan luas lubang angin/luas kamar berhubungan secara signifikan dengan gangguan pernapasan pada balita. Peneliti lainnya yang dilakukan oleh Fitria, (2003) menunjukkan bahwa rasio luas lubang angin/luas kamar berhubungan secara signifikan dengan kedua jenis gangguan pernapasan (batuk pilek dengan demam dan batuk pilek dengan atau tanpa demam) pada bayi dan balita.

Kondisi ventilasi menentukan kualitas udara dalam rumah, karena ventilasi yang cukup memungkinkan masuknya cahaya matahari ke dalam ruangan sehingga ruangan tidak menjadi lembab dan tidak menjadi tempat perkembangbiakan mikroorganisme. Sedangkan ventilasi yang kurang baik dapat menyebabkan pencemaran udara semakin meningkat karena udara yang tercemar tidak dapat keluar. Kualitas udara yang buruk di dalam ruangan rumah membahayakan kesehatan terutama balita untuk terkena gangguan ISPA.

Bertambahnya jumlah penduduk dalam pemukiman perkotaan dan daerah industri, menyebabkan kepadatan bangunan dan sulit membuat ventilasi dan bahkan rumah ada yang tidak mempunyai jendela, tidak ada lubang angin dan tidak pernah ada sinar matahari masuk ke ruangan. Kondisi di pemukiman sekitar kawasan

pertambangan granit Kecamatan Meral belum termasuk dalam lingkungan pemukiman yang padat, dimana antara rumah yang satu dengan rumah yang lainnya masih ada jarak. Masih adanya jarak antar rumah sudah selayaknya setiap rumah memiliki ventilasi yang memenuhi syarat kesehatan, mengingat fungsi ventilasi berperan penting untuk terjadinya sirkulasi udara ke dalam dan ke luar rumah. Dengan demikian agar udara dalam kamar tetap berkualitas untuk keperluan oksigen penghuninya, maka dalam perencanaan suatu pemukiman atau rumah tinggal harus memperhatikan luas serta tata letak ventilasi.

Faktor lain yang berperan sebagai faktor risiko terjadinya gangguan pemapasan pada balita adalah kepadatan hunian rumah. Dalam sebuah rumah tidak jarang terdapat lebih dari satu keluarga yang menghuninya. Rumah yang memiliki luas yang tidak sesuai dengan jumlah penghuni menyebabkan padat penghuni (*overcrowded*). Pengertian padat penghuni adalah bila luas seluruh ruangan rumah termasuk kamar mandi dan jamban dibagi jumlah penghuni lebih kecil dari 10 meter persegi perjiwa.

Kepadatan hunian rumah di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit menunjukkan adanya hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan gangguan ISPA. Dari hasil analisis diperoleh pula nilai OR-nya 4,57 artinya risiko menderita gangguan ISPA pada balita yang tinggal dalam rumah yang kepadatannya tidak memenuhi syarat sebesar 4,57 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang kepadatannya memenuhi syarat. Hasil ini sejalan dengan penelitian Handayani (1997) menyatakan bahwa kepadatan hunian dalam rumah berhubungan dengan kejadian ISPA pada balita. Lebih lanjut penelitian yang dilakukan Sudirman (2003) di kota Bekasi membuktikan bahwa balita yang tinggal dalam rumah yang

padat penghuni mempunyai risiko untuk terkena pneumonia 4,3 kali dibanding dengan balita yang tinggal dalam rumah dengan tingkat hunian yang tidak padat.

Kondisi kepadatan hunian sangat penting terutama menyangkut dengan timbulnya penularan penyakit infeksi antar individu. Gangguan pernapasan yang disebabkan oleh virus, biasanya disebarkan antar penghuni dan dihantarkan melalui udara. Dalam kondisi ini, karena disamping mengakibatkan kurangnya konsumsi oksigen juga apabila salah satu anggota keluarga menderita penyakit infeksi, akan mudah menularkan kepada anggota yang lain (Notoatmodjo, 2003).

Ditinjau dari segi bahan bangunan, jenis dinding rumah balita yang diteliti didapatkan lebih dari sebagian yang tidak permanen. Rumah dengan konstruksi dinding tidak permanen, tidak terjamin kekuatannya sehingga mudah rusak atau roboh. Dinding papan/kayu masih dapat ditembus oleh udara, jadi dapat memperbaiki perhawaan, tetapi sulit untuk dapat menjamin kebersihannya dari debu yang menempel. Apabila ada penghuni yang menderita infeksi saluran pernapasan maka kuman patogen bisa berada dalam debu yang menempel pada dinding yang sewaktu-waktu bisa terhirup oleh manusia di dalamnya.

Dalam kaitannya dengan penelitian ini jenis dinding berhubungan secara statistik ( $p < 0,05$ ) dengan terjadinya gangguan ISPA pada balita. Hasil analisis didapatkan OR-nya 3,01 artinya, balita yang tinggal dalam rumah yang dindingnya tidak permanen, peluangnya untuk mengalami gangguan ISPA sebesar 3,01 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang berdinding permanen. Hal ini tidak sejalan dengan beberapa penelitian yang menyatakan bahwa jenis dinding rumah tidak berhubungan dengan gangguan pernapasan (Hamidi ; 2002, Santi ; 2003 Anggraeni, 2006). Namun sesungguhnya, permukaan dinding yang

terbuat dari kayu/papan atau tembok yang tidak diplester berpotensi melepaskan partikulat. Dalam penelitiannya Purwana (1999) menyebutkan perbedaan jenis dinding juga berpotensi menimbulkan variasi kadar  $PM_{10}$  rumah. Rumah yang dindingnya terbuat dari tembok yang diplester menunjukkan kadar  $PM_{10}$  lebih rendah daripada rumah yang temboknya terbuat dari tripleks atau tembok tidak diplester.

Adanya kaitan antara dinding dengan  $PM_{10}$  dapat dijelaskan melalui peran asap rokok dan asap lainnya terhadap kadar partikulat. Asap rokok dan asap lainnya dalam sebuah ruangan terserap sebagian ke permukaan-permukaan dinding dan benda-benda lain yang berada dalam ruangan itu. Setelah beberapa waktu, komponen-komponen partikulat yang terserap ini akan melepaskan kembali komponen-komponen gas ke udara. Komponen-komponen gas ini kemudian bergabung kembali dengan partikulat yang ada di udara sehingga partikulat di udara dapat bertambah massanya (Purwana, 1999).

Disamping merupakan sarana fisik rumah yang membatasi udara terbuka di luar dengan udara di dalam rumah, dinding merupakan determinan penting bagi infiltrasi udara luar. Dengan adanya pertukaran udara memungkinkan terjadinya perubahan kualitas udara dalam rumah karena adanya infiltrasi dan pengeluaran gas serta partikulat. Untuk dapat terjadinya pertukaran udara, yang terpenting adalah tersedianya lubang ventilasi pada dinding pemisah.

Keterbatasan ruang menyebabkan beberapa kegiatan dalam rumah harus disatukan dalam sebuah ruang. Salah satu contoh yang sering ditemukan adalah disatukannya dapur dengan ruang tidur atau ruang keluarga. Sebagai salah satu tempat potensial penghasil  $PM_{10}$  rumah, ternyata letak dapur dalam penelitian ini terbukti memiliki hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan terjadinya gangguan

ISPA pada balita. Hasil analisis didapatkan OR-nya 2,47 artinya, rumah dengan letak dapur yang tidak terpisah dari ruangan lain berpeluang untuk terjadinya gangguan ISPA pada balita sebesar 2,47 kali dibandingkan dengan rumah yang letak dapurnya terpisah.

