



UNIVERSITAS INDONESIA

**KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA AMBIENT DAN
KEJADIAN IRTIASI SALURAN PERNAFASAN (STUDI
KOHORT PROSPEKTIF PADA ANAK-ANAK USIA 6 SAMPAI 12
TAHUN DI DESA SATAR PUNDA, KABUPATEN MANGGARAI
TIMUR, NUSA TENGGARA TIMUR TAHUN 2011)**

SKRIPSI

ACHMAD NAUFAL AZHARI

0806457943

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
DEPOK
JANUARI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA AMBIENT DAN
KEJADIAN IRITASI SALURAN PERNAFASAN (STUDI
KOHORT PROSPEKTIF PADA ANAK-ANAK USIA 6 SAMPAI 12
TAHUN DI DESA SATAR PUNDA, KABUPATEN MANGGARAI
TIMUR, NUSA TENGGARA TIMUR TAHUN 2011)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat

ACHMAD NAUFAL AZHARI

0806457943

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
KEKHUSUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
DEPOK
JANUARI 2012**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Achmad Naufal Azhari
NPM : 0806457943
Mahasiswa Program : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Tahun Akademik : 2008

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

Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambient dan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan (Studi Kohort Prospektif pada Anak-Anak Usia 6 sampai 12 Tahun di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur Tahun 2011)

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 12 Januari 2012



(Achmad Naufal Azhari)

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Achmad Naufal Azhari

NPM : 0806457943

Tanda Tangan :



Tanggal : 17 Januari 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Achmad Naufal Azhari
NPM : 0806457943
Program Studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Judul Skripsi : Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambient dan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan (Studi Kohort Prospektif pada Anak-Anak Usia 6 sampai 12 Tahun di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur Tahun 2011)

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. dr. I Made Djaja, S.K.M., M.Sc. ()

Penguji : Renti Mahkota, S.K.M., M.Epid ()

Penguji : Siti Nur Ayu, S.K.M., M.Sc.P.H. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 19 Desember 2011

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan nikmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Permasalahan yang diambil dalam skripsi ini adalah pencemaran mangan dalam udara ambient dan efeknya pada pernafasan anak-anak. Topik ini diambil dengan harapan hasil dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, terutama untuk upaya pencegahan dan pengendaliannya.

Penulis menemui berbagai macam hambatan dan kesulitan dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penulis menyadari bahwa tulisan dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan nilai tambah bagi yang membutuhkan. Selain itu kritik dan saran guna penyempurnaan skripsi ini sangat peneliti harapkan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Prof. Dr. dr. I Made Djaja, S.K.M., M.Sc. selaku Kepala Departemen Kesehatan Lingkungan FKM UI sekaligus pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan sarana yang dibutuhkan selama masa perkuliahan hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
2. Dr. R. Budi Haryanto, SKM, MKM, M.Sc. selaku dosen mata kuliah metodologi penelitian kesehatan lingkungan yang telah memberikan konsep dasar penulisan proposal penelitian dalam bidang kesehatan dan mengajarkan filosofi kesehatan lingkungan.
3. Segenap tenaga pengajar dan staff di lingkungan FKM UI umumnya dan Departemen Kesehatan Lingkungan khususnya yang telah berperan penting dalam proses transfer *knowledge* ilmu kesehatan masyarakat sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
4. Umi dan Abi yang telah memberikan dukungan penuh baik secara moril maupun materi serta restu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
5. Keluarga besar TS 08, khususnya Randy Novirsa, Ahmad Muhaimin, Achmad Firmansyah, Amad Syarifudin, Agung Supriyadi, Akhmad

Zaynuddin, Ricky Pratama, dan Ferdhy M Kautsar. Semoga ukhuwah yang kita bangun kekal, tak kenal kejenuhan serta kita diberi kesempatan berkumpul lagi di surga kelak. Bangkitkan Dakwah!!

6. Achmad Firmansyah dan Eliza Eka Nurmala. Sebisa mungkin akan tetap kurangkul kalian, sosok yang mengaliri semangat hidupku. Bila kan kita menangis bersama, tegar melawan tempaan dan cobaan. Semua ini tentang kepercayaan, tak ada hal lain...
7. Teman seperjuangan, Ika Widyaningrum dan Eka Satriani Sakti. Terima kasih atas kebersamaan dan motivasi yang kalian berikan.
8. Keluarga besar Environmental Health Student Association, khususnya departemen pendidikan dan riset. Saya bangga bisa mendampingi kalian sebagai kepala departemen selama 2 tahun. Semoga kelak pengalaman organisasi kita bermanfaat dalam dunia kerja.
9. Sosok yang telah memercikkan api semangat lagi untuk dapat lulus 3,5 tahun. Menyadarkan bahwa skripsi ini adalah karya terakhir dalam kuliah sehingga harus dilaksanakan secara maksimal. Lebih jauh telah mendewasakan rasa cinta yang kekanakan. Semoga perasaan ini selalu dilandasi proses cintaku kepada Allah SWT

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan dan membalas segala budi baik semua pihak yang membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukannya

Depok, Januari 2012

Achmad Naufal Azhari

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

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

Nama : Achmad Naufal Azhari
NPM : 0806457943
Program Studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Departemen : Kesehatan Lingkungan
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Skripsi

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

**Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambient dan Kejadian Iritasi Saluran
Pernafasan (Studi Kohort Prospektif pada Anak-Anak Usia 6 sampai 12
Tahun di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur,
Nusa Tenggara Timur Tahun 2011)**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 17 Januari 2012

Yang menyatakan



Achmad Naufal Azhari

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah untuk Kepentingan Akademis	vi
Abstrak	vii
Daftar Isi.....	ix
Bab 1 Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
Bab 2 Tinjauan Pustaka	
2.1 Mangan	6
2.1.1 Definisi dan Karakteristik.....	6
2.1.2 Jenis dan Sumber.....	6
2.1.3 Penyakit yang Diakibatkan Paparan Mangan	7
2.1.4 Mekanisme Paparan ke Manusia.....	10
2.2 Iritasi Saluran Pernafasan/Infeksi Saluran Pernafasan Akut.....	12
2.3 Hubungan Konsentrasi Mn di Udara dengan Iritasi Saluran Nafas.....	16
Bab 3 Kerangka Konseptual	
3.1 Kerangka Teori	18
3.2 Kerangka Konsep	20
3.4 Definisi Operasional	22
Bab 4 Metode Penelitian	
4.1 Rancangan Studi	26
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	27
4.2.1 Lokasi Penelitian.....	27
4.2.2 Waktu Penelitian.....	27
4.3 Rancangan Sampel.....	27
4.3.1 Populasi.....	27
4.3.2 Perhitungan Sampel.....	27
4.3.3 Pengambilan Sampel.....	30
4.4 Pengumpulan Data.....	31
4.4.1 Tahap Persiapan.....	31
4.4.2 Pengumpulan Data Konsentrasi Mn dalam Udara Ambient.....	31
4.4.3 Pengumpulan Data Iritasi Saluran Nafas dan Rumah Sehat.....	34
4.5 Analisis Data	35
4.5.1 Manajemen Data	35
4.5.2 Analisis Data	35

4.5.2.1 Analisis Univariat.....	35
4.5.2.2 Analisis Bivariat.....	37
4.5.2.3 Analisis Multivariat.....	37

Bab 5 Hasil Penelitian

5.1 Gambaran Umum	39
5.1.1 Kelurahan Satar Punda.....	39
5.1.2 Kelurahan Wangkung	39
5.2 Analisis Univariat.....	39
5.2.1 Konsentrasi Debu Mangan, Kadmium, Timbal, Besi, dan TSP dalam Udara Ambient	39
5.2.2 Karakteristik Sampel	42
5.2.2.1 Jenis Kelamin	42
5.2.2.2 Usia dan Berat Badan.....	43
5.2.3 Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan	44
5.2.4 Komponen Rumah Sehat	44
5.2.5 Status Sosial Ekonomi Responden	48
5.2.6 Status Imunisasi	48
5.3 Analisis Bivariat	50
5.3.1 Hubungan antara Konsentrasi Mangan di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	50
5.3.2 Hubungan antara Konsentrasi Kadmium di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	51
5.3.3 Hubungan antara Konsentrasi Timbal di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	53
5.3.4 Hubungan antara Konsentrasi TSP di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	54
5.3.5 Hubungan antara Jenis Lantai Terlalu dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	56
5.3.6 Hubungan antara Jenis Dinding Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	57
5.3.7 Hubungan antara Keberadaan Ventilasi dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	57
5.3.8 Hubungan antara Kepadatan Hunian dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	58
5.3.9 Hubungan antara Jenis Pencahayaan dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	59
5.3.10 Hubungan antara Suhu Udara dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	60
5.3.11 Hubungan antara Kelembaban Udara dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	61
5.3.12 Hubungan antara Penerangan Matahari dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	63
5.3.13 Hubungan antara Jenis Kelamin dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	64
5.3.14 Hubungan antara Umur dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	65
5.3.15 Hubungan antara Berat Badan dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	66

5.3.16	Hubungan antara Status Sosial Ekonomi dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	68
5.3.17	Hubungan antara Status Imunisasi dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	69
5.4	Analisis Multivariat	70

Bab 6 Pembahasan

6.1	Keterbatasan Penelitian	74
6.1.1	Instrumen Penelitian	74
6.1.2	Bias Informasi	74
6.1.3	Tingkat Keakuratan dan Kualitas Data.....	74
6.2	Hubungan Debu Mangan, Kadmium, Timbal, Besi, dan TSP dalam Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	75
6.2.1	Hubungan antara Konsentrasi Mangan di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	75
6.2.2	Hubungan antara Konsentrasi Kadmium di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	79
6.2.3	Hubungan antara Konsentrasi Timbal di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	80
6.2.4	Hubungan antara Konsentrasi TSP di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	81
6.3	Hubungan Kondisi Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan.	83
6.3.1	Hubungan antara Jenis Lantai Terlalu dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	83
6.3.2	Hubungan antara Jenis Dinding Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	84
6.3.3	Hubungan antara Keberadaan Ventilasi dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	85
6.3.4	Hubungan antara Kepadatan Hunian dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	86
6.3.5	Hubungan antara Jenis Pencahayaan dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	87
6.3.6	Hubungan antara Suhu Udara dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	89
6.3.7	Hubungan antara Kelembaban Udara dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	90
6.3.8	Hubungan antara Penerangan Matahari dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	92
6.4	Hubungan Karakteristik Individual dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	93
6.4.1	Hubungan antara Jenis Kelamin dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	93
6.4.2	Hubungan antara Umur dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	94
6.4.3	Hubungan antara Berat Badan dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	96
6.4.4	Hubungan antara Status Sosial Ekonomi dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	98

6.4.5	Hubungan antara Status Imunisasi dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan	99
6.5	Faktor Penentu Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak.....	101

Bab 7 Kesimpulan dan Saran

7.1	Kesimpulan	103
7.2	Saran	104
7.2.1	Bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Manggarai Timur	104
7.2.2	Bagi Puskesmas dan Posyandu	105
7.2.3	Bagi Masyarakat	105

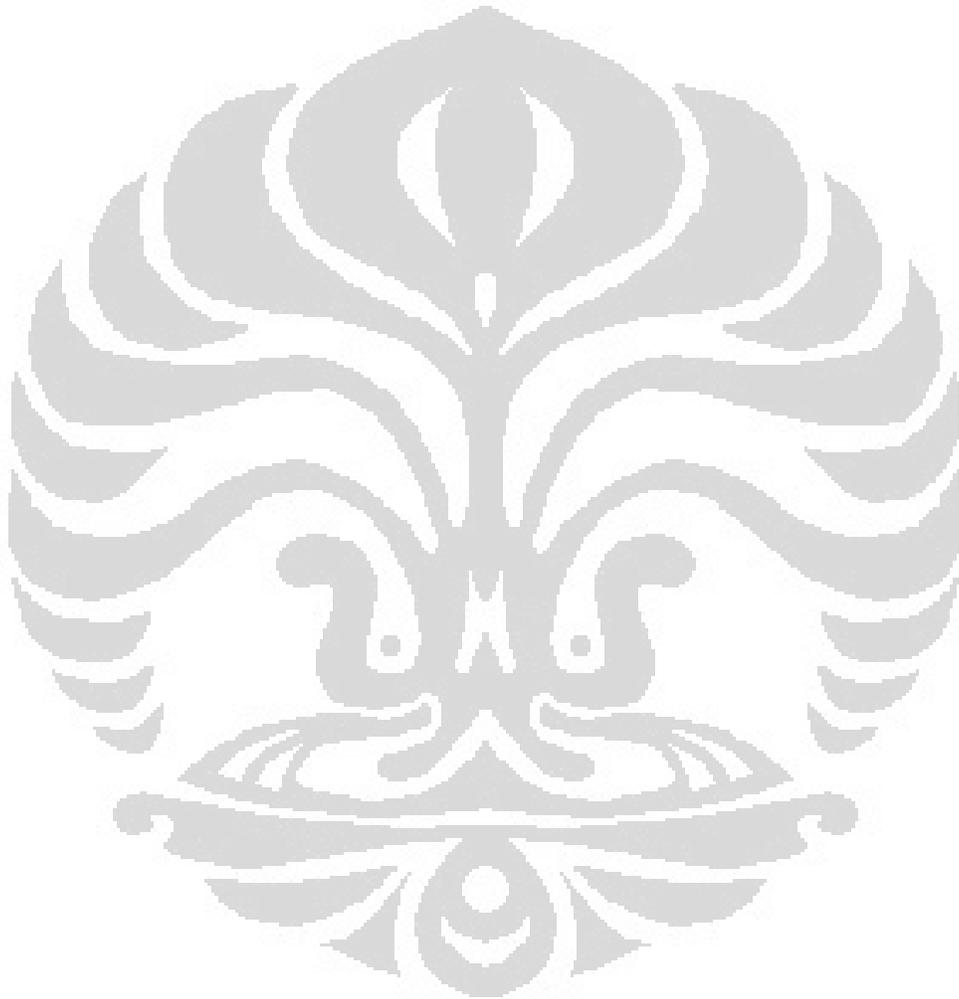
Daftar Pustaka

Lampiran

- Lampiran 1. Surat Izin Penelitian
- Lampiran 2. Kuesioner dan Lembar Observasi
- Lampiran 3. Daftar Responden dan Dokumentasi Kegiatan
- Lampiran 4. Output SPSS Analisis Univariat
- Lampiran 5. Output SPSS Bivariat (t-test)
- Lampiran 6. Output SPSS Bivariat (Anova)
- Lampiran 7. Output SPSS Bivariat (chi-square)
- Lampiran 8. Output SPSS Multivariat