Dalam penelitiannya Juliastuti (2000) juga mendapatkan bahwa penyatuan dapur dengan ruangan yang lainnya terbukti turut berperan dalam hubungan antara  $PM_{10}$  rumah dengan timbulnya gangguan pernapasan pada balita. Dapur yang menyatu dengan ruangan yang lain, bila tidak ada dinding pemisah, berpotensi lebih besar untuk meningkatkan kadar  $PM_{10}$  dalam rumah yang menyebarkan partikulat tersebut ke seluruh ruangan terutama kamar tidur dan ruang keluarga.

Menurut Kepmenkes RI (1999) ruangan di dalam rumah harus ditata agar berfungsi sebagai ruang tamu, ruang keluarga, kamar tidur, ruang makan, ruang dapur, kamar mandi dan ruang bermain anak. Ruangan dapur harus dilengkapi sarana pembuangan asap. Sebagaimana kita ketahui bahwa aktifitas memasak di dapur menghasilkan asap terutama penggunaan jenis bahan bakar kayu dan minyak tanah. Untuk mencegah asap masuk ke dalam ruangan lain maka dapur harus terpisah atau ada dinding pemisah, dengan demikian intensitas pemajanan oleh gas-gas atau partikulat yang dihasilkan oleh asap dapur dapat dihindari.

Sebagai sarana pembuangan asap dari dalam dapur ke udara luar, lubang asap dapur dalam penelitian ini menunjukkan hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan timbulnya gangguan ISPA pada balita. Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian Santi (2003) menyatakan cerobong asap dapur dan ventilasi dapur di pemukiman sekitar Kawasan Industri Medan tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan kejadian ISPA pada balita.

Lubang asap dapur yang tidak memenuhi syarat dalam penelitian ini berpotensi menjadi faktor risiko untuk menimbulkan pemajanan partikulat yang berasal dari jenis bahan bakar memasak seperti kayu/arang dan minyak tanah terhadap timbulnya gangguan ISPA pada balita. Balita yang tinggal dalam rumah yang lubang asap tidak memenuhi syarat mempunyai peluang 3,14 kali untuk terkena gangguan ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang lubang asap memenuhi syarat.

Asap dapur mengandung CO, CO<sub>2</sub> dan partikulat. Bila dapur tidak mempunyai lubang asap maka udara dalam rumah akan tercemar. Udara dalam ruangan dapur yang sudah tercemar tersebut akan mengalir ke ruangan lain dalam rumah sehingga balita yang sering berada di dapur ketika ibu/pengasuhnya sedang memasak atau balita bermain di ruangan yang sudah tercemar, maka risiko untuk terkena gangguan pernapasan menjadi lebih besar. Rumah yang tidak memiliki lubang asap dapur dapat memperburuk keadaan paru-paru penghuni rumah tersebut yang menderita ISPA (Ditjen PP & PL, 2003).

### **6.3.3. Sumber Polutan Dalam Rumah**

Rumah sebagai salah satu bentuk ruang terkurung merupakan tempat yang menjadi sumber pemasok pencemaran udara. Sumber pemasok pencemaran ini berhubungan dengan aktifitas sehari-hari yang dilakukan oleh penghuni. Dari berbagai kegiatan rumah tangga, memasak dan merokok merupakan dua sumber utama partikulat. Kebiasaan merokok menjadikan rokok sebagai sumber besar pencemaran udara dalam bangunan.

Pada penelitian ini, penghuni tetap yang mempunyai kebiasaan merokok adalah sebesar 66,1%. Penemuan ini berbeda dengan hasil penelitian di Pekojan oleh

Purwana (1999) yang mendapatkan 79,5% anak balita yang tinggal bersama perokok. Perbedaan ini menunjukkan lebih rendahnya prevalensi penghuni tetap yang mempunyai kebiasaan merokok di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral dibandingkan dengan angka prevalensi perokok di Pekojan. Dalam penelitian ini, faktor merokok ditelusuri ada-tidaknya penghuni tetap yang mempunyai kebiasaan merokok, yang tinggal satu rumah dengan balita sebagai salah satu sumber polutan udara dalam rumah. Sedangkan jumlah rokok, kapan dan di mana responden merokok tidak dilakukan karena salah satu keterbatasan dalam penelitian ini dan alasan lainnya kemungkinan besar kekeliruan mengingat pada responden. Temuan dalam penelitian ini tidak dapat membuktikan hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) antara asap rokok dengan timbulnya gangguan ISPA pada balita.

Lain halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitria (2003). Faktor kebiasaan merokok ditelusuri melalui jumlah rokok yang dihisap oleh setiap anggota keluarga. Temuan dalam penelitiannya membuktikan bahwa dengan batasan delapan batang rokok untuk kategori ada perokok dalam keluarga, faktor kebiasaan merokok terbukti berhubungan secara signifikan dengan gangguan pernapasan batuk pilek dengan demam, dan bahwa anak bayi dan balita yang di rumahnya terdapat perokok berpeluang hampir dua kali lebih besar untuk mengalami gangguan pernapasan dibandingkan dengan anak bayi dan balita yang di rumahnya terdapat perokok atau terdapat perokok namun jumlahnya rokok yang dihisap kurang dari delapan batang per hari. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purwana (1999), bahwa faktor kegiatan rumah tangga yang turut berperan bersama  $PM_{10}$  rumah dalam meningkatkan risiko anak balita terkena batuk pilek adalah jumlah rokok yang dikonsumsi ayah.

Asap rokok merupakan aerosol yang terdiri dari fase partikulat berupa titik-titik cairan yang berada pada fase uap atau gas. Asap rokok yang dikeluarkan seseorang perokok pada umumnya terdiri dari bahan pencemar berupa karbonmonoksida dan partikulat. Asap rokok yang keluar langsung dari pembakaran rokok (*sidestream*) lebih berbahaya daripada yang keluar dari mulut perokok (*mainstream*), karena *sidestream* adalah asap rokok yang terlepas ke udara dan tidak turut terhisap yang tidak/belum mengalami penyaringan, sedangkan *mainstream* sudah mengalami penyaringan melalui rokok itu sendiri atau melalui pernapasan perokok.

*Sidestream* merupakan asap rokok yang dihirup oleh perokok pasif yaitu orang-orang yang tidak merokok tetapi menghirup asap rokok dari perokok lain. Anak balita adalah kelompok umur yang sangat rentan dengan lingkungan, bila anak balita menghirup udara yang bercampur partikulat dari asap rokok, maka dapat terjadi iritasi pada saluran pernapasan, yang selanjutnya akan mudah terinfeksi. Lingkungan rumah dan tempat kerja merupakan sumber terbesar pemaparan oleh rokok. Pemaparan lingkungan akibat asap rokok akan meningkatkan penyakit jantung dan infeksi saluran pernapasan pada anak (Sarwanto, 2004).

Penelitian lain di Inggris menemukan bahwa mereka yang tidak merokok tetapi terus-menerus terpapar asap rokok dilingkungannya akan mengalami gangguan pernapasan yang cukup berat (Aditama, 2004). *Environmental Protection Agency* melaporkan kanker paru dikalangan orang-orang sehat yang tidak merokok merupakan akibat yang paling serius dan telah ditunjukkan dalam keluarga perokok (Kusnoputranto & Susanna, 2000). Sedangkan Bank Dunia (2000) melaporkan bahwa bayi dari ibu perokok di negara berpenghasilan tinggi secara signifikan

mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk lahir dengan berat badan lahir rendah (BBLR) dibandingkan bayi yang lahir dari ibu yang bukan perokok, dan kecenderungannya mencapai 35% lebih tinggi untuk meninggal pada waktu masih bayi. Bayi-bayi tersebut juga berisiko tinggi terjangkit penyakit pernapasan. Penelitian terakhir menemukan bahwa karsinogen, yang terdapat dalam asap rokok ditemukan juga dalam air seni bayi yang baru lahir dari ibu yang perokok.

Hal tersebut menimbulkan keprihatinan karena dari semua sumber polutan udara dalam rumah yang paling banyak menimbulkan efek kesehatan bagi anak adalah penghuni rumah yang melakukan aktifitas merokok. Menyadari dampak potensial yang ditimbulkan oleh asap rokok terhadap anak kiranya tidak berlebihan apabila penghuni rumah yang melakukan aktifitas merokok sebagai konsumen rokok memberikan perhatian khusus agar menghindarkan pemajanan asap rokok kepada anak-anak atau penghuni rumah yang lainnya.

Salah satu bentuk gangguan partikel dan gas yang ada di udara yang mendorong terjadinya gangguan saluran pernapasan adalah terjadinya pencemaran udara ruang perumahan. Menurut Kusnoputranto & Susanna (2000) sumber pencemaran udara lingkungan perumahan salah satunya adalah disebabkan oleh aktifitas manusia yang berasal dari pembakaran. Pembakaran yang biasanya dilakukan dalam rumah adalah aktifitas memasak. Namun demikian akibat lain dari kegiatan memasak adalah dampak terhadap kualitas udara dalam rumah. Menurut Ozkaynak dan Xue, et al., (1996) menyatakan bahwa memasak berkontribusi sebesar 5 persen dan merokok sebanyak 4 persen bagi peningkatan kadar  $PM_{10}$  rumah. Dalam kegiatan memasak, yang berperan menimbulkan  $PM_{10}$  rumah adalah bahan bakar dan intensitas memasak. Dalam penelitiannya didapatkan adanya perbedaan

kadar  $PM_{10}$  rumah antara keluarga yang memasak dalam rumah dan yang tidak memasak. Rumah-rumah yang keluarganya memasak di dalam rumah mengandung rata-rata  $PM_{10}$   $20 \mu g/m^3$  lebih tinggi dari rumah yang tidak memasak.

Dalam penelitian yang di lakukan di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit, faktor memasak ditelusuri melalui jenis bahan bakar memasak. Sebagian besar penduduk menggunakan bahan bakar kayu/arang dan minyak tanah untuk memasak, terbukti berisiko meningkatkan kadar  $PM_{10}$  rumah. Terdapat hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) antara jenis bahan bakar memasak dengan gangguan ISPA pada balita. Hasil penelitian mendapatkan OR sebesar 6,94 artinya, balita yang tinggal dalam rumah yang ada asap pencemarnya mempunyai peluang 6,94 kali untuk terkena gangguan ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah yang tidak ada asap pencemarnya. Hal ini sesuai dengan pendapat (Handayani, 1997 : Mulyana, 2000) bahwa ada hubungan yang bermakna antara jenis bahan bakar memasak dengan kejadian ISPA pada balita.

Memasak menghasilkan produk-produk pembakaran berupa asap dan partikel-partikel sisa pembakaran. Selain itu pembakaran dari kegiatan memasak akan mempengaruhi suhu dan kelembaban dalam rumah. Pencemaran rumah karena aktifitas memasak ini sangat tergantung dari berbagai faktor yaitu jenis bahan bakar yang digunakan, frekuensi memasak, lama memasak, ventilasi tempat memasak dan keberadaan anak di tempat memasak.

Kondisi pencemaran akibat memasak yang dilakukan dalam rumah ini sangat kuat mendorong terjadinya gangguan ISPA terutama balita dimana kondisi balita masih rentan terhadap setiap penyakit. Selain itu kemungkinan untuk terjadinya ISPA pada balita lebih besar karena balita biasanya banyak melakukan aktifitas

sehari-harinya di dalam rumah dan sering balita mengikuti kegiatan ibu atau pengasuhnya di dapur, khususnya saat memasak. Menurut Soemirat (2002) pembakaran minyak tanah dan kayu bakar menghasilkan polutan dalam bentuk debu (partikel) juga menghasilkan zat pencemar kimia berupa karbonmonoksida, oksidasulfur, oksidaoksigen dan hidrokarbon.

Semua zat kimia diatas memberikan dampak kepada gangguan sistem pernapasan. Seperti halnya peningkatan  $\text{SO}_2$  dalam udara ruang perumahan menyebabkan produksi lendir di saluran pernapasan dan memberikan reaksi peradangan pada saluran pernapasan. Sepertiga produk  $\text{SO}_2$  di atmosfer berasal dari bahan bakar minyak. Produk lain dari pembakaran minyak tanah dan kayu bakar adalah debu (partikulat). Efek partikulat terhadap kesehatan (gangguan ISPA) sangat tergantung dari diameter, bentuk dan kepadatannya. Partikulat yang kecil akan lebih lama tersuspensi di dalam udara. Sedangkan partikulat besar akan mengendap dengan berbagai kecepatan, sehingga memungkinkan masuk ke dalam saluran pernapasan. Semakin lama di udara, semakin besar kemungkinannya untuk dapat memasuki paru-paru. Studi pada anak-anak di Afrika Selatan, orang tua yang menggunakan bahan bakar kayu untuk memasak ternyata berhubungan secara bermakna dengan kejadian penyakit ISPA pada anak (Kossove, 1993).

Memasak maupun memanaskan ruangan menggunakan kayu bakar sebenarnya kurang efisien. Selain itu diperlukan waktu lebih lama untuk menyiapkan api, juga sulit untuk memelihara agar pembakaran menjadi sempurna. Untuk terjadinya pembakaran yang sempurna ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain kadar air kayu, bentuk tungku dan jenis alat masak. Emisi udara dari pembakaran bahan bakar kayu dapat berbentuk gas atau partikel. Asap hasil dari

pembakaran yang tidak sempurna dari kayu merupakan campuran bahan pencemar yang sangat kompleks (Sudirman, 1999). Untuk mengurangi kadar partikulat dengan mengganti penggunaan bahan bakar yang tidak menimbulkan pencemaran udara dalam rumah atau sisa pembakarannya dapat disalurkan ke luar rumah dengan meningkatkan ventilasi ruangan sehingga bahan pencemar udara dapur dapat lebih banyak keluar dan terdispersi dengan udara luar (ambien).

Sumber polutan dalam rumah yang juga berperan sebagai faktor risiko terjadinya gangguan ISPA pada balita adalah penggunaan obat nyamuk. Jenis obat nyamuk yang dipakai di lokasi penelitian adalah obat nyamuk bakar dan semprot sebanyak 64,5%. Pada penelitian ini ternyata penggunaan obat nyamuk bakar dan semprot tidak menunjukkan hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) dengan gangguan ISPA pada balita, hal ini mungkin disebabkan oleh karena penggunaan obat nyamuk tidak setiap hari atau pemakaiannya dalam jumlah yang sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Santi, 2003 : Anggraeni, 2006) bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara penggunaan obat nyamuk (bakar atau semprot) dengan gangguan ISPA pada balita.

Walaupun merupakan sumber kecil polutan dalam rumah, obat nyamuk bakar dan semprot dapat menimbulkan efek kesehatan yaitu gangguan saluran pernapasan karena obat nyamuk jika dibakar mengandung bahan  $SO_2$  (sebutan dari bahan berbahaya *octachloroprohyl ether*) dapat mengeluarkan *bischlorometyl ether* atau BCME yang walaupun dalam kondisi rendah dapat menyebabkan batuk, iritasi hidung, tenggorokan bengkak dan pendarahan (Depkes, R.I, 2002).

#### 6.3.4. Karakteristik Individu

Dalam penelitian ini status gizi balita diukur menggunakan salah satu indikator antropometri yaitu perbandingan berat badan menurut umur (BB/U) berdasarkan standar baku WHO-NCHS. Hasil penelitian di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral mendapatkan hampir seluruh balita (88,7%) yang diteliti memiliki status gizi baik. Dengan tingginya proporsi balita status gizi baik, tidak mengherankan apabila hasil penelitian tidak menunjukkan hubungan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) antara status gizi dengan timbulnya gangguan ISPA pada balita. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fitria (2003) memperlihatkan bahwa status gizi tidak berhubungan dengan terjadinya gangguan pernapasan pada bayi dan balita.