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka Teori Penelitian	19
Gambar 3.2 Kerangka Konsep	20
Gambar 4.1 Skema Alur Penelitian.....	26



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Gejala ISPA berdasarkan Kelompok Usia dan Jenis ISPA.....	15
Tabel 3.1	Definisi Operasional dalam Penelitian.....	22
Tabel 4.1	Besar Sampel yang Digunakan dalam Penelitian Sebelumnya	28
Tabel 5.1	Distribusi Konsentrasi Debu Mangan (Mn), Debu Kadmium (Cd), Debu Timbal (Pb), Debu Besi (Fe), dan Total Suspended Particulate (TSP) di Daerah Penelitian, Agustus 2011	40
Tabel 5.2	Distribusi Jenis Kelamin Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	42
Tabel 5.3	Distribusi Usia dan Berat Badan di Daerah Penelitian, Agustus 2011	43
Tabel 5.4	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	44
Tabel 5.5	Distribusi Jenis Lantai, Jenis Dinding, Kepadatan Hunian, Ventilasi Rumah, dan Pencahayaan dalam Rumah di Daerah Penelitian, Agustus 2011	45
Tabel 5.6	Distribusi Temperatur Udara, Kelembaban Udara, dan Intensitas Penyinaran Matahari dalam Rumah Responden di Daerah Penelitian, Agustus 2011	47
Tabel 5.7	Distribusi Kemakmuran Keluarga Responden di Daerah Penelitian, Agustus 2011	48
Tabel 5.8	Distribusi Status Imunisasi Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	49
Tabel 5.9	Distribusi Tingkat Konsentrasi Debu Mangan Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	50
Tabel 5.10	Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Debu Mangan di Udara Ambient Menurut Status Keterpaparan di Daerah Penelitian, Agustus 2011	50
Tabel 5.11	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Debu Mangan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	50
Tabel 5.12	Distribusi Tingkat Konsentrasi Debu Kadmium Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	51
Tabel 5.13	Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Debu Kadmium di Udara Ambient Menurut Status Keterpaparan di Daerah Penelitian, Agustus 2011	52
Tabel 5.14	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Debu Kadmium pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	52
Tabel 5.15	Distribusi Tingkat Konsentrasi Debu Timbal Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	53
Tabel 5.16	Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Debu Timbal di Udara Ambient Menurut Status Keterpaparan di Daerah Penelitian, Agustus 2011.	53

Tabel 5.17	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Debu Timbal pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	54
Tabel 5.18	Distribusi Tingkat Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	55
Tabel 5.19	Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) di Udara Ambient Menurut Status Keterpaparan di Daerah Penelitian, Agustus 2011	55
Tabel 5.20	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	55
Tabel 5.21	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Lantai Rumah Terluas pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	56
Tabel 5.22	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Dinding Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	57
Tabel 5.23	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Keberadaan Ventilasi dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	58
Tabel 5.24	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Kepadatan Hunian dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	58
Tabel 5.25	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Pencahayaan Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	59
Tabel 5.26	Distribusi Suhu Udara dalam Rumah Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	60
Tabel 5.27	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Suhu Udara dalam Rumah pada Anak-anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011.....	60
Tabel 5.28	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Suhu Udara dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	61
Tabel 5.29	Distribusi Kelembaban Udara dalam Rumah Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	62
Tabel 5.30	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Kelembaban Udara dalam Rumah pada Anak-anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011.....	62
Tabel 5.31	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Kelembaban Udara dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	62
Tabel 5.32	Distribusi Penerangan Matahari dalam Rumah Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	63

Tabel 5.33	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Penerangan Matahari dalam Rumah pada Anak-anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011.....	63
Tabel 5.34	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Penerangan Matahari dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	63
Tabel 5.35	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Kelamin pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011 ...	64
Tabel 5.36	Distribusi Umur Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	65
Tabel 5.37	Distribusi Rata-Rata Usia Sampel Penelitian Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011.....	65
Tabel 5.38	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Umur Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	65
Tabel 5.39	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Berat Badan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	66
Tabel 5.40	Distribusi Rata-Rata Berat Badan Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011.....	67
Tabel 5.41	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Berat Badan Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	67
Tabel 5.42	Distribusi Status Sosial Ekonomi Keluarga Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011	68
Tabel 5.43	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Status Sosial Ekonomi Keluarga pada Anak-anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011.....	68
Tabel 5.44	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Kemakmuran Keluarga di Daerah Penelitian, Agustus 2011 ...	68
Tabel 5.45	Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Status Imunisasi pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011..	70
Tabel 5.46	Model Awal Analisis Multivariat Regresi Logistik Ganda Model Prediksi Antar Variabel Kandidat dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan.....	71
Tabel 5.47	Model Akhir (<i>Full Model</i>) Analisis Multivariat Regresi Logistik Ganda Model Prediksi Antar Variabel Kandidat dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan.....	71

ABSTRAK

Nama : Achmad Naufal Azhari
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Judul : Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambient dan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan (Studi Kohort Prospektif pada Anak-Anak Usia 6 sampai 12 Tahun di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur Tahun 2011)

Latar Belakang : Polusi udara berperan terhadap kesakitan dan kematian akibat gangguan saluran pernafasan. Iritasi saluran pernafasan diduga sebagai salah satu mekanisme efek pencemaran udara pada kesehatan.

Tujuan : Tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis efek pajanan debu mangan dalam udara *ambient* terhadap kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak berusia 6 sampai 12 tahun.

Metode : Studi kohort prospektif selama 2 bulan. 106 anak terpilih secara acak menjadi sampel dalam studi ini. Penelitian dilaksanakan di 2 desa berbeda yaitu Satar Punda (terpapar) dan Wangkung (tidak terpapar), Nusa Tenggara Timur. Peneliti mengukur konsentrasi debu mangan dalam udara ambient di kedua wilayah. Peneliti juga melakukan *follow up* kepada seluruh sampel 1 kali setiap minggu selama 2 bulan untuk mengetahui kejadian iritasi saluran pernafasan. Setelah itu dibentuk model regresi logistik dengan memasukkan variabel debu pencemar udara lain (kadmium, timbal, besi, dan TSP), faktor individual, dan rumah sehat untuk mengetahui faktor yang paling mempengaruhi iritasi saluran pernafasan pada anak-anak.

Hasil : Hasil studi menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik antara konsentrasi debu mangan dalam udara ambient dengan iritasi saluran pernafasan pada anak-anak dengan nilai RR = 4,18 (95% CI : 2,45-7,15). Faktor lain yang mempengaruhi iritasi saluran pernafasan pada anak-anak adalah konsentrasi kadmium dalam udara ambient dengan nilai RR = 3,21 (95% CI : 1,83-5,63), jenis lantai terluas dalam rumah dengan nilai RR = 1,49 (95% CI: 1,04-2,13), jenis pencahayaan dalam rumah dengan nilai RR = 0,31 (95% CI: 0,09-1,11), berat badan dengan nilai RR = 1,99 (95% CI: 1,09-3,64), dan status sosial ekonomi keluarga dengan nilai RR = 1,97 (95% CI: 1,28-3,03). Hasil analisis multivariat menunjukkan konsentrasi mangan adalah variabel yang paling mempengaruhi iritasi saluran pernafasan ($p=0,000/RR=6,0$) setelah dikontrol oleh 5 variabel lain yang turut mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak.

Kesimpulan : Pajanan pencemaran udara mangan berhubungan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak.

Kata kunci : mangan, iritasi saluran pernafasan, anak-anak, kohort prospektif

ABSTRACT

Name : Achmad Naufal Azhari
Study Program : Public Health Science
Title : Manganese Concentration in Ambient Air and Respiratory Tract Irritation (Prospective Cohort Study in 6 to 12 Years Old Children in the Village Satar Punda , East Manggarai, East Nusa Tenggara 2011)

Background : Air pollution is known contribute to respiratory morbidity and mortality. Respiratory tract irritation has been suggested as one of mechanism of these effects on health.

Objective : The aim of this study was to analyze the effect of exposure manganese particulate in ambient on respiratory tract irritation in 6 to 12 years old children.

Method : 2 months prospective cohort study. 106 children have been selected randomly to be sample in this study. This study was conducted in 2 different village, Satar Punda (exposed area) and Wangkung (unexposed area), East Nusa Tenggara. Researcher measured ambient manganese concentration in two regions. Researcher also conducted follow-up to the entire sample once a week for 2 months to determine the incidence of respiratory tract irritation. After that logistic regression model was formed by inserting the other air pollution variables (cadmium, lead, iron, and TSP), individual variables, and health housing variables to find out the factor that most influence childhood respiratory tract irritation.

Result : The result showed statistically significant relationship between manganese ambient concentration and childhood respiratory tract irritation with RR = 4,18 (95% CI : 2,45-7,15). Another factors that influenced childhood respiratory tract irritation were cadmium concentration in ambient air with RR = 3,21 (95% CI : 1,83-5,63), the largest type of flooring in home with RR = 1,49 (95% CI: 1,04-2,13), type of lightning in home with RR = 0,31 (95% CI: 0,09-1,11), weight with RR = 1,99 (95% CI: 1,09-3,64), and family socioeconomic status with RR = 1,97 (95% CI: 1,28-3,03). Multivariate analysis showed that ambient manganese concentration was the most influenced variable for respiratory tract irritation ($p=0,000/RR=6,0$) after controlled by five other variables that also influenced the incidence of respiratory tract irritation in children.

Conclusion : Exposure to manganese air pollution was associated with childhood respiratory tract irritation

Key words : manganese, respiratory tract irritation, children, prospective cohort

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangan adalah salah satu golongan logam transisi yang berfungsi sebagai zat gizi esensial bagi manusia dan hewan (Wasserman et al., 2006). Jumlah mangan di alam tidak begitu berlimpah. Jumlahnya di seluruh kerak bumi berkisar 0,1% dan terkandung dalam air, udara, dan makanan dalam konsentrasi yang rendah. Akan tetapi apabila masuk ke dalam tubuh melewati konsentrasi yang diperkenankan dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, terutama gangguan saraf (Bouchard et al., 2007).

Efek mangan bagi tubuh manusia masih belum dapat diketahui secara pasti. Dalam konsentrasi tertentu mangan sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia yang bisa didapatkan baik dari jalur pencernaan (gastrointestinal) maupun melalui jalur pernafasan (inhalasi). Namun apabila melampaui batas yang diperkenankan dapat mengakibatkan sindrom yang disebut dengan manganism, yang biasa dialami oleh pekerja yang sering terpajan oleh mangan. Umumnya mangan diketahui sebagai neurotoksik yang dapat merusak sistem saraf manusia. Namun dalam beberapa studi eksperimental, mangan diketahui dapat berperan sebagai embriotoksik dan fetotoksik (Hafeman, Litvak, Cheng, Geen, & Ahsan, 2007).

Sumber utama pencemaran mangan di alam adalah kegiatan manusia yang berupa industri alloy, baja, dan produk besi. Sumber lainnya berasal dari kegiatan pertambangan, penggunaan pupuk dan fungisida, serta oksida mangan. Bahan bakar dengan menggunakan mangan sebagai peningkat oktan juga diperkirakan menjadi sumber pencemar namun dalam jumlah yang kecil. Mangan dapat ditemui di udara, makanan, minuman, dan tanah. Konsentrasi rata-rata mangan di tanah berkisar antara 500-900 mg/kg. Air permukaan memiliki konsentrasi rata-rata mangan sebesar 1-500 µg/liter. Pada air minum umumnya dijumpai konsentrasi mangan sebesar 5-25 µg/liter. Konsentrasi pada makanan umumnya di bawah 5 mg/kg. Di udara mangan dijumpai dalam bentuk *suspended particulate matter* (SPM) dengan konsentrasi di udara ambient berkisar antara 0,01-0,07

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada daerah bebas polusi udara. Sedangkan konsentrasi rata-rata mangan melebihi $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat ditemukan di sekitar daerah industri (WHO, 1981).

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) adalah penyakit infeksi yang menyerang sistem pernafasan manusia. ISPA dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu Infeksi Saluran Pernafasan Atas/*Upper Respiratory Tract Infections* (URIs) dan Infeksi Saluran Pernafasan Bawah/*Lower Respiratory Tract Infections* (LRIs). Infeksi saluran pernafasan atas menyerang organ pernafasan bagian atas seperti laring dan pita suara. Kelompok infeksi saluran pernafasan atas adalah yang paling sering dijumpai terdiri dari rhinitis, sinusitis, infeksi telinga, faringitis akut, epiglottitis, dan laryngitis. Infeksi saluran pernafasan bawah menyerang organ pernafasan bagian bawah yang meliputi trakea, bronkus, bronkiolus, hingga alveolus. Umumnya infeksi saluran pernafasan atas memiliki dampak yang sistemik bagi tubuh. Hal ini dikarenakan kemungkinan adanya infeksi sekunder oleh bakteri dan mikroba lainnya (The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 2006). Apabila disebabkan oleh zat kimia atau partikulat maka ISPA disebut sebagai iritasi saluran pernafasan.

Pada tahun 2002 di seluruh dunia WHO mencatat terdapat 94.037.000 kasus ISPA baru dengan jumlah kematian sebanyak 3,9 juta jiwa. Sedangkan pada tahun 2000 terdapat 1,9 juta kasus kematian akibat ISPA. Hal ini menunjukkan terjadinya tren peningkatan kematian akibat kasus ISPA selama kurun waktu 2 tahun. Kasus kematian terbanyak akibat ISPA pada tahun 2000 terdapat di Benua Afrika dan Asia Tenggara, yaitu sebesar 70% dari total kematian akibat ISPA di seluruh dunia (WHO, 2011).

ISPA merupakan masalah kesehatan yang cukup serius bagi Indonesia. Hal ini dikarenakan ISPA merupakan penyebab kematian terbesar pada bayi dan balita sejak tahun 2005. Hasil survey mortalitas subdit ISPA tahun 2005 menunjukkan bahwa pneumonia adalah penyebab terbesar kasus kematian pada bayi, yaitu mencapai 22,30% dari total seluruh kematian bayi yang ada. Hal ini juga terjadi pada kasus kematian balita dengan persentase kematian sebesar 23,60% dari total keseluruhan kematian balita di Indonesia pada tahun 2005. Hasil studi mortalitas riskesdas 2007 menunjukkan bahwa kematian bayi akibat ISPA

pneumonia meningkat menjadi 23,8% sedangkan pada balita turun menjadi 15,5% (Kementerian Kesehatan RI, 2010).

Sebuah hasil penelitian dengan menggunakan hewan percobaan menunjukkan hasil bahwa terdapat hubungan antara pemajanan mangan dengan infeksi saluran pernafasan akut. Adapun gangguan pernafasan yang terlihat selama penelitian adalah bronchiolitis, inflamasi alveolus, dan proliferasi jaringan bronkus. Inflamasi alveolus dan gangguan bronkus hilang setelah 45 hari pemajanan sehingga digolongkan ke dalam infeksi sub-akut (Dorman, Struve, Gross, Wong, & Howroyd, 2005).

Laporan gangguan kesehatan akibat pajanan melalui udara sering dilaporkan pada daerah-daerah yang berdekatan dengan pertambangan mangan. Pada tahun 1939 dilaporkan terjadi peningkatan angka kesakitan dan kematian akibat pneumonia lobaris di Norway. Peningkatan ini berhubungan secara signifikan dengan kegiatan produksi alloy mangan di sekitar daerah tersebut. Hasil studi lainnya yang dilakukan selama 4 tahun pada suatu populasi menunjukkan bahwa pajanan mangan melalui udara dengan konsentrasi 1 mg/m^3 berhubungan dengan peningkatan kasus ISPA (WHO, 1981).

Sejak tahun 2005 tercatat bahwa kasus ISPA adalah penyakit peringkat pertama dalam 10 urutan penyakit terbanyak dan jumlahnya terus mengalami peningkatan di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur. Laporan tahunan Puskesmas Wae Kajong pada tahun 2005 menyebutkan bahwa kasus ISPA yang ada di wilayah kerjanya sebanyak 4002 kasus. Kemudian mengalami penurunan hingga tahun 2007 dengan jumlah 3782 kasus. Setelah itu terlihat tren meningkat hingga tahun 2010. Jumlah kasus sejak tahun 2008, 2009, hingga 2010 berturut-turut adalah sebanyak 4076, 4511, dan 5805 kasus. Sedangkan laporan di puskesmas lainnya, yaitu Puskesmas Reo menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kasus ISPA sejak tahun 2008 sampai dengan 2010. Pada tahun 2008 jumlah kasus ISPA di Puskesmas Reo adalah sebanyak 7074 kasus. Kemudian mengalami peningkatan kasus pada tahun 2009, yaitu menjadi 8898 kasus ISPA. Lalu meningkat lagi pada tahun 2010 dengan jumlah 9832 kasus. Diketahui bahwa jumlah penduduk 325.255 jiwa (*Database Kesehatan,*

2011), maka prevalensi ISPA terus mengalami peningkatan sejak tahun 2008 (3,43%), 2009 (4,12%), dan 2010 (4,81%).

1.2 Rumusan Masalah

Sejak tahun 2008-2010 jumlah kasus ISPA di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur terus menempati urutan teratas dalam 10 urutan penyakit terbanyak. Apabila dilihat berdasarkan tren penyakit, terlihat bahwa prevalensi kasus ISPA terus mengalami kenaikan sejak tahun 2008-2010. Diketahui pula bahwa terdapat kegiatan pertambangan mineral berupa mangan sehingga berpotensi terjadi pencemaran debu mangan dalam udara ambient di Desa Satar Punda. Oleh karena itu penting untuk melihat hubungan antara konsentrasi mangan di udara ambient dengan kejadian ISPA atau iritasi saluran nafas pada anak-anak di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Adakah hubungan antara konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran nafas pada anak-anak di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur tahun 2011?

1.4 Tujuan Penelitian

a. Tujuan Umum

Mengetahui hubungan konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran nafas pada anak-anak.

b. Tujuan Khusus

1. Mengetahui gambaran konsentrasi mangan dalam udara ambient di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur pada tahun 2011
2. Mengetahui gambaran kejadian iritasi saluran nafas pada anak-anak di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur tahun 2011
3. Mengetahui hubungan antara hubungan konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran nafas pada anak-anak di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur tahun 2011

4. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi hubungan konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur tahun 2011.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Bagi Peneliti

1. Dapat melahirkan suatu hubungan yang baru antara konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran nafas sehingga dapat memperbaharui teori yang telah lahir sebelumnya dan memperkaya dunia ilmu pengetahuan

b. Bagi Masyarakat

1. Dapat menambah pengetahuan masyarakat tentang penyakit iritasi saluran nafas, khususnya mengenai hubungan konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran nafas pada anak-anak.
2. Dapat memberikan informasi baru mengenai pola penyebaran iritasi saluran nafas akibat adanya pengaruh dari konsentrasi mangan dalam udara ambient. sehingga masyarakat dapat mempersiapkan langkah-langkah pencegahan sederhana terhadap penyakit iritasi saluran nafas.

c. Bagi Pemerintah

1. Menjadi landasan bagi pemerintah pusat, khususnya Kementerian Kesehatan dan Kementerian Lingkungan Hidup untuk melaksanakan tugasnya, yaitu membentuk suatu kebijakan, perencanaan strategik, *guideline*, serta menetapkan standar manajemen kasus iritasi saluran nafas di Kabupaten Manggarai Timur di masa depan setelah diketahuinya hubungan antara konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran nafas
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk membentuk peraturan daerah dan berbagai kegiatan dalam rangka mengendalikan iritasi saluran nafas di Kabupaten Manggarai Timur yang bersifat *sustainable* dan berkesinambungan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangan

2.1.1 Definisi dan Karakteristik Mangan

Mangan (Mn, nomor atom = 25; massa atom relatif = 54,938) adalah unsur yang termasuk ke dalam golongan VIIB dalam susunan tabel periodik unsur. Dalam bentuk unsur bebas mangan berwarna putih keabuan, rapuh, dan termasuk ke dalam logam yang reaktif. Titik lebur mangan adalah 1244°C dan titik didihnya 1962°C . Mangan adalah golongan logam transisi yang paling banyak ditemukan setelah besi dan titanium (WHO, 1981).

2.1.2 Jenis dan Sumber Mangan

Mangan dapat ditemukan dalam bentuk teroksidasi, yaitu dalam bentuk +2, +3, dan +7. Bentuk +2 dapat membentuk banyak jenis senyawa kompleks. Sedangkan bentuk +3 sering ditemukan dalam bentuk kompleksnya, yaitu $\text{K}_3\text{Mn}(\text{Cn})_6$. Mangan juga dapat membentuk beberapa senyawa *organometallic* seperti $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$, $\text{NaMn}(\text{CO})_5$, dan $(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Mn}$. Mangan dalam bentuk *methylcyclopentadienyl* sering digunakan dalam jumlah besar sebagai peningkat nilai oktan dalam bahan bakar (*octane booster*), pencegah asap, dan biasanya ditambahkan ke dalam *tetraethyllead*.

Mn^{2+} adalah bentuk mangan berupa garam dan memiliki kelarutan yang tinggi dalam air, kecuali bentuk fosfat dan karbonatnya. Umumnya bentuk Mn^{2+} ditemukan berikatan dengan senyawa lain, misalnya MnF_2 , MnCl_2 , MnBr_2 , dan MnI_2 . Jika berikatan dengan ion OH^- akan membentuk $\text{Mn}(\text{OH})_2$, yaitu gelatin berwarna putih. Sering juga ditemukan dalam bentuk MnO dan MnS . Mn^{2+} memiliki sifat yang mirip dengan Mg^{2+} dan berperan dalam beberapa molekul biologi tubuh manusia.

Ion Mn^{3+} adalah bentuk ion dari mangan (III) yang sangat mudah untuk terhidrolisis larutan asam lemah membentuk ion Mn^{2+} dan mangan dioksida (MnO_2). MnO_2 ditemukan secara alami dalam bentuk *pyrolusite* yang tidak larut dalam air dan larutan asam. Sementara itu informasi mengenai mangan (IV) masih

sangat sedikit dan ionnya ditemukan dalam proses *blue hypomangamates*. Mangan (III) dan (IV) memiliki peran yang penting dalam proses fotosintesis bagi tumbuhan hijau.

Mangan (VII) sangat mudah ditemukan dalam bentuk ion, yaitu ion permanganate (MnO_4^- dan MnO_2). Ion permanganate terbentuk dari hasil pemecahan ion mangan hijau (MnO_4^{2-}). Permanganate adalah oksidan yang baik dalam bentuk dasar dan dapat direduksi menjadi bentuk Mn^{2+} dalam larutan yang bersifat asam.

Mangan adalah salah satu unsur yang jumlahnya melimpah di dalam kerak bumi. Banyak ditemukan di tanah, batuan, sedimentasi, air, dan material-material biologi penyusun makhluk hidup. Sumber pencemar utama dari mangan adalah industri, khususnya industri logam, alloy, besi, dan pertambangan. Sumber lainnya berasal dari bidang pertanian dan perkebunan, yaitu sebagai bahan dalam pupuk dan fungisida. Dalam jumlah yang kecil namun tetap dapat meningkatkan pencemaran mangan adalah bahan bakar yang menggunakan zat aditif berupa *organomanganese*.

Konsentrasi mangan dalam tanah, air, dan udara beragam. Di dalam tanah, konsentrasi rata-rata mangan berkisar antara 500-900 mg/kg. Air permukaan memiliki konsentrasi rata-rata mangan 1-500 $\mu\text{g/liter}$, sedangkan air minum berkisar antara 5-25 $\mu\text{g/liter}$. Di dalam bahan makanan, konsentrasi mangan umumnya di bawah 5 mg/kg. Namun jumlahnya bisa meningkat hingga 30 mg/kg untuk bahan makanan berupa kacang-kacangan dan sereal serta beberapa ratus mg/kg untuk daun teh. Untuk konsentrasi mangan di udara bebas yang belum mengalami polusi atau udara di pedesaan berkisar antara 0,01-0,07 $\mu\text{g/m}^3$. Sedangkan untuk udara perkotaan atau udara di sekitar industri konsentrasi mangan di udara umumnya di atas 0,5 $\mu\text{g/m}^3$. Mangan umumnya ditemukan sebagai *Suspended Particulate Matter* (SPM) di udara bebas (WHO, 1981).