Balita dengan status gizi kurang akan menghambat reaksi imunologis dan berhubungan dengan tingginya prevalensi dan beratnya penyakit infeksi sehingga mengakibatkan penghancuran jaringan tubuh meningkat karena dipakai untuk pembentukan protein dan enzim-enzim yang diperlukan dalam usaha pertahanan tubuh. Menurut Soemirat (2000) secara umum kekurangan gizi akan berpengaruh terhadap kekuatan daya tahan tubuh dan respon imunologis terhadap penyakit dan keracunan. Beberapa literatur menyatakan tentang adanya hubungan antara gizi buruk dengan infeksi paru sehingga anak-anak yang bergizi buruk sering mendapat pneumonia (Sutrisna, 1993).

Untuk itu perbaikan status gizi tetap menjadi prioritas dalam program gizi karena anak balita dalam masa pertumbuhan dan perkembangan sekaligus sebagai generasi penerus bangsa. Upaya pemantauan tumbuh kembang anak balita melalui penimbangan bulanan perlu ditingkatkan dan dioptimalkan melalui program

Pemberian Makanan Tambahan (PMT) di posyandu, demikian juga diadakannya Pos Gizi di setiap desa melalui program Positive Deviance (PD) dimana kondisi ekonomi keluarganya yang berkategori rendah tetapi keadaan status gizinya baik sehingga dapat menjadi contoh yang baik bagi keluarga lainnya.

Salah satu faktor yang juga penting dalam meningkatkan daya tahan tubuh anak adalah status imunisasi. Hasil penelitian di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit mendapatkan hampir seluruh balita (85,5%) yang diteliti sudah mendapatkan imunisasi lengkap. Hal ini mengisyaratkan peranan kader dan petugas kesehatan serta kesadaran dari ibu balita untuk mengimunisasikan balitanya sudah cukup tinggi. Temuan dalam penelitian ini tidak memperlihatkan adanya hubungan ( $p > 0,05$ ) antara status imunisasi dengan terjadinya gangguan ISPA pada balita. Hasil ini sejalan dengan penelitian Santi (2003) yang menyatakan bahwa status imunisasi tidak berhubungan dengan terjadinya ISPA pada bayi dan balita. Dari uji statistik faktor status gizi dan imunisasi tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan nilai  $p > 0,25$ , maka dapat disimpulkan bahwa kedua faktor tersebut tidak terbukti bermakna sebagai faktor *confounder* terhadap kejadian ISPA pada balita di pemukiman sekitar Kawasan Industri Medan.

Imunisasi memberikan upaya perlindungan bagi anak terhadap penyakit-penyakit infeksi yang serius dan spesifik sehingga dapat dipakai untuk menilai prevalensi perlindungan anak terhadap penyakit-penyakit itu. Kompetensi anak yang kurang gizi menurun dan cenderung terkena infeksi lebih berat dari pada anak yang sehat. Beberapa penyakit yang menimbulkan gejala-gejala gangguan pernapasan, seperti tuberkulosis (TBC), campak, pertusis, difteri (batuk rejan/batuk 100 hari) dan poliomielitis, tergolong penyakit-penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi (Purwana, 1999).

#### 6.4. Model Faktor Risiko Dengan Gangguan ISPA Pada Balita

Dari seluruh variabel hubungan  $PM_{10}$  dengan terjadinya gangguan ISPA, pada analisa bivariat dengan menggunakan uji  $\chi^2$  hanya variabel kelembaban, asap rokok, penggunaan obat nyamuk, status gizi dan imunisasi yang tidak berhubungan dengan gangguan ISPA. Selanjutnya digunakan analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik ganda dengan menggunakan model faktor risiko.

Pada analisa multivariat dilakukan pemodelan lengkap mencakup variabel pemajanan dan variabel dependen dengan mengontrol beberapa variabel independen lain sebagai seperangkat faktor-faktor risiko. Setelah dilakukan analisis didapatkan empat variabel yang berhubungan secara bermakna dengan gangguan ISPA yaitu  $PM_{10}$ , kelembaban, suhu dan jenis bahan bakar memasak.

Variabel kelembaban dengan analisa bivariat merupakan variabel yang tidak berhubungan bermakna dengan gangguan ISPA. Setelah dilakukan uji multivariat dengan uji regresi logistik ganda variabel kelembaban menunjukkan hubungan yang bermakna. Hal ini dapat terjadi karena gangguan ISPA bukan hanya dipengaruhi oleh satu faktor saja, melainkan masih ada faktor-faktor lain yang turut berperan dalam mempengaruhi gangguan ISPA. Sedangkan variabel  $PM_{10}$ , suhu dan jenis bahan bakar memasak berhubungan bermakna pada analisa bivariat dan multivariat.

Selanjutnya dilakukan uji interaksi melalui pertimbangan logika substansi. Hasil uji menunjukkan secara statistik tidak terdapat interaksi antara variabel  $PM_{10}$  dengan jenis bahan bakar memasak. Dengan demikian model akhir adalah model tanpa interaksi.

Pada penelitian ini, dapat diperoleh risiko relatif untuk mengidentifikasi faktor risiko. Dalam studi *cross-sectional*, risiko relatif yang diperoleh bukan risiko

relatif yang murni. Risiko relatif yang murni hanya dapat diperoleh dari studi kohort, dengan membandingkan insidens penyakit pada kelompok dengan risiko dengan insidens penyakit pada kelompok tanpa faktor risiko dalam periode waktu tertentu (Sastroasmoro dan Ismael, 2002). Dari hasil analisis multivariat ternyata variabel yang mempengaruhi gangguan ISPA pada balita yang terpajan oleh  $PM_{10}$  rumah adalah variabel kelembaban dalam rumah, suhu dalam rumah dan jenis bahan bakar memasak.

Dari model akhir diperoleh persamaan nonlinier logistik dan dapat diaplikasikan pada simulasi kasus seperti berikut : misalkan seorang balita terpajan  $PM_{10}$  dalam rumah yang tidak memenuhi syarat, kelembaban dalam rumah yang memenuhi syarat, suhu dalam rumah yang tidak memenuhi syarat dan jenis bahan bakar yang tidak ada asap pencemarnya, maka peluang untuk terkena gangguan ISPA pada balita adalah :

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(-1,53 + 1,12 \cdot 1 + 1,12 \cdot 0 + 1,61 \cdot 1 + 1,30 \cdot 0)}} \times 100\% = 76,67\%$$

dan apabila seorang balita terpajan  $PM_{10}$  dalam rumah yang memenuhi syarat, kelembaban dalam rumah yang tidak memenuhi syarat, suhu dalam rumah memenuhi syarat dan jenis bahan bakar yang ada asap pencemarnya, maka peluang untuk terkena gangguan ISPA pada balita adalah :

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(-1,53 + 1,12 \cdot 0 + 1,12 \cdot 1 + 1,60 \cdot 0 + 1,30 \cdot 1)}} \times 100\% = 70,88\%$$

Maka kejadian gangguan ISPA pada balita terpajan  $PM_{10}$  dalam rumah yang tidak memenuhi syarat, kelembaban dalam rumah yang memenuhi syarat, suhu dalam rumah yang tidak memenuhi syarat dan jenis bahan bakar yang tidak ada asap

pencemarnya dibandingkan dengan balita terpajan  $PM_{10}$  dalam rumah yang memenuhi syarat, kelembaban dalam rumah yang tidak memenuhi syarat, suhu dalam rumah memenuhi syarat dan jenis bahan bakar yang ada asap pencemarnya diperoleh *odds-ratio*  $76,67\%/70,88\% = 1,08$  artinya peluang kejadian gangguan ISPA pada balita yang tinggal di dalam rumah dengan pajanan  $PM_{10}$  dalam rumah yang tidak memenuhi syarat, kelembaban dalam rumah yang memenuhi syarat, suhu dalam rumah yang tidak memenuhi syarat dan jenis bahan bakar yang tidak ada asap pencemarnya sebesar 1,08 kali dibandingkan dengan balita terpajan  $PM_{10}$  dalam rumah yang memenuhi syarat, kelembaban dalam rumah yang tidak memenuhi syarat, suhu dalam rumah memenuhi syarat dan jenis bahan bakar yang ada asap pencemarnya.