2.1.3 Penyakit yang Diakibatkan Paparan Mangan

Beberapa penelitian dengan menggunakan hewan percobaan (umumnya kera dan tikus percobaan) telah menunjukkan hasil bahwa paparan mangan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Paparan mangan dioksida atau mangan

diklorida kepada kera percobaan dengan konsentrasi sebesar 0,6-3,0 mg/m³ selama 4 bulan dengan periode 1 jam setiap pemajanan menunjukkan efek pada sistem saraf pusat. Terlihat pula kerusakan-kerusakan pada otak, yaitu pada bagian korteks, cerebrum, dan cerebellum. Pada penelitian lain yang dilakukan dengan menggunakan kelinci dan tikus percobaan terlihat efek berupa deplesi dopamin dan serotonin. Penemuan-penemuan ini mengindikasikan bahwa mangan dapat menjadi zat yang bersifat neurotoksik bagi makhluk hidup.

Kerusakan saluran pernafasan juga terlihat pada percobaan dengan menggunakan hewan. Paparan berupa mangan dioksida dengan konsentrasi 0,3 mg/m³ setiap hari dengan periode pemajanan 5-6 hari setiap minggu selama 4 bulan menunjukkan perubahan pada saluran pernafasan tikus percobaan. Dengan waktu yang sama dan konsentrasi 0,7 mg/m³ menunjukkan kerusakan paru-paru pada kera percobaan. Kondisi ini bisa semakin memburuk karena salah satu hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan sulfur dioksida (SO₂) dapat sinergis dengan mangan dioksida dalam proses kerusakan saluran nafas pada hewan percobaan.

Paparan mangan dalam jangka waktu panjang umumnya berdampak pada pekerja di pertambangan mangan, industri baterai kering, dan industri alloy. Adapun dampak kesehatan yang tampak sebagai akibat dari paparan kronik mangan di tempat kerja antara lain gangguan sistem saraf dan gejala-gejala penyakit Parkinson. Kerentanan individu terhadap paparan mangan bervariasi, sehingga dosis minimum yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan masih belum diketahui sampai saat ini. Gejala-gejala keracunan mangan mulai tampak pada konsentrasi 2-5 mg/m³ di udara tempat kerja. Gangguan kesehatan lain yang sering dilaporkan akibat adanya pencemaran mangan dalam bentuk partikulat di tempat kerja adalah pneumonia.

Pencemaran mangan juga dapat mengakibatkan gangguan kesehatan bagi masyarakat. Suatu penelitian di Norway menunjukkan bahwa ada hubungan antara paparan mangan dalam udara akibat adanya industri logam (besi dan *silicomanganese*) dengan peningkatan kematian dan kesakitan akibat penyakit pneumonia lobaris. Dalam studi lainnya terlihat bahwa kejadian gangguan saluran pernafasan bawah meningkat pada anak-anak sekolah dasar yang terpajan oleh

mangan di udara ambient dengan konsentrasi 2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dibandingkan dengan kelompok kontrol. Sebuah penelitian lain menunjukkan bahwa ada hubungan antara pajanan mangan di udara bebas dalam konsentrasi 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) dalam suatu populasi yang tinggal dekat dengan fasilitas pembuatan *ferromanganese*. Gangguan kesehatan lainnya yang terlihat adalah peningkatan kasus keguguran pada pekerja wanita yang telah terpajan mangan dalam jangka waktu 20-30 tahun dibandingkan dengan kelompok kontrol yang digunakan.

Mangan juga memiliki efek mutagenik dan karsinogenik pada hewan-hewan percobaan, namun belum ditemukan bukti secara epidemiologi dapat terjadi pada manusia. Penelitian-penelitian dengan menggunakan disain eksperimental menunjukkan bahwa mangan dapat mengakibatkan perubahan struktur DNA pada bakteri. Transformasi dengan aktivitas cukup besar juga terlihat pada susunan DNA embrio hamster akibat adanya pajanan mangan klorida jika dibandingkan dengan pajanan logam jenis lainnya. Pada penelitian eksperimental lainnya diketahui bahwa mangan dapat meningkatkan kejadian lymphosarcoma dan fibrosarcoma pada tikus percobaan (Kazantzis, 1981).

Efek lainnya akibat pajanan mangan melalui air minum adalah degradasi kemampuan berpikir pada anak-anak. Suatu hasil penelitian menunjukkan bahwa anak-anak yang terpajan mangan melalui air minum memiliki hasil ujian kognitif yang baik tetapi kemampuan mengingatnya di bawah rata-rata. Sedangkan hasil tes psikometri menunjukkan nilai yang normal untuk IQ tetapi memiliki nilai yang rendah untuk kemampuan mengingat verbal dan visual (Woolf, Wright, Amarasiriwardena, & Bellinger, 2002).

Sebuah hasil penelitian yang dilakukan di Bangladesh menunjukkan bahwa mangan bersifat neurotoksik bagi manusia. Penelitian tersebut mengukur pengaruh pajanan mangan dalam air minum dengan prestasi dan kemampuan berfikir anak-anak sekolah dasar. Hasilnya adalah pajanan mangan berhubungan secara signifikan dengan nilai-nilai ujian siswa jika dibandingkan dengan pajanan logam lainnya seperti arsen. Sehingga disimpulkan bahwa mangan dapat bersifat neurotoksik bagi manusia (Khan, 2011).

2.1.4 Mekanisme Pajanan ke Manusia

Mangan memiliki dua jalur pajanan ke dalam tubuh manusia, yaitu melalui udara (saluran pernafasan) dan bahan makanan (sistem gastrointestinal). Informasi mengenai pajanan mangan melalui saluran pernafasan masih sangat terbatas. Terkadang pajanan mangan melalui udara sering diabaikan karena ukuran partikel yang dapat menembus pembuluh kapiler dalam paru-paru harus sangat kecil (kurang dari sepuluh micrometer). Ukuran ini sangat jarang dimiliki oleh partikel-partikel logam.

Di dalam tubuh akan terjadi proses toksikokinetik, yaitu serangkaian peristiwa absorpsi, distribusi, metabolisme, dan ekskresi. Proses absorpsi dapat terjadi melalui saluran pernafasan, pencernaan, dan kulit. Dalam penelitian sebelumnya diketahui bahwa absorpsi mangan tercepat adalah melalui jalur inhalasi kemudian diikuti oleh jalur pencernaan. Sementara itu absorpsi melalui kulit sangat jarang terjadi dan umumnya dalam jumlah sangat kecil jika terjadi absorpsi melalui kulit.

Apabila mangan masuk melalui jalur pernafasan maka akan langsung diserap oleh jaringan epitel yang ada di hidung dan tenggorokan. Setelah itu langsung diantarkan ke otak melalui jaringan saraf hidung. Namun apabila mangan masuk melalui jalur pencernaan akan diserap seperti proses penyerapan nutrisi, yaitu melalui usus. Proses absorpsi melalui saluran pencernaan rata-rata dapat menyerap mangan dengan konsentrasi 7,7% dari total mangan yang masuk ke dalam tubuh. Setelah itu mangan akan berikatan kompleks dengan plasma darah dan akan didistribusikan ke seluruh tubuh. Namun, umumnya konsentrasi mangan yang dapat masuk dan beredar ke dalam sistem transportasi tubuh apabila masuk melalui saluran pencernaan tidak banyak karena sebagian akan dieliminasi oleh hati.

Proses absorpsi mangan melalui jalur pencernaan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi mangan yang diabsorpsi melalui saluran pencernaan bergantung pada jumlah konsumsi besi (Fe) dan kalsium (Ca). Apabila seseorang mengalami defisiensi besi dan kalsium maka dapat meningkatkan proses absorpsi mangan. Faktor lainnya yang mempengaruhi adalah jenis makanan yang dikonsumsi sehari-hari.

Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahan-bahan seperti seperti serat, teh, dan alkohol dapat memengaruhi laju absorpsi mangan melalui saluran pencernaan manusia.

Hasil penelitian Sumino et al (1975) menyebutkan bahwa setelah proses absorpsi kemudian mangan akan masuk dan didistribusikan melalui saluran pembuluh darah. Mangan dalam bentuk trivalent akan dioksidasi menjadi bentuk divalent. Setelah itu mangan divalent akan berikatan dengan transferrin. Ikatan antara mangan divalent dengan transferrin akan membentuk protein kompleks yang tidak bisa langsung diekskresikan oleh hati. Oleh karena itu bentuk ikatan ini akan diantarkan dan disimpan dalam organ-organ deposit dan organ target mangan. Umumnya mangan akan terdistribusi merata di seluruh jaringan tubuh. Namun dalam beberapa penelitian terlihat bahwa konsentrasi mangan akan lebih tinggi di jaringan hati, ginjal, pankreas, dan adrenalin (EPA, 2004). Konsentrasi menengah sering dijumpai di daerah otak, jantung, dan paru-paru (ATSDR, 2000). Sedangkan konsentrasi paling rendah ditemukan dalam jaringan tulang dan lemak. Mena (1974) menyebutkan bahwa faktor yang memengaruhi distribusi mangan adalah usia. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa distribusi mangan melalui darah ke otak pada neonatus lebih cepat empat kali jika dibandingkan pada orang dewasa (EPA, 2004)

Mangan tidak mengalami perubahan selama proses metabolisme dalam tubuh seperti unsur logam lainnya. Adapun yang terjadi adalah konversi Mn(II) menjadi Mn(III) dengan menggunakan beberapa jenis enzim. Salah satu katalis yang membantu dalam proses konversi Mn(II) menjadi Mn(III) adalah *globulin protein cerulopsamin*. Mangan yang masuk ke dalam tubuh umumnya berupa ion bebas. Namun begitu masuk ke dalam tubuh akan berikatan dengan ligan-ligan baik organik maupun nonorganik. Bentuk ikatan antara mangan dengan ligan ini meliputi (1) molekul-molekul ringan seperti bikarbonat, (2) senyawa kompleks dengan albumin, dan (3) ikatan kompleks dengan protein seperti transferrin dan makroglobulin. Mangan juga memiliki peran penting dalam proses reaksi-reaksi enzimatik seperti hidrolase, kinase, dan transferase.

Sebagian besar mangan yang ada dalam tubuh akan dikeluarkan bersama dengan feses. Hal ini dikarenakan feses akan mengandung cairan empedu yang di

dalamnya terdapat sisa mangan yang tidak digunakan untuk proses enzimatik tubuh. Dalam proporsi yang kecil mangan juga dikeluarkan melalui urin (0,1-2%). Bagian tubuh yang juga berkontribusi dalam mengekskresikan mangan adalah keringat, rambut, dan ASI. Waktu paruh mangan dalam tubuh berkisar antara 13-37 hari (WHO, 1981).

2.2 Iritasi Saluran Pernafasan/Infeksi Saluran Pernafasan Akut

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) adalah infeksi yang terjadi pada saluran nafas manusia yang berlangsung paling lama selama 14 hari. Istilah ISPA diambil dari padanan kata bahasa Inggris yaitu *acute respiratory infection*. Terdapat dua istilah penting dalam penyakit ISPA yaitu infeksi dan saluran nafas. Infeksi adalah masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh dan berkembang biak sehingga menimbulkan penyakit. Saluran pernafasan adalah organ-organ yang bermula dari hidung hingga alveoli beserta dengan aneksanya yang meliputi sinus, rongga telinga tengah, dan pleura (Departemen Kesehatan Ditjen PPM dan PLP, 2000).

Pada tahun 2002 di seluruh dunia WHO mencatat terdapat 94.037.000 kasus ISPA baru dengan jumlah kematian sebanyak 3,9 juta jiwa. Sedangkan pada tahun 2000 terdapat 1,9 juta kasus kematian akibat ISPA. Hal ini menunjukkan terjadinya tren peningkatan kematian akibat kasus ISPA selama kurun waktu 2 tahun. Kasus kematian terbanyak akibat ISPA pada tahun 2000 terdapat di Benua Afrika dan Asia Tenggara, yaitu sebesar 70% dari total kematian akibat ISPA di seluruh dunia (*Acute Respiratory*, 2011).

ISPA sangat banyak ditemui di negara-negara berkembang. Data menyebutkan bahwa terdapat 1,9 juta kematian akibat ISPA yang terjadi di negara berkembang, 20% di antaranya ditemukan di Negara India (Broor, 2007). Negara berkembang lainnya yang mengalami permasalahan serius akibat ISPA adalah Sudan. Laporan mingguan yang ada di sana menunjukkan bahwa ISPA merupakan penyakit tertinggi yang dialami oleh anak-anak dan memiliki tren yang meningkat di distrik Darfur. Insiden Rate (IR) ISPA tertinggi adalah di pekan ke 21 di wilayah Darfur Utara dengan nilai Insiden Rate 40,7 kasus/10.000

penduduk (FMOH of the Government of Sudan and World Health Organization , 2011).