Jika pajanan partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah meningkat menjadi dua kalinya dengan perhitungan yang sama maka peluang balita terkena gangguan ISPA di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral Kabupaten Karimun sebesar 2,16 kali.

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sebanyak 48,4% rumah balita mengandung kadar  $PM_{10}$  lebih dari  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
2. Balita yang tinggal di pemukiman sekitar kawasan pertambangan granit Kecamatan Meral mengalami gangguan ISPA sebanyak 56,5%.
3. Kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah yang merupakan variabel pemajanan berhubungan bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan gangguan ISPA pada balita.
4. Diantara variabel-variabel faktor risiko yang berhubungan pada tingkat signifikan  $\alpha 0,05$  dengan gangguan ISPA pada balita adalah suhu dalam rumah, rasio luas jendela/luas kamar, kepadatan hunian rumah, jenis dinding rumah, lubang asap dapur, letak dapur dan jenis bahan bakar memasak.
5. Terdapat hubungan antara partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah dengan gangguan ISPA pada balita yang dipengaruhi oleh variabel kelembaban dalam rumah, suhu dalam rumah dan jenis bahan bakar memasak dengan model persamaan matematis sebagai berikut :

#### Probabilitas gangguan ISPA pada balita

1

$$= \frac{1}{1 + e^{-(-1,53 + 1,12 PM_{10} \text{ rumah} + 1,12 \text{ kelembaban} + 1,60 \text{ suhu} + 1,30 \text{ jenis bahan bakar masak})}}$$

## 7.2. Saran

Sehubungan dengan didapatkannya faktor-faktor risiko yang berpotensi menimbulkan gangguan ISPA pada balita, maka saran yang diajukan adalah sebagai berikut :

### 1. Untuk pengembangan ilmu

- Kadar partikulat debu ( $PM_{10}$ ) dalam rumah balita hanya diukur di ruangan balita sering tidur saja. Untuk itu masih diperlukan penelitian lebih lanjut dengan mengukur ruangan yang lain secara terus menerus pada periode tertentu, lama pemajanan, jumlah partikel dan komposisi kimia partikulat.
- Jenis bahan bakar memasak terbukti berisiko dengan gangguan ISPA pada balita. Disarankan agar faktor-faktor bahan bakar untuk memasak dapat diteliti lebih lanjut lagi dengan menilai antara lain faktor-faktor frekuensi memasak, lama memasak dan keberadaan anak di tempat memasak.
- Walaupun tidak berhasil dibuktikan, namun sebagai salah satu sumber polutan dalam rumah, asap rokok sangat berpotensi berisiko terhadap anak-anak atau penghuni rumah lainnya untuk menjadi perokok pasif. Untuk itu masih diperlukan penelitian lanjut mengenai jumlah rokok, kapan dan dimana responden merokok, mengingat 66,1% balita tinggal di rumah bersama penghuni yang merokok.

### 2. Untuk peneliti lainnya (metodologis)

- Pencemaran udara dalam rumah ditentukan berdasarkan kondisi kualitas udara dalam rumah dari hasil pengukuran beberapa parameter udara. Oleh sebab itu untuk penelitian selanjutnya, diusulkan pembuktian keterkaitan variabel parameter kualitas udara yang lain seperti  $CO$ ,  $SO_x$  dan parameter lainnya.

- Agen lainnya di udara yang juga penting bagi terjadinya gangguan ISPA adalah mikroorganisme. Diusulkan agar dapat diteliti peran keberadaan TPC mikroorganisme udara rumah dalam hubungannya dengan gangguan ISPA.

### 3. Untuk pengembangan program

- Beberapa variabel lingkungan rumah terbukti merupakan faktor risiko timbulnya gangguan ISPA pada balita. Disarankan melalui upaya-upaya pengawasan, bimbingan, penyuluhan kepada masyarakat untuk meningkatkan kualitas hunian serta penyebarluasan informasi mengenai kualitas udara dalam rumah yang tidak memenuhi syarat dapat menimbulkan gangguan ISPA dan penyakit berbasis lingkungan lainnya.
- Dalam mencapai misi "Karimun Sehat 2010", Dinas Kesehatan Kabupaten Karimun diharapkan meningkatkan dan mengoptimalkan program peningkatan status gizi serta imunisasi balita, yang dilaksanakan secara paralel dengan program penyehatan perumahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U F, 1993, *The Socio-Environmental Factors and the Acute Respiratory Infection Episode among Children Under Five in Jakarta*. In *Children at Risk: Selected Paper*. The Norwegian Center for Child Reseach.
- Anggraeni, W, 2006, *Particulate Matter (PM10) dan Faktor Lingkungan Rumah yang Mempengaruhi Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada Balita di Kecamatan Teluknaga Kabupaten Tangerang*, Tesis. FKM UI.
- Ariawan, I, 1998, *Besar Dan Metode Sampel Pada Penelitian Kesehatan*. Jurusan Biostatistik dan Kependudukan. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Arisman, 2004, *Gizi Dalam Daur Kehidupan*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Aditama T J, 2004, *Sepuluh Program Penanggulangan Rokok*, Majalah kedokteran Indonesia, Volume 54, No. 7, Juli 2004
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1999, *Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, Catatan Kursus Pengelolaan Kualitas Udara : Laporan*. Jakarta.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 2004. *Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 2004*. Jakarta.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah, 2004, *Pengendalian Pencemaran Udara, Sistem Informasi Lingkungan Hidup DKI Jakarta : Laporan*. Jakarta.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2006, *Udara Kota*, <http://bappenas.go.id> diakses 26 Januari 2008.
- Bank Dunia, 2000, *Seri Pelaksanaan Pembangunan Meredam Wabah Pemerintah dan Aspek Ekonomi Pengawasan Terhadap Tembakau*. Publikasi Bank Dunia, Whashington D.C.
- Chen, B H, C J Honh., et al, 1993, *Indoor Air Pollution in Developing Countries*. Dalam *World Health Statistic Quarterly* 43. Geneva : World Health Organization. 127-138.
- Cooper, David, F C Alley, 1994, *Air Pollution Control, A Design Approach*, Second Edition, Waveland Press Inc, USA.