ISPA merupakan masalah kesehatan yang cukup serius bagi Indonesia. Hal ini dikarenakan ISPA merupakan penyebab kematian terbesar pada bayi dan balita sejak tahun 2005. Hasil survey mortalitas subdit ISPA tahun 2005 menunjukkan bahwa pneumonia adalah penyebab terbesar kasus kematian pada bayi, yaitu mencapai 22,30% dari total seluruh kematian bayi yang ada. Hal ini juga terjadi pada kasus kematian balita dengan persentase kematian sebesar 23,60% dari total keseluruhan kematian balita di Indonesia pada tahun 2005. Hasil studi mortalitas riskesdas 2007 menunjukkan bahwa kematian bayi akibat ISPA pneumonia meningkat menjadi 23,8% sedangkan pada balita turun menjadi 15,5% (Kementerian Kesehatan RI, 2010).

Infeksi Saluran Pernafasan Akut memiliki banyak penyebab. Sebagian besarnya diakibatkan oleh infeksi oleh virus. Sekitar 25-30% kejadian ISPA saluran nafas atas disebabkan oleh infeksi rhinovirus. Respiratory Syncytial Viruses (RSVs), parainfluenza, dan virus influenza berperan setidaknya 25-35% dari seluruh kasus ISPA yang ada. Sisanya disebabkan oleh infeksi virus yang masih belum bisa teridentifikasi. Sedangkan untuk ISPA yang menyerang saluran pernafasan bagian bawah selain disebabkan oleh virus dapat juga disebabkan oleh bakteri. Bakteri yang biasanya menyebabkan ISPA saluran nafas bagian bawah adalah *Streptococcus pneumonia*, *Mycoplasma pneumonia*, dan *Chlamydia pneumonia*. Semua bakteri tersebut menyebabkan ISPA jenis pneumonia (The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 2006).

Selain disebabkan oleh agent biologis, ISPA juga dapat disebabkan oleh pajanan zat kimia seperti karbon monoksida (CO). ISPA yang disebabkan oleh pajanan logam atau zat kimia disebut iritasi saluran nafas. Sebab istilah infeksi khas dipakai untuk pajanan mikroorganisme. Sebuah penelitian yang dilakukan pada anak usia sekolah dasar di Ekuador menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi CO dalam darah (HbCO) dengan kejadian ISPA pada anak usia sekolah dasar. Anak-anak dengan kadar HbCO di atas batas normal yaitu 3,25% memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA (95% CI = 1,65-6,38) (Estrella, 2005).

Kasus ISPA dalam jumlah besar di suatu komunitas juga dapat diakibatkan oleh pajanan partikulat, termasuk di dalamnya adalah unsure logam seperti mangan. Pada tahun 1939 dilaporkan terjadi peningkatan angka kesakitan dan kematian akibat pneumonia lobaris di Norway. Peningkatan ini berhubungan secara signifikan dengan kegiatan produksi alloy mangan di sekitar daerah tersebut. Hasil studi lainnya yang dilakukan selama 4 tahun pada suatu populasi menunjukkan bahwa pajanan mangan dalam melalui udara dengan konsentrasi 1 mg/m^3 berhubungan dengan peningkatan kasus ISPA (WHO, 1981).

ISPA juga dipengaruhi oleh status pemberian Air Susu Ibu (ASI) eksklusif saat bayi. Suatu hasil penelitian menunjukkan bahwa anak-anak yang mendapatkan ASI eksklusif selama enam bulan memiliki risiko yang lebih kecil untuk mendapatkan ISPA jika dibandingkan dengan anak-anak yang tidak diberikan ASI eksklusif. Jika ditelusuri lebih lanjut anak yang diberikan ASI eksklusif secara parsial memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terkena ISPA jika dibandingkan anak yang diberikan ASI eksklusif secara penuh selama enam bulan (Mihirshahi, Oddy, Peat, & Kabir, 2008).

Dalam penelitian lainnya terlihat bahwa ISPA dapat disebabkan oleh perpaduan beberapa faktor (*multiple causes*). Variabel-variabel yang dapat menjadi faktor risiko ISPA antara lain fasilitas sanitasi, status sosial ekonomi, dan jenis kelamin. Sedangkan variabel lainnya yang berupa status ekonomi keluarga dan fasilitas pembuangan limbah tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA (Siziya, Muula, & Rudatsikira, 2009).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kejadian ISPA, antara lain adalah kondisi rumah. Faktor rumah sehat yang dapat mempengaruhi kejadian ISPA antara lain jenis lantai, jenis dinding, kepadatan hunian, dan jenis bahan bakar yang digunakan. Dari semua faktor tersebut, kepadatan hunian rumah adalah yang dianggap paling berpengaruh terhadap kejadian ISPA (Wati, 2005).

Imunisasi juga memiliki pengaruh terhadap kejadian ISPA. Hasil penelitian Purwana (1999) menyebutkan bahwa imunisasi dasar yang meliputi DPT 3 kali, polio 3 kali, BCG 1 kali, dan campak 1 kali yang diberikan kepada balita sebelum berumur 1 tahun dapat mengurangi angka kesakitan dan kematian bayi dan anak sebesar 80-90% (Lindawaty, 2010).

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah melakukan klasifikasi terhadap ISPA sesuai dengan kelompok usia dan gejala yang dialami oleh pasien. Gejala ISPA sesuai dengan jenis ISPA yang diderita dapat dilihat dalam tabel 2.1 sebagai berikut (Abdullah, 2003) :

Tabel 2.1 Gejala Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) berdasarkan kelompok usia dan jenis ISPA yang dialami oleh penderita

Kelompok Usia	Jenis ISPA	Gejala
2 bulan – 5 tahun	Bukan Pneumonia	Batuk pilek biasa (<i>common cold</i>), pernafasan biasa, tidak ditemukan tarikan dinding dada bagian bawah ke dalam (<i>chest indrawing</i>)
	Pneumonia	Batuk disertai nafas cepat (≥ 50 kali/menit pada anak usia 2 bulan-12 bulan dan ≥ 40 kali/menit pada anak usia 12 bulan-5 tahun), tidak terdapat gejala <i>chest indrawing</i>
	Pneumonia Berat	Batuk disertai dengan gejala <i>chest indrawing</i> dan tanda bahaya
< 2 bulan	Bukan Pneumonia	Bayi menderita batuk pilek (<i>common cold</i>), tidak terdapat sesak nafas atau kecepatan nafas < 60 kali/menit atau tidak ditemukan <i>chest indrawing</i> .
	Pneumonia Berat	Bayi menderita batuk pilek (<i>common cold</i>) disertai nafas cepat > 60 kali/menit atau dengan atau tanpa gejala <i>chest indrawing</i> dan terdapat tanda bahaya

Sumber : *World Health Organization (1990) dalam Abdullah (2003)*

ISPA adalah penyebab utama bagi sebagian besar orang untuk melakukan atau mencari pelayanan medis. ISPA menyebabkan morbiditas/kesakitan yang besar dan memberikan dampak ekonomi yang besar bagi masyarakat. Diperkirakan lebih dari 27 juta kunjungan poliklinik untuk keluhan sakit tenggorokan setiap tahun. Banyak hari-hari produktif yang hilang akibat ISPA baik untuk bekerja maupun untuk sekolah. Pada kondisi tertentu, misalnya pada kasus difteri dapat mengancam kehidupan (Shulman, Phair, & Sommers, 2004).

Dalam keadaan gawat darurat ISPA dapat mengakibatkan kesakitan dan kematian bagi para pengungsi. Sebuah hasil penelitian *systematic review* menunjukkan bahwa ISPA adalah penyebab utama naiknya angka kesakitan dan kematian pada saat bencana, baik pada saat fase bencana terjadi maupun pada saat fase respon darurat. Dampak paling besar terlihat pada populasi bayi dengan usia kurang dari 12 bulan. Namun ISPA juga menjadi penyebab kedua peningkatan angka kesakitan dan kematian pada pengungsi dewasa (Bellos, Mulholland, O'Brien, Qazi, Gayer, & Checci, 2010).

2.3 Hubungan Konsentrasi Mangan di Udara Ambien dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Penelitian dengan menggunakan hewan percobaan tikus menunjukkan hasil bahwa pajanan akut mangan dapat mengakibatkan gangguan pada saluran pernafasan. Perubahan akibat inflamasi pada saluran nafas terlihat pada tikus percobaan yang diberikan mangan dioksida dengan konsentrasi $0,3 \text{ mg/m}^3$ selama 5-6 jam/hari. Pajanan dengan zat yang sama dan konsentrasi $0,7 \text{ mg/m}^3$ menyebabkan munculnya bintik-bintik pada hasil radiografi paru-paru monyet percobaan (WHO, 1981).

Pada penelitian yang dilakukan pada pekerja tambang mangan terlihat bahwa terjadi peningkatan insiden kasus pneumonia pada pekerja tambang mangan. Namun hingga saat ini belum dapat ditegakkan suatu kepastian hubungan antara konsentrasi pajanan dengan kejadian pneumonia. Hal ini dikarenakan distribusi ukuran partikel dan jenis senyawa mangan jauh lebih berpengaruh terhadap kasus ISPA dibandingkan dengan konsentrasinya (WHO, 1981). Partikel mangan yang terhirup oleh pekerja tambang mangan dapat menempel pada saluran pernafasan bagian atas atau langsung masuk ke dalam paru-paru. Mangan tidak mengalami akumulasi dalam saluran pernafasan, sehingga tidak dijumpai gangguan saluran nafas kronis pada kasus pemajanan mangan. Kasus yang biasanya terlihat pada pajanan mangan adalah edema pada trakea, bronkus, dan bronkiolus (*Faktor Risiko*, 2011).

Efek merugikan dari pajanan mangan di udara telah dilaporkan pada sebuah populasi yang berdomisili di wilayah yang dekat dengan tempat

pengolahan mangan oleh WHO. Peningkatan angka kesakitan dan kematian akibat pneumonia lobar dilaporkan di Norway pada tahun 1939. Wilayah dengan peningkatan angka kesakitan dan kematian memiliki tempat pengolahan ferro dan silicomanganese. Kasus kematian berhubungan dengan jumlah alloy mangan yang dihasilkan. Mangan ditemukan dalam udara ambient berupa Mn(II dan III) dan bentuk oksidanya (Mn_3O_4) dengan konsentrasi $45 \mu g/m^3$.

Dalam studi lainnya WHO melaporkan bahwa terdapat hubungan antara pajanan mangan melalui udara dengan peningkatan prevalensi gejala gangguan saluran hidung dan tenggorokan. Selain itu juga nampak gangguan fungsi saluran pernafasan bawah pada anak-anak yang terpajan mangan melalui udara. Peningkatan ini terjadi pada kondisi udara dengan konsentrasi mangan $4-7 \mu g/m^3$ dengan waktu pajanan rata-rata selama 5 hari jika dibandingkan dengan anak-anak yang tidak terpajan oleh mangan. Pada penelitian lainnya terlihat bahwa pajanan mangan melalui udara dengan konsentrasi yang kecil ($1 \mu g/m^3$) dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan kasus ISPA (WHO, 1981).

Sebuah hasil penelitian dengan disain eksperimental pada hewan percobaan berupa monyet menunjukkan hasil bahwa pajanan mangan sulfat dengan konsentrasi $1,5 mg/m^3$ selama 15 hari pajanan atau lebih berhubungan dengan peningkatan konsentrasi mangan di paru-paru. Peningkatan konsentrasi ini lebih lanjut menyebabkan bronkiolitis subakut dan inflamasi saluran alveolar (Insiden=4/4; $p<0,05$) serta proliferasi pada bronkus (Insiden=3/4; $p<0,05$). Kejadian bronkiolitis dan inflamasi saluran alveolar terlihat menghilang setelah waktu pajanan 45 hari. Hal ini mengindikasikan bahwa pajanan subkronik mangan tidak berpengaruh pada ISPA. Hasil ini diperkirakan dapat diterapkan pada manusia karena manusia dan monyet memiliki susunan anatomi paru-paru yang sama serta sensitivitas terhadap asap rokok, debu, dan ozon pada bagian bronkus, dan saluran nafas spesifik lainnya sama antara manusia dengan monyet (Dorman, Struve, Gross, Wong, & Howroyd, 2005).

BAB 3

KERANGKA KONSEPSIONAL

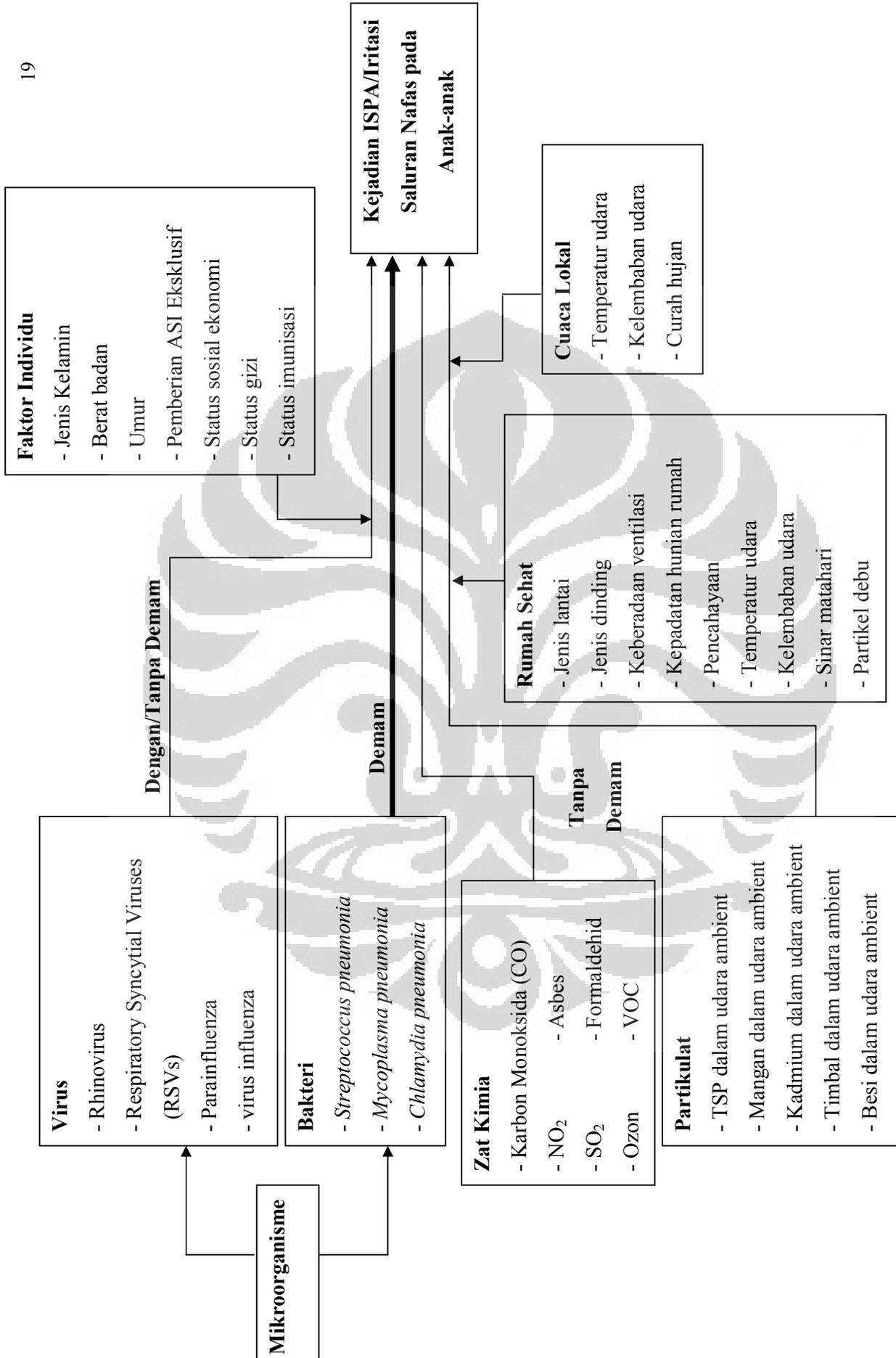
3.1 Kerangka Teori

World Bank dalam *Diseases Control Priorities in Developing Countries* menguraikan bahwa kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) disebabkan oleh agent biologi yang dapat berupa virus maupun bakteri. Contoh dari bakteri yang dapat mengakibatkan ISPA adalah *Streptococcus pneumonia*, *Mycoplasma pneumonia*, dan *Chlamydia pneumonia*. Sedangkan virus yang dapat mengakibatkan ISPA antara lain rhinovirus, Respiratory Syncytial Viruses (RSVs), parainfluenza, dan virus influenza (World Bank, 2006).

Dalam penelitian lainnya yang dilakukan oleh Estrella dkk diketahui bahwa beberapa senyawa kimia dapat mengakibatkan ISPA atau iritasi saluran nafas. Senyawa kimia yang dianggap paling berpengaruh terhadap ISPA atau iritasi saluran nafas adalah karbon monoksida (CO). Namun di samping itu NO₂ dan SO₂ juga dapat menyebabkan iritasi pada saluran nafas (Estrella, et. al., 2005).

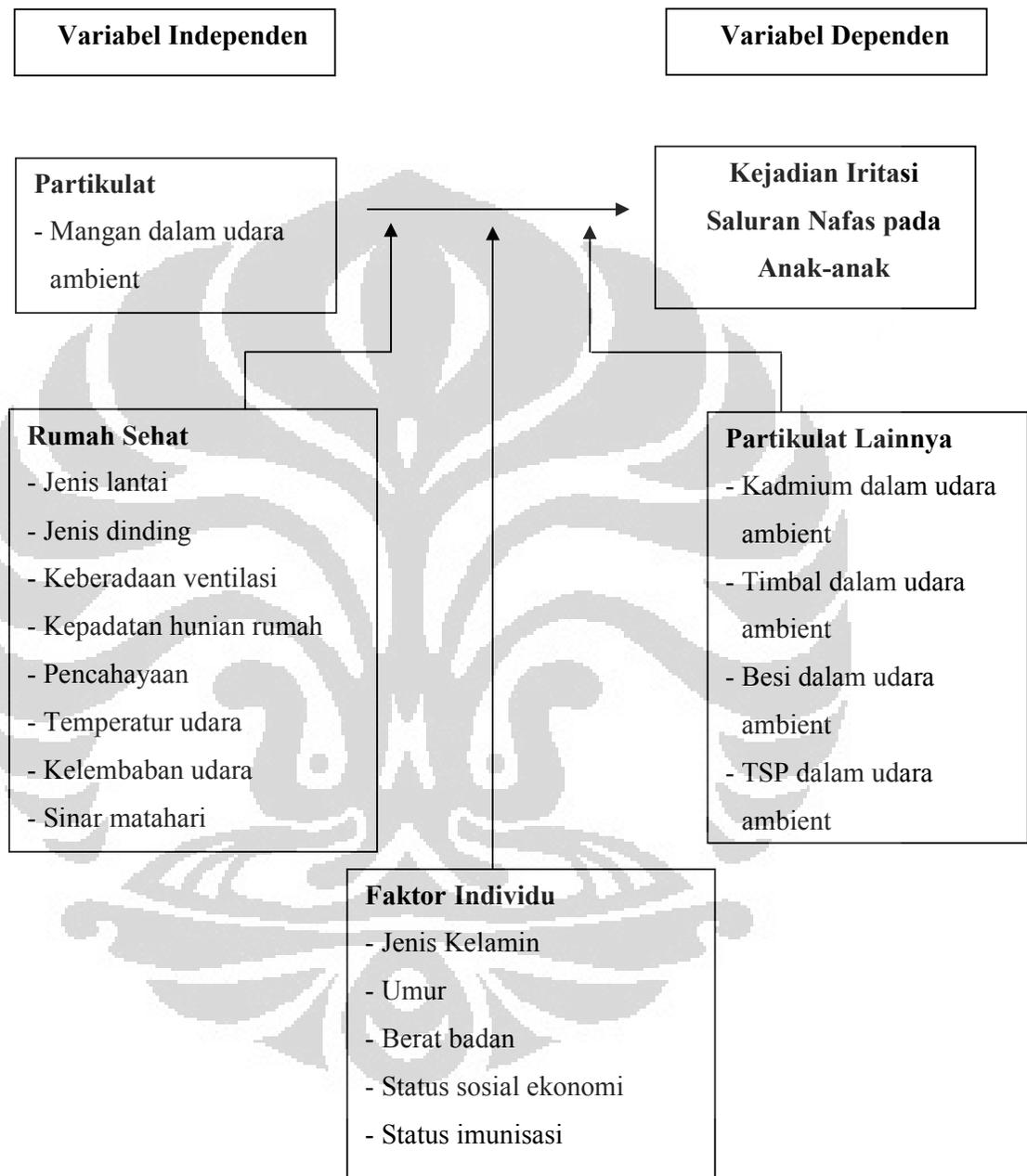
Teori lainnya yang dikembangkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyebutkan bahwa ISPA atau iritasi saluran nafas dapat diakibatkan oleh paparan partikulat, di antaranya oleh partikulat mangan (WHO, 1981). Namun selain mangan partikulat lain yang dapat mengakibatkan iritasi saluran nafas adalah timbal, besi, dan kadmium (Alonemisery, 2011).

Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi kejadian ISPA atau iritasi saluran nafas adalah rumah sehat. Yang termasuk ke dalam komponen rumah sehat yang dapat mempengaruhi kejadian ISPA atau iritasi saluran nafas adalah jenis lantai, jenis dinding, keberadaan ventilasi, kepadatan hunian, dan jenis bahan bakar yang digunakan (Wati, 2005).



Gambar 3.1 Kerangka Teori Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian ISPA, Hasil Modifikasi Teori World Bank (2006), Estrella et. al. (2005), WHO (1981), Alonemistry (2011), Wati (2005), Mihrshahi et al. (2008), Siziya et al. (2009)

3.2 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3.2 Kerangka Konsep Penelitian Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambient dan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan (Studi Kohort Prospektif pada Anak-Anak Usia 6 sampai 12 Tahun di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur 2011)

Dari kerangka teori yang ada penulis melakukan simplifikasi karena konsentrasi mangan dalam udara ambient adalah faktor yang memiliki pengaruh cukup besar di samping agent biologi dan kimia dalam kejadian ISPA atau iritasi saluran nafas. Kemudian faktor lain yang juga berpengaruh besar terhadap penyebaran iritasi saluran nafas adalah faktor rumah sehat yang meliputi jenis lantai, jenis dinding, keberadaan ventilasi, kepadatan hunian rumah, pencahayaan, temperature udara, kelembaban udara, dan sinar matahari. Faktor lainnya yang memiliki peran dalam interaksi antara mangan dengan iritasi saluran nafas adalah cuaca lokal yang meliputi temperatur udara, kelembaban udara, dan curah hujan serta keberadaan partikulat lain yang berupa kadmium, timbal, besi, dan TSP. Di samping itu, faktor lainnya yang peneliti anggap dapat mempengaruhi hubungan mangan dalam udara ambient dan kejadian iritasi saluran nafas adalah faktor individu yang meliputi jenis kelamin, status sosial ekonomi, dan status imunisasi anak. Alasan lain penulis melakukan simplifikasi adalah peneliti hanya ingin mengetahui hubungan konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran nafas, sehingga penelitian yang akan dilakukan akan lebih spesifik dan fokus. Pada kerangka konsep peneliti telah menetapkan dua variabel yang ada, yaitu konsentrasi mangan dalam udara ambient sebagai variabel independen dan iritasi saluran pernafasan sebagai variabel dependen.

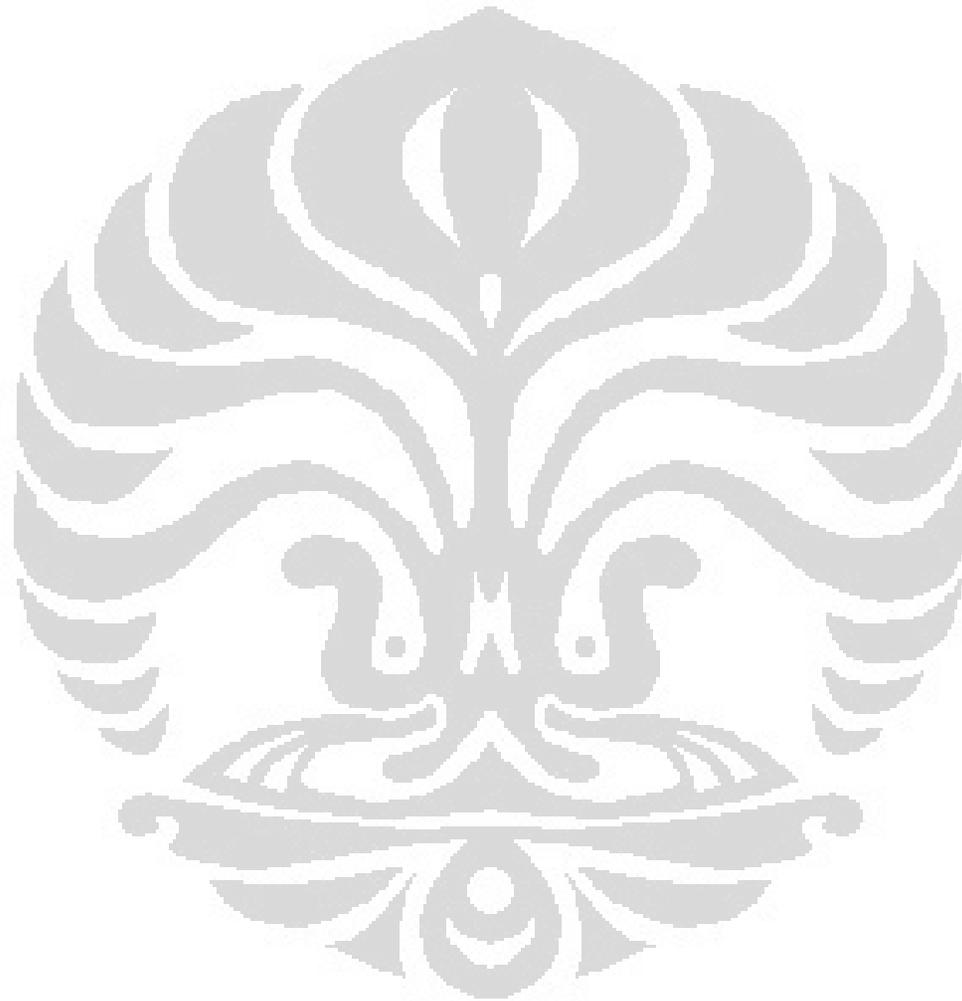
Tabel 3.1 Definisi Operasional dalam Penelitian