- Camner, P dan Mossberg, B, 1993, *Airway Mucus Clearance and Mucociliary Transport*. Editor *Aerosol in Medicine, Principle, Diagnosis and Terapy*. Amsterdam : Elseiver. 247-260.
- Dasaraju, P V, Chien, L, 1996, *Infections of The Respiratory System, Medical Microbiology*, Edited by Samuel Baron 4<sup>th</sup> Edition, The University of Texas Medical Branch at Galvesion.
- Departemen Kesehatan. RI, 2002, *Bimbingan Ketrampilan Dalam Penatalaksanaan Infeksi Saluran Pernapasan Akut Pada Anak*. Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2006, *Modul Pelatihan Manajemen Terpadu Balita Sakit (MTBS)*. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit & Penyehatan Lingkungan. Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2005, *Modul Tatalaksana Standar ISPA di Bekasi*. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit & Penyehatan Lingkungan. Jakarta.
- Djutaharta, Triasih, et.al., 2005, *The Impact of Passive Smokinng at Home on Respiratory Disease : Result From The Indonesia 2001 National Survey Data*. World Bank.
- Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit & Penychatan Lingkungan, 2003, *Pedoman Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita*. Jakarta. Departemen Kesehatan.
- Dockery, D W dan C A Pope III, 1994, *Acute Respiratory Effect of Particulate Air Pollution*. Dalam *Annual Review of Public Health* 15 : 107-132.
- Finlayson-Pitts, Barbara J, James N Pitts, Jr, 1986, *Atmospheric Chemistry : Fundamental and Experimental Techniques*, Jhon Willey and Sons, New York.
- Fitria, L, 2003, *Analisis Terhadap PM10 Dan TPC Mikroorganisme Udara Dalam Rumah Dalam Hubungannya Dengan Gangguan Pernapasan Pada Bayi Dan Balita, Studi Di Kelurahan Cisalak Kota Depok*. Tesis. FKM UI.
- Gamble, J F dan R J Lewis, 1996, *Health and Respirable Particulate (PM<sub>10</sub>) Air Pollution : A Causal or Statistical Assosiation?* Dalam *Environmental Health Perspective* 104 : 838-850.
- Hamidi, 2002, *Pajanan Debu Dengan Kejadian Gangguan Pernapasan (Studi Terhadap Bayi dan Balita Pada Pemukiman di Jalan Transportasi Batubara Kecamatan Mataram Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan)*. Tesis. FKM UI.

- Handayani, I, 1999, *Kejadian ISPA Pada Balita Ditinjau Dari Aspek Kualitas Udara Dalam Rumah di Daerah Kumuh Kelurahan Kalianyar Tambora Jakarta Barat*. Tesis. FKM. UI.
- Hastono, S.P. 2007, *Modul Analisis Data Kesehatan*. Depok : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Holopainen, R, et al, 2006, *Mitigating The Adverse Impact of Particulates on Indoor Air*, Tekes.
- <http://www.fluke.com>, 2005.  
Application Note "Evaluating Indoor Air Quality With Fluke 983 Particle Counter", pub\_ID ; 10885-eng, USA.
- ICRP, 1994, *Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection*. Annals of the International Commission on Radiological Protection, Publication 66, Pergamon
- Juliastuti, T P, 2000, *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Penunonia Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Cisaga, Kabupaten Ciamis*. Tesis. FKM UI.
- Keman, Soedjadi, 2005, *Kesehatan Perumahan dan Lingkungan Pemukiman : Bagian Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Airlangga*. Dalam *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol.2 No.1 : 29 – 42.
- Keputusan Menteri Kesehatan R.I No. 829/Menkes/SK/VIII/1999, *Tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan*. Jakarta. Departemen Kesehatan R.I.
- Kosove D. 1993, *Smoke Silled Room and Lower Respiratory Disease in Infant*. Dalam *South African Medical Journal*, 63 : 622-624
- Kusnanto H, 2001, *Planet Kita Kesehatan Kita*. Komisi WHO Mengenai Kesehatan Dan Lingkungan (Editor). Yogyakarta : Gajah Mada University Press, p. 279.
- Koren, H And Bisesi, 2003a, *Handbook of Environmental Health*. Vol I : Biological, Chemical and Physical Agents of Environmentally Related Disease. Lewis Publishers. USA.
- Koren, H And Bisesi, 2003b, *Handbook of Environmental Health*. Volume 2 : Pollutant Interactions in Air, Water and Soil. Lewis Publishers. USA.
- Kunrat. T S. 1997. *Granit*. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Kusnoputranto, H dan Susanna, D, 2000, *Kesehatan Lingkungan* : Depok, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

Kusnoputranto, H, 1995, *Pengantar Toksikologi Lingkungan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

Laporan Tahunan Pukesmas, *Pukesmas Meral*, 2007, , Meral.

Lebowitz, M D dan M K O' Rourke, 1991, *The Signifikan of Air Pollution in Aerobiology*. Dalam *Air Pollution and Aerobiology Grana 30*. Stockhlom: 4<sup>th</sup> Conference Aerobiology. 31-34.

Lestari, P , et al., 2002, *Source Apportionment of Fine and Coarse Particles in Bandung*. Ambient Air During West Season Using Chemical Mass Balance.

Lipfert, F W. 1994, *Air Pollution and Community Health, A Critical Review and Data Sorcebook*. New York : Van Nostrand Reinhold.

Moore C, 2007, *Mutu Udara Kota, Makalah Hijau*.  
[http://bplhd.jakarta.go.id/dalcem\\_udara.asp?cek=2](http://bplhd.jakarta.go.id/dalcem_udara.asp?cek=2), diakses 13 Mei 2007.

Muir, D C F dan Dave K Verma, 1993, "Occupational and Environmental Aerosols. Characterization and Clinical Relevance". Editor *Aerosol in Medicine, Principles, Diagnosis and Therapy*. Amsterdam : Elseveir Science Publisher B. V. 401-423.

Mukono. H J, 1997, *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya : Airlangga University Press.

Mulyana, N. 2001. *Pola Memasak Sebagai Faktor Risiko Terjandinya ISPA Pada Anak Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Garuda Kecamatan Andir Bandung*. Tesis. FKM UI. Depok.

Myint, S H. 1994, *Common Colds, Asthma and Indoor Air Quality*. Dalam *Indoor Environment 3*. Basel : Karger AG. 274-277.

Navianti, D, 2001, *Analisis Pemajanan Ammonia dan PM10 Udara Ambien, Serta Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan Kejadian Gejala Penyakit Saluran Pernapasan (Studi Kasus Pada Bayi dan Balita di Pemukiman Sekitar PT Pupuk Sriwidjaya Palembang Tahun 2001)*. Tesis. FKM UI.

Notoatmodjo, Soekidjo, 2002, *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rieka Cipta, Yogyakarta.

Notoatmodjo, Soekidjo, 2003, *Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Cet. ke-2, Mei. Jakarta : Rineka Cipta.

Oehme. F . et al., 1996, *A Review of The Toxicology of Air Pollutions : Toxicology of Chemical Mixture*. Dalam *Veterinary Human Toxicology 38 (5) : 371-377*.

- Ozkaynak, H J, Xue, J *et al*, 1996, *Personal Exposure to Airbone Particles and Metals* : Result from the Particle Team Study in Riverside, California. Dalam *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 6 (1): 57-78.
- Peavy, Howard S, Donald R Rowe, 1985, *Environmental Engineering*, Mc Graw Hill Book Company, Singapore.
- Profil Kesehatan Kabupaten Karimun, *Dinas Kesehatan Kabupaten Karimun*, 2007.
- Pudjiastuti, L dkk, 1998, *Kualitas Udara Dalam Ruangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Jakarta.
- Purwana, R, 1999, *Partikulat Rumah Sebagai Faktor Risiko Gangguan Pernapasan Anak Balita (Penelitian di Kelurahan Pekojan, Jakarta)*. Disertasi, FKM Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ranuh, I G N, 1997, *Masalah ISPA dan Kelangsungan Hidup Anak*. Ilmu Kesehatan Anak. Continuing Education. Surabaya.
- Ryadi, S, 1992, *Pencemaran Udara*. Usaha Nasional Surabaya.
- Salvato, J A, 1982, *Environmental Engineering and Sanitation*. New York ; A Wiley-Interscience Publication.
- Samet, J M dan Spengler, J D, 1991, *Source and Concentrations of Indoor Air Pollution*. Dalam *Health Perspective*. Baltimore : The John Hopkins University Press.
- Santi. D N. 2003. *Hubungan Kualitas Udara Dalam Rumah dan Kondisi Fisik Rumah Dengan Kejadian ISPA Pada Balita Di Pemukiman Sekitar Kawasan Industri Medan Tahun 2003 (Penelitian di Kecamatan Medan Deli, Kota Medan)*. Tesis, FKM UI. Depok.
- Sarwanto, 2004, *Indikator Kesehatan di Amerika Serikat Dalam Rangka Mencapai Amerika Sehat 2010*. Dalam *Jurnal Kedokteran dan Farmasi Medika* 30(1):45
- Sastroasmoro, S, Ismael S, 2002  
*Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*, Edisi ke-2, CV Sagung Seto, Jakarta
- Scaton, A, *et al.*, 1995, *Particulate Air Pollution and Acute Health Effects*. Dalam *The Lancet*, vol. 345 : 176-178.
- Seinfeld, J H, 1986, *Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution*. Jhon Wiley and Son, Inc. New York.

- Smith et al, 1991, *Major Poisoning Apiswodes From Environmental Chemicals*. Working Paper for Agenda Item 5. WHO, Geneva
- Sneddon, J M and T M, Bearpark, 1990, *Indoor Air, Respiratory Health and Pulmonary Function in Children. A Critical Review*" In Lunau, F and G.L Reynold, *Indoor Air Quality and Ventilation*. Selper Ltd., London.
- Soedomo, M, 1999, *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*. Penerbit ITB. Bandung.
- Soemirat, S J, 2002, *Epidemiologi Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soemirat, S J, 2000, *Mortality and Morbidity as Related to Air Polution*. A Paper, University of Minnesota.
- Soewasti, S S, dkk., 2000, *Hubungan Kondisi Perumahan Dengan Penularan Penyakit ISPA dan TB Paru*. Dalam *Media Litbang Kesehatan*, Volume X, No.2 : 27 – 31.
- Stern, A C, R W Boubel, et al.,1984, *Fundamentals of Air Pollution*. Edisi II. Orlando : Academic Press, Inc.
- Stone, Vicki, 2002, *Environmental Air Pollution*. Dalam *American Journal Respiratory* .Criteria Care Med .Vol. 162 : 544-547.
- Sudirman. 1999, *Pengaruh Pencemaran Indoor Pembakaran Biomass Terhadap Kesehatan*. Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia, XXIV No. 2 Juli 1999. Jakarta.
- Sudirman, M, 2003, *Faktor Lingkungan Fisik Rumah dan Faktor Risiko Lainnya Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita di Puskesmas Teluk Pucung Kota Bekasi Tahun 2003*, Tesis, FKM UI. Depok.
- Sutrisna B. 1993. *Faktor Risiko Pneumonia Pada Balita Dan Model Penanggulangannya*. Disertasi, FKM Universitas Indonesia. Jakarta.
- Syahril, Shanti, dkk, 2002, *Study on Air Quality in Jakarta, Indonesia*. Future Trends, Health Impact, Economics Value and Policy Options. Report for Asiaan Development Bank.
- Tugaswati, T A, 1993, *Review of Air Pollution and Its Health Impact In Indonesia*. Dalam *Environmental Research* 63. Academic Press Inc. 95-100.
- Tupasi, T E, 1995. *Nutrition and ARI in Douglass, R.M. and Kirby Eaton, ARI in Childhood*. Dep.of Com.Med. Univ.of Adelaide, Australia.

- UNICEF, 2000, *Nutrition Throughout Life Cycle*, 4th Report On The World Nutrition Situation, January.
- United States Environmental Protection Agency, 2005, *The Inside Story : A Guide to Indoor Air Quality*. EPA Document # 402-K-93-007.
- Utomo, B, 1996, *Health and Social Dimensions of Infant Feeding : Lessons from Indramayu, West Java*. A Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy. The Australia National University.
- Wardana, W A , 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Wark K, C F Warner, 1981, *Air Pollution: Its Original and Control*. Harper and Row Publisher, Inc. New York.
- Wattimena, C S, 2004, *Faktor Lingkungan Rumah Yang Mempengaruhi Kadar PM10 Dengan Kejadian ISPA Pada Balita Di Wilayah Puskesmas Curug Kabupaten Tangerang*. Tesis, FKM UI. Depok.
- World Bank, 2002, *Environment and Development*. Washington D. C : A World Bank Country Study. Indonesia.
- World Bank, 1994, *Indonesia-Environment and Development : Challenge for the Future*. Annexes, August 9, 1993.
- World Health Organization, 1990, *Acute Respiratory Infections in Children : Case Management in Small Hospitals in Developing Countries*. A Manual for Doctor and other Senior Health Workers. Geneva : World Health Organization.
- World Health Organization – EURO, 2004, *Health Effects of Transport-Related Air Pollution*.
- World Health Organization, 2006, *Health Risks of Particulate Matter from Long-Range Transboundary Air Pollution*.
- World Health Organization, 2003, *Penanganan ISPA Pada Anak di Rumah Sakit Kecil Negara Berkembang*. Pedoman Untuk Dokter dan Petugas Kesehatan Senior. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- World Health Organization, 1997, *Tobacco or Health : A Global Status Report*. Geneva : World Health Organization.
- Wydiastuti, Palupi, 2005, *Bahaya Bahan Kimia Pada Kesehatan Manusia Dan Lingkungan/WHO* ; Alih Bahasa : Editor Edisi Bahasa Indonesia, Monica Ester. Penerbit Buku Kedokteran Jakarta.
- Zhang, Junfeng & Kirk R Smith. 2003, *Indoor Air Pollution ; A Global Health Concern*. *British Medical Buletin*, Vol. 68 : 209 – 225.
- Partikulat debu..., Fery Anthony, FKM UI, 2008

## LAMPIRAN 1

### DAFTAR PERTANYAAN PENELITIAN PARTIKULAT DEBU (PM<sub>10</sub>) DALAM RUMAH DENGAN GANGGUAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) PADA BALITA (Studi di Pemukiman Sekitar Kawasan Pertambangan Grant Kecamatan Meral Kabupaten Karimun)

*Responden adalah pengasuh atau ibu yang mempunyai balita berusia 0 sampai 59 bulan*

Nomor Kode Responden : .....

Nama pewawancara : .....  
Tanggal wawancara : .....

#### **I. IDENTITAS RESPONDEN**

1. Nama Responden : .....
2. Umur : .....
3. Alamat : .....
4. Pekerjaan : .....
  1. Petani
  2. Nelayan
  3. Wiraswasta
  4. Pekerja Tambang
  5. Pedagang
  6. Sopir
  7. PNS/ABRI
  8. Tidak Bekerja
  10. Lainnya, .....(sebutkan)
5. Pendidikan : .....
  1. Tidak pernah sekolah/tidak tamat SD
  2. Tamat SD
  3. Tamat SMP atau sederajat
  4. Tamat SMA atau sederajat
  5. Tamat PT/Akademi
  10. Lainnya, ..... (sebutkan)
6. Penghasilan Keluarga : .....
  1. < Rp. 500000,-
  2. Rp. 500.000,- s/d Rp. 1.000.000,-
  3. > Rp. 1.000.000,-
7. Jumlah anggota keluarga, bayi dan balita di rumah ini :

Jumlah anggota rumah tangga (usia > 5 tahun)	Jumlah bayi (0 – 12 bulan)	Jumlah balita (< 12 – 59 bulan)

<b>II. IDENTITAS BALITA</b>		
8	Nama Balita	
9	Umur Balita/Tanggal Lahir	..... bulan/.....
10	Jenis Kelamin	1. Laki-laki 2. Perempuan
11	Berat Badan saat ini (ditimbang)	..... kg
12	Anak ke berapa dari jumlah saudara	Anak ke ..... /dari ..... saudara

13	Apakah anak ibu pernah mendapat imunisasi?	1. Ya 2. Tidak
14	Jika YA imunisasi apa yang pernah di dapat (lihat KMS)	1. BCG 2. DPT 3. Polio 4. Campak 5. Hepatitis 10. Lainnya,..... (sebutkan)
15	Jika TIDAK apa alasannya?	.....
16	Apakah anak pernah menderita asma/alergi	1. Ya 2. Tidak