No	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1	Iritasi saluran nafas	Penyakit yang ditandai dengan keluhan batuk dan atau pilek dan atau batuk pilek dan atau sesak nafas karena hidung tersumbat tanpa disertai demam (Wati, 2005). Anak dikatakan menderita Iritasi saluran nafas jika mengalami atau menunjukkan satu atau lebih gejala tersebut dalam jangka waktu 2 minggu ke belakang atau ketika peneliti melakukan observasi	Wawancara	Kuesioner	0. Tidak menderita 1. Menderita	Nominal
2	Konsentrasi mangan dalam udara ambient	Nilai numeric konsentrasi mangan yang ditemukan dalam udara ambient di lokasi pengambilan sampel. Dinyatakan dalam satuan mg/m^3	Pengukuran	High Volume Sampler	Nilai numeric konsentrasi mangan dalam mg/m^3	Rasio
3	Jenis lantai rumah	Jenis bahan yang digunakan untuk menutupi lantai rumah terluas (Wati, 2005).	Observasi lapangan dan wawancara	Kuesioner	1. Keramik, marmer, tegel, plester, kayu/papan 2. Batu atau tanah	Nominal
4	Jenis dinding rumah	Jenis bahan yang digunakan untuk menutupi dinding rumah terluas (Wati, 2005).	Observasi lapangan dan wawancara	Kuesioner	1. Tembok, setengah tembok, atau kayu 2. Bambu atau anyaman bambu	Nominal

No	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
5	Ventilasi dalam rumah	Lubang keluar masuknya udara baik yang bersifat tetap maupun sementara (lubang udara kecuali pintu) dengan membandingkan luas ventilasi dengan luas lantai (Wati, 2005)	Pengukuran dan wawancara	Meteran, kalkulator, dan kuesioner	1. Tidak memenuhi syarat ($<10\%$ luas lantai) 2. Memenuhi syarat ($\geq 10\%$ luas lantai)	Ordinal
6	Kepadatan hunian rumah	Luas lantai dibagi dengan jumlah seluruh penghuni rumah. Nilai ideal adalah minimal $3,5 \text{ m}^2$ per orang (Abdullah, 2003)	Pengukuran dan wawancara	Meteran, kalkulator, dan kuesioner	1. Kepadatan rendah/ideal ($\geq 3,5 \text{ m}^2/\text{orang}$) 2. Kepadatan tinggi ($< 3,5 \text{ m}^2/\text{orang}$)	Ordinal
7	Pencahayaan	Penerangan di dalam rumah yang biasa digunakan untuk aktivitas sehari-hari seperti membaca dan menulis	Observasi lapangan dan Wawancara	Kuesioner	1. Alamiah (matahari) 2. Buatan (listrik, patromak, aladin, pelita atau senter)	Nominal
8	Temperatur udara	Ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul (BMKG).	Pengukuran dan observasi data sekunder	Termometer	Nilai numerik temperatur udara dalam satuan $^{\circ}\text{C}$	Interval
9	Kelembaban udara	Banyaknya uap air yang berada di udara (BMKG)	Pengukuran dan observasi data sekunder	Higrometer	Nilai numerik kelembaban udara dalam satuan %	Interval
10	Penyinaran matahari	Banyaknya cahaya sinar matahari yang masuk ke dalam rumah pada siang hari dengan memperhitungkan tempat yang paling sering dihuni oleh sampel (ruang keluarga atau ruang tengah)	Pengukuran	Luxmeter	Nilai numerik temperatur udara dalam satuan lux	Interval

No	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
11	Konsentrasi kadmium dalam udara ambient	Nilai numeric konsentrasi kadmium yang ditemukan dalam udara ambient di lokasi pengambilan sampel. Dinyatakan dalam satuan mg/m^3	Pengukuran	High Volume Sampler	Nilai numeric konsentrasi kadmium dalam mg/m^3	Rasio
12	Konsentrasi timbal dalam udara ambient	Nilai numeric konsentrasi timbal yang ditemukan dalam udara ambient di lokasi pengambilan sampel. Dinyatakan dalam satuan mg/m^3	Pengukuran	High Volume Sampler	Nilai numeric konsentrasi timbal dalam mg/m^3	Rasio
13	Konsentrasi besi dalam udara ambient	Nilai numeric konsentrasi besi yang ditemukan dalam udara ambient di lokasi pengambilan sampel. Dinyatakan dalam satuan mg/m^3	Pengukuran	High Volume Sampler	Nilai numeric konsentrasi besi dalam mg/m^3	Rasio
14	Konsentrasi TSP dalam udara ambient	Nilai numeric konsentrasi TSP yang ditemukan dalam udara ambient di lokasi pengambilan sampel. Dinyatakan dalam satuan mg/m^3	Pengukuran	High Volume Sampler	Nilai numeric konsentrasi TSP dalam mg/m^3	Rasio
15	Jenis kelamin	Kelas atau kelompok yang terbentuk dalam jenis spesies sebagai sarana atau akibat digunakannya proses reproduksi seksual.	Wawancara	Kuesioner	0. Laki-laki 1. Perempuan	Nominal

No	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
16	Umur	Lama waktu hidup (dalam tahun) sejak dilahirkan hingga penelitian dilaksanakan	Wawancara	Kuesioner	Nilai numerik usia sampel penelitian dalam satuan tahun	Interval
17	Berat Badan	Besarnya tekanan tubuh apabila diangkat atau ditimbang; bobot tubuh (KBBI, 2011)	Pengukuran	Timbangan badan	Nilai numerik berat badan sampel penelitian dalam satuan kilogram	Interval
18	Status sosial ekonomi	Nilai komposit dari pengeluaran listrik dibagi jumlah anggota keluarga. Anggota keluarga yang dimaksud adalah yang bertempat tinggal dalam satu rumah yang sama dan menjadi tanggung jawab kepala keluarga. Pengeluaran listrik adalah besarnya uang dalam rupiah yang digunakan untuk membayar iuran listrik	Wawancara	Kuesioner	Nilai dalam rupiah	Rasio
19	Status imunisasi	Jumlah dan jenis imunisasi yang pernah diberikan kepada anak. Dikatakan telah mendapatkan imunisasi lengkap jika telah mendapatkan 11 jenis (BCG, Hepatitis B 1-3, DPT 1-4, dan polio 1-3)	Wawancara	Kuesioner	1. Lengkap, bila imunisasi \geq 11 imunisasi 2. Tidak lengkap, bila imunisasi $<$ 11 imunisasi	Ordinal



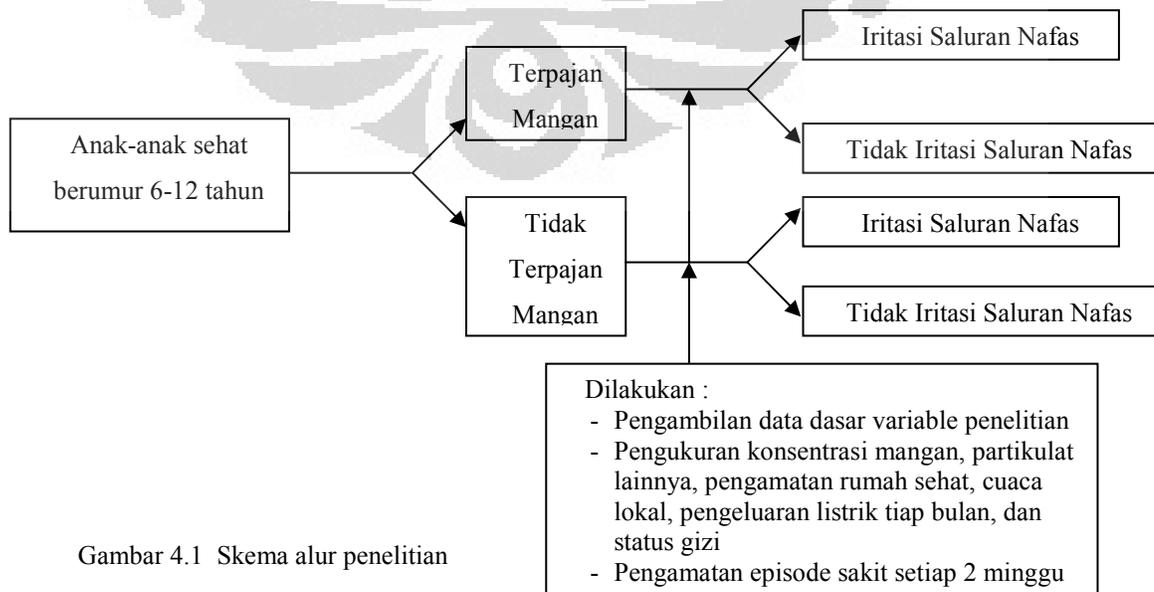
BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Studi

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis rancangan penelitian *Prospective Cohort Study*. Disain studi *Prospective Cohort* adalah disain penelitian epidemiologi yang memiliki arah penalaran ke depan (*straightforward*). Penelitian *Prospective Cohort* dilakukan untuk mengukur dan biasanya untuk membandingkan insidens penyakit dalam satu atau lebih kohort. Dalam epidemiologi yang dimaksud dengan kohort mengacu kepada sekelompok orang yang memiliki pengalaman atau kondisi yang sama (Rothman dan Greenland, 1996). Karena dalam penelitian ini dilihat pengaruh konsentrasi mangan dalam udara ambient (*exposure*) terhadap jumlah kejadian iritasi saluran pernafasan (*outcome*) maka peneliti menganggap bahwa disain studi *Prospective Cohort* adalah disain studi yang paling tepat digunakan dalam penelitian ini.

Pada penelitian ini sampel dikelompokkan berdasarkan kondisi terpajan mangan dan tidak terpajan mangan. Kemudian sampel dari kedua kelompok diikuti selama 2 bulan untuk membandingkan kejadian iritasi saluran pernafasan pada kedua kelompok tersebut. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Skema alur penelitian

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

4.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di dua tempat yang berbeda, yaitu Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur dan Desa Wangkung, Kabupaten Manggarai. Kedua lokasi berada di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Desa Satar Punda diasumsikan sebagai daerah yang terpajan oleh mangan karena terdapat aktivitas pertambangan mangan dan memiliki konsentrasi mangan dalam udara ambient yang telah melewati nilai baku mutu. Sedangkan Desa Wangkung diasumsikan sebagai daerah yang tidak terpajan oleh mangan karena nilai konsentrasi mangan dalam udara ambient yang masih berada di bawah nilai baku mutu. Perbedaan status keterpajanan telah dibuktikan dengan pengukuran secara langsung terhadap udara ambient di kedua wilayah. Uji statistik (*t-test*) juga membuktikan kedua daerah tersebut memiliki perbedaan rata-rata konsentrasi debu mangan dalam udara ambient dengan nilai $p < 0,05$.

4.2.2 Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September tahun 2011 (pengamatan dilakukan selama 2 bulan).

4.3 Rancangan Sampel

4.3.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua anak-anak berusia 6 tahun sampai 12 tahun yang terdapat di Desa Satar Punda, Kabupaten Manggarai Timur dan Desa Wangkung, Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur.

4.3.2 Perhitungan Sampel

Karena dalam penelitian ini dilaksanakan pengumpulan data primer terkait kasus iritasi saluran pernafasan pada anak-anak, maka harus diketahui terlebih dahulu besar proporsi yang digunakan untuk penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan iritasi saluran pernafasan. Nilai proporsi ini diambil dari hasil penelitian sebelumnya. Beberapa penelitian yang telah berhasil mengukur faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Besar Sampel yang Digunakan dalam Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Variabel	Proporsi	N (Σ Populasi)	n (Σ Sampel)
Beben Saiful Bahri (2008)	Pajanan PM ₁₀ dan Kejadian iritasi saluran pernafasan	28,8%	45.527	313
Gertrudis T (2010)	Partikulat PM ₁₀ dalam udara ambient dan Kejadian iritasi saluran pernafasan	27,4%	Seluruh balita	303
Lindawaty (2010)	Partikulat PM ₁₀ dalam udara ambient dan Kejadian iritasi saluran pernafasan	19,2%	10.398	90

Berdasarkan tabel di atas peneliti menggunakan besar proporsi 28,8%. Hal ini dikarenakan proporsi 28,8% dapat memberikan jumlah sampel yang paling banyak jika dibandingkan dengan besar proporsi di penelitian lainnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Handajani (2004) mengenai pajanan PM₁₀ terhadap ISPA, diketahui bahwa pajanan PM₁₀ dalam kadar tinggi dapat meningkatkan risiko kejadian ISPA 2,66 kali lebih besar dibandingkan dengan pajanan dalam kadar rendah pada anak-anak sekolah dasar. Sementara itu penelitian lainnya oleh Munziah (2002) menyatakan bahwa kadar PM₁₀ yang tinggi terbukti menimbulkan gejala gangguan

pernafasan pada balita 2,94 kali dibandingkan kadar PM_{10} yang rendah (Handajani, 2004). Dari kedua hasil penelitian tersebut maka ditetapkan nilai $RR = 2$ digunakan dalam penelitian ini dengan asumsi :

- Balita yang digunakan dalam penelitian Munziah (2002) jauh lebih mudah untuk menderita ISPA jika dibandingkan dengan anak-anak usia 6 sampai 12 tahun
- Mangan lebih sulit ditemukan dalam udara ambient jika dibandingkan dengan PM_{10} .