### III. KONDISI FISIK RUMAH dan SUMBER POLUTAN RUMAH

No	Pertanyaan/Observasi	Jawaban
17	Luas lantai rumah :	p ..... x l ..... Luas = ..... m <sup>2</sup>
	a. Lantai bawah	..... x ..... m <sup>2</sup>
	b. Lantai atas (bila ada)	..... x ..... m <sup>2</sup>
18	Pembagian ruang di dalam rumah :	
	a. Ruang tamu	1. Ada 2. Tidak ada (disatukan dengan ruang lain)
	b. Ruang keluarga	1. Ada 2. Tidak ada (disatukan dengan ruang lain)
	c. Ruang makan	1. Ada 2. Tidak ada (disatukan dengan ruang lain)
	d. Dapur	1. Ada 2. Tidak ada (disatukan dengan ruang lain)
	e. Kamar tidur	1. Ada, jumlah kamar tidur : ..... 2. Tidak ada (disatukan dengan ruang lain)
19	Apakah terdapat ventilasi di rumah? (ventilasi : lubang hawa yang menghubungkan udara di dalam dan luar rumah)	
	a. Lubang angin terbuka	1. Ya, ukur luas : ..... cm <sup>2</sup> 2. Tidak
	b. Jendela terbuka	1. Ya, ukur alas : ..... cm <sup>2</sup> 2. Tidak
	c. Pintu terbuka	1. Ya, ukur alas : ..... cm <sup>2</sup> 2. Tidak
	d. Exhaust fan	1. Ya 2. Tidak
	e. AC	1. Ya 2. Tidak
20	Apakah balita ybs biasa tidur di dalam kamar?	1. Ya 2. Tidak (lanjut ke no. 24)
21	Bila YA, luas lantai kamar tidur balita	p..... x l ..... Luas = .....m <sup>2</sup>
22	Apakah terdapat ventilasi di kamar balita	1. Ya 2. Tidak
	a. Lubang angin terbuka	1. Ya, ukur luas : ..... cm <sup>2</sup> 2. Tidak
	b. Jendela terbuka (bisa/biasa terbuka)	1. Ya, ukur luas : ..... cm <sup>2</sup> 2. Tidak
	c. Jendela tertutup (tidak bisa/tidak biasa dibuka)	1. Ya, ukur luas : ..... cm <sup>2</sup> 2. Tidak
	d. Pintu terbuka	1. Ya, ukur luas : ..... cm <sup>2</sup> 2. Tidak
	e. Exhaust fan	1. Ya 2. Tidak
	f. AC	1. Ya 2. Tidak

23	Berapa orang yang tidur sekamar dengan balita?	a. Dewasa : ..... orang b. Anak-anak : ..... orang		
24	Bila tidak, dimana balita biasa tidur?	1. Di ruang tamu 2. Di ruang keluarga 3. Di ruang makan 10. Lainnya,..... (sebutkan)		
25	Jenis lantai rumah dominan	1. Tanah 2. Papan/kayu 3. Semen 4. Ubin 5. Keramik 10. Lainnya : ..... (sebutkan)		
26	Jenis dinding dominan	1. Bambu/bilik 2. Papan/tripleks 3. Tembok non plester 4. Tembok diplester 10. Lainnya : ..... (sebutkan)		
27	Apakah ada anggota keluarga/penghuni rumah yang mempunyai kebiasaan merokok?	1. Ada 2. Tidak ada (lanjut no. 29)		
28	Bila ada perokok, siapa dan rata-rata berapa batang rokok yang dihabiskan dalam sehari	no	siapa	jumlah batang rokok dalam sehari
29	Apakah bahan bakar ibu memasak?	1. Kayu bakar/arang 2. Minyak tanah 3. Gas 4. Listrik 10. Lainnya..... (sebutkan)		
30	Dimanakah letak dapur di rumah ibu?	1. Terpisah, di luar rumah 2. Terpisah, di dalam rumah 3. Disatukan dengan ruang makan 4. Disatukan dengan ruang tidur		
31	Apakah ada lubang asap di dapur?	1. Ya 2. Tidak		
32	Apakah balita biasa dibawa ke dapur saat ibu memasak?	1. Ya 2. Tidak (lanjut no. 34)		
33	Berapa lama balita biasa berada di dapur pada saat ibu memasak?	..... jam		
34	Apakah balita mempunyai kebiasaan berada di luar rumah?	1. Ya 2. Tidak		
35	Jika YA berapa jam dalam sehari balita berada di luar rumah?	..... jam		
36	Apakah di rumah menggunakan obat nyamuk?	1. Ya 2. Tidak (lanjut no. 39)		
37	Jenis obat nyamuk apa yang digunakan?	1. Listrik 2. Oles 3. Obat nyamuk bakar 4. Semprot 10. Lainnya..... (sebutkan)		
38	Jika menggunakan obat nyamuk bakar, berapa jumlah yang digunakan dalam semalam?	.....gulung/buah		

39	Berapa sering rumah disapu?	1. Tidak setiap hari 2. Sekali sehari 3. Dua kali sehari 4. Lebih dari dua kali sehari 10. Lainnya,..... (sebutkan)
40	Berapa sering rumah ini dipel?	1. Jarang 2. Seminggu sekali 3. Seminggu dua sekali 4. Hampir setiap hari 5. Setiap hari 6. Dua kali sehari 10. Lainnya,..... (sebutkan)
41	Observasi kebersihan ruangan menurut pawawancara, bagaimana keadaan kebersihan ruangan dan seluruh isinya?	1. Bersih 2. Kurang bersih 3. Kotor/berdebu 10. Lainnya,..... (sebutkan)

#### IV. GANGGUAN ISPA PADA BALITA

No.	Pertanyaan	Jawaban
42	Apakah dalam dua minggu terakhir balita mengalami gejala-gejala berikut : (dua minggu terakhir yaitu terhitung mulai tanggal wawancara)	
	a. Batuk	1. Ya 2. Tidak
	b. Pilek (hidung beringsus/meler)	1. Ya 2. Tidak
	c. Berdahak/lendir	1. Ya 2. Tidak
	d. Batuk terus menerus/bersambungan	1. Ya 2. Tidak
	e. Demam/panas	1. Ya 2. Tidak
	f. Sesak napas	1. Ya 2. Tidak
43	Berapa lama balita mengalami gejala tersebut?	..... hari
44	Sebelumnya kapan terakhir kali balita mengalami gejala gangguan ISPA seperti itu?	1. Lebih dari 2 minggu yang lalu 2. Satu bulan yang lalu 3. Dua bulan yang lalu 4. Tiga bulan yang lalu 5. Lebih dari tiga bulan yang lalu 9. Tidak tahu 10. Lainnya, ..... (sebutkan)

#### V. PENGUKURAN KUALITAS UDARA (PM<sub>10</sub>), KELEMBABAN DAN TEMPERATUR DALAM RUMAH

45. Hasil pengukuran konsentrasi PM<sub>10</sub> : ..... µg/m<sup>3</sup>

46. Apakah hasil pengukuran konsentrasi PM<sub>10</sub> ≤ 90 µg/m<sup>3</sup>?

1. Ya
2. Tidak

47. Hasil pengukuran kelembaban udara : ..... %

48. Apakah hasil pengukuran kelembaban udara yang didapat sebesar 40% - 70%?

1. Ya
2. Tidak

49. Hasil pengukuran temperatur udara : .....°C

50. Apakah hasil pengukuran temperatur udara sebesar 18 °C – 30 °C?

1. Ya
2. Tidak



LAMPIRAN 3  
KONDISI FISIK RUMAH