Kemudian digunakan derajat kepercayaan sebesar 95% atau $\alpha=0,05$ dan tingkat kuasa/power (β) sebesar 0,10. Setelah itu perhitungan jumlah sampel untuk masing-masing kelompok pengamatan (terpapar dan tidak terpapar) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$RR = 2$$

$$\text{Prevalensi ISPA } (P_2) = 28,8\% = 0,28$$

$$P_1 = RR \times P_2 = 2 \times 0,28 = 0,56$$

$$P = (P_1 + P_2) / 2 = (0,28 + 0,56) / 2 = 0,92$$

$$Z_{1-\alpha/2} = 1,96 ; Z_{1-\beta} = 1,28$$

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

$$n = \frac{\left[1,96 \sqrt{2 \times 0,92(1-0,92)} + 1,28 \sqrt{0,56(1-0,56) + 0,28(1-0,28)} \right]^2}{(0,56 - 0,28)^2}$$

$$n = 34,7 \text{ dibulatkan menjadi } 35 \text{ anak}$$

Karena disain penelitian *prospective cohort* dilakukan dengan mengikuti sampel mulai dari terpapar agent penyakit hingga muncul outcome maka peneliti memperkirakan kemungkinan *drop out* sampel sangat besar. Oleh karena itu penambahan sampel dilakukan sebanyak 50%. Sehingga total sampel minimal berjumlah $n = 35(1+0,5) = 53$ anak. Jumlah anak yang dijadikan sampel secara keseluruhan (terpapar mangan dan tidak terpapar mangan) menjadi 106 anak.

Responden yang diwawancarai adalah seseorang yang setiap hari bertanggungjawab sebagai pengasuh utama anak (ibu kandung, ibu tiri, atau ibu angkat).

Kriteria Inklusi Sampel

Kriteria inklusi sampel dalam penelitian ini adalah sampel yang diteliti merupakan anak-anak dalam kelompok usia enam hingga dua belas tahun ketika penelitian mulai dilaksanakan, dalam keadaan sehat, tidak sakit berat termasuk ISPA dan perawatan inap, tidak memiliki kelainan bawaan, keluarga sampel memiliki saluran listrik sendiri serta berjenis kelamin laki-laki dan perempuan. Pembuktian kondisi kesehatan anak yang akan dijadikan sampel dalam penelitian ini dilakukan oleh tenaga medis dari puskesmas.

Kriteria Eksklusi Sampel

Kriteria eksklusi sampel adalah sampel yang tidak dapat masuk ke dalam penelitian karena pada saat penelitian dilaksanakan belum berusia 6 tahun atau telah berusia lebih dari 12 tahun, berdasarkan hasil pemeriksaan tenaga medis sedang menderita penyakit saluran pernafasan termasuk TBC, serta tidak bersedia menjadi sampel dalam penelitian karena menolak menandatangani dokumen persetujuan kesediaan (*informed consent*).

4.3.3 Pengambilan Sampel

Anak-anak yang akan dijadikan sampel untuk melihat kejadian iritasi saluran pernafasan diambil dengan menggunakan metode *simple random sampling*, yaitu pemilihan secara acak berdasarkan daftar nama anak yang diperoleh dari kantor kelurahan setempat. Langkah yang pertama dalam proses pengambilan sampel adalah membuat daftar nama seluruh anak-anak berusia 6-12 tahun yang tinggal di Desa Satar Punda dan Desa Wangkung. Setelah itu daftar nama diberikan nomor dan dipilih sebagian dari mereka sesuai dengan jumlah sampel minimal yang ada. Pemilihan sampel dibantu dengan menggunakan *software* komputer. *Software* tersebut meminta peneliti untuk memasukkan jumlah subyek penelitian yang tersedia dan jumlah

sampel minimal yang digunakan. Kemudian *software* memilih nomer-nomer subyek penelitian secara acak. Apabila proses pemasukan data dilakukan berulang-ulang, nomer subyek yang terpilih juga berubah. Sehingga peneliti tidak akan dapat memperkirakan atau mengetahui siapa yang akan terpilih menjadi sampel penelitian. Anak yang terpilih sebagai responden dalam penelitian adalah yang memenuhi persyaratan yang ada dalam kriteria inklusi, yaitu berusia enam hingga dua belas tahun ketika penelitian mulai dilaksanakan, dalam keadaan sehat, tidak sakit berat termasuk ISPA dan perawatan inap, tidak memiliki kelainan bawaan, keluarga sampel memiliki saluran listrik sendiri serta berjenis kelamin laki-laki dan perempuan. Status kesehatan anak diperiksa oleh tenaga kesehatan yang ada di puskesmas terdekat. Apabila anak yang terpilih secara random oleh *software* komputer memiliki gangguan pernafasan maka sampel tersebut tidak terpilih dan dilaksanakan proses pemilihan ulang dengan prosedur yang sama untuk menggantikan responden yang tidak memenuhi kriteria inklusi.

4.4 Pengumpulan Data

4.4.1 Tahap Persiapan

Mengurus perizinan untuk melaksanakan penelitian ke Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat Provinsi Nusa Tenggara Timur, Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat Kabupaten Manggarai Timur, Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat Kabupaten Manggarai, serta Kantor Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Manggarai.

4.4.2 Pengumpulan Data Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambien

Pengumpulan data konsentrasi mangan di udara ambient dilakukan dengan menggunakan alat *High Volume Air Sampler (HVS)* Model Sibata-500. Perlengkapan lainnya yang diperlukan adalah kertas filter, pinset, amplop kertas, timbangan elektrik, decicator, kabel rol, dan sumber listrik

(generator). Cara menggunakan *High Volume Dust Sampler* adalah sebagai berikut (Departemen Kesehatan RI, 1997) :

1. Tahap Persiapan

a. Penempatan alat :

Letakkan alat pada tempat yang strategis di tempat terbuka dan bebas dari gangguan lainnya seperti :

- Alat harus berjarak > 20 meter dari pohon besar
- Jarak alat dari bangunan tinggi sekurang-kurangnya 2 kali perbedaan tinggi alat dengan bangunan tersebut
- Jauh dari incinerator atau tempat pembakaran lainnya

b. Kalibrasi *air flow control* :

Hidupkan alat, perhatikan apakah bola pelampung indicator sudah pada posisi garis skala paling atas. Kalau belum putar switch AJM hingga posisi bola pelampung tepat pada garis skala paling atas.

c. Persiapan filter :

- Mengambil filter dari kemasannya
- Memanaskan filter ke dalam oven pada temperature 100°C selama 30 menit
- Mengeluarkan filter dari oven kemudian memasukkan ke dalam decicator agar dingin kembali dan terhindar dari penyerapan uap air
- Mengeluarkan filter dari decicator dan segera lakukan penimbangan, catat berat filter (berat awal)
- Menyimpan filter pada amplop kertas untuk menghindari kerusakan

2. Tahap Pelaksanaan

- Membuka pelindung filter kemudian memasang filter pada filter holder
- Menghubungkan alat dengan sumber listrik
- Menghidupkan alat dengan cara menekan tombol switch ke posisi on

- Mengamati dan mencatat posisi bola pelampung pada *flow control* secara periodic (sekurang-kurangnya tiap 60 menit) hingga akhir proses sampling
 - Mematikan alat dan mengeluarkan filter dari filter holder
 - Melipat filter menjadi 2 bagian dengan permukaan yang mengandung debu pada bagian dalam dan memasukkannya ke dalam amplop
 - Mencatat kondisi cuaca selama sampling dengan menggunakan parameter seperti tercantum dalam lampiran.
3. Menghitung berat debu yang tertangkap
- Melakukan pemanasan filter untuk menghilangkan kandungan uap air
 - Mendinginkan filter di dalam decicator dengan cara sebagaimana perlakuan pada saat proses persiapan filter
 - Melakukan penimbangan dan mencatat berat akhir, selisih berat awal dan berat akhir adalah berat debu yang berhasil tertangkap

4. Menghitung volume udara yang terhisap

Rata-rata *flow rate* dikonversi ke dalam satuan m³/menit karena *flow rate* yang terdapat pada HVS 500 yang digunakan adalah Feet³/menit sehingga diketahui rata-rata udara yang terhisap setiap menitnya. Contoh perhitungan volume udara adalah sebagai berikut :

1 jam pertama bola pelampung pada angka	=	25 feet ³ /menit
1 jam kedua bola pelampung pada angka	=	25 feet ³ /menit
1 jam ketiga bola pelampung pada angka	=	15 feet ³ /menit
1 jam keempat bola pelampung pada angka	=	15 feet ³ /menit
Jumlah	=	80 feet ³ /menit

$$\text{Rata-rata} = \frac{80 \text{ feet}^3 \text{ per menit}}{4} = 20 \text{ feet}^3/\text{menit}$$

$$\text{atau} = 20 \text{ feet}^3/\text{menit} \times 0,3048 = 6,096 \text{ m}^3/\text{menit}$$

5. Menghitung kadar debu

a. Total debu :

Kadar debu (total) yang didapat = $\frac{\text{Berat debu tertangkap (mg)}}{\text{Volume udara terhisap (m}^3\text{)}} = \dots \text{ mg/m}^3$

b. Debu mangan :

- Menghancurkan filter yang digunakan dalam proses sampling
- Melarutkan filter ke dalam asam
- Menghitung kadar debu mangan dengan metode spektrofotometri

4.4.3 Pengumpulan Data Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan dan Rumah Sehat

Pengumpulan data kejadian iritasi saluran pernafasan dan status rumah sehat di Desa Satar Punda dan Desa Wangkung dilaksanakan sesuai dengan jumlah sampel yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun langkah-langkah survei yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

- Menetapkan jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan perhitungan lemeshow
- Menetapkan sampel yang dikunjungi untuk mengadakan wawancara terstruktur dengan memilih menggunakan metode *simple random sampling*. Anak yang terpilih sebagai responden dalam penelitian adalah yang memenuhi persyaratan yang ada dalam kriteria inklusi, yaitu berusia enam hingga dua belas tahun ketika penelitian mulai dilaksanakan, dalam keadaan sehat, tidak sakit berat termasuk ISPA dan perawatan inap, tidak memiliki kelainan bawaan, keluarga sampel memiliki saluran listrik sendiri serta berjenis kelamin laki-laki dan perempuan. Status kesehatan anak diperiksa oleh tenaga kesehatan yang ada di puskesmas terdekat. Apabila anak yang terpilih secara random oleh *software* komputer memiliki gangguan pernafasan maka sampel tersebut tidak terpilih dan dilaksanakan proses pemilihan ulang dengan

prosedur yang sama untuk menggantikan responden yang tidak memenuhi kriteria inklusi.

- Melakukan *follow up* setiap minggu selama dua bulan ke rumah responden untuk mengetahui apakah responden mengalami iritasi saluran pernafasan.
- Melakukan pengumpulan data mengenai status rumah sehat masyarakat di Desa Satar Punda dan Desa Wangkung dengan cara melakukan wawancara dengan kuesioner terstruktur dan observasi langsung ke rumah masyarakat yang terpilih sebagai sampel penelitian
- Meminta calon responden untuk menandatangani dokumen *informed cocern* terlebih dahulu sebelum wawancara dan observasi dimulai. Hal ini menjadi bukti kesediaan responden untuk dimintai keterangan dengan sukarela

4.5 Analisis Data

4.5.1 Manajemen Data

Proses manajemen data dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Mengkode data (*data coding*)
- b. Menyunting data (*data editing*)
- c. Membuat struktur data (*data structure*) dan file data (*data file*)
- d. Memasukkan data (*data entry*), dan
- e. Membersihkan data (*data cleaning*)

4.5.2 Analisis Data

4.5.2.1 Analisis Univariat

Data diolah dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis data yang dilakukan adalah bersifat kuantitatif dan deskriptif. Kegiatan manipulasi data dilaksanakan dengan bantuan software SPSS 13.0 yang ada di laboratorium komputer FKM UI. Penelitian ini menggunakan analisis data univariat untuk

mengetahui distribusi frekuensi dan analisis data bivariat untuk mengetahui hubungan antar variabel. Adapun untuk analisis univariat variabel yang dianalisis adalah sebagai berikut :

a. Konsentrasi Mangan, TSP, Timbal, Besi, dan Kadmium dalam Udara Ambient

Data mengenai konsentrasi mangan, TSP, timbal, besi, dan kadmium dalam udara ambient disajikan dalam bentuk tabel. Untuk mendapatkan gambaran variabel konsentrasi mangan dalam udara ambient tabel berisi informasi mengenai rata-rata konsentrasi mangan, TSP, timbal, besi, dan kadmium dalam udara ambient (mean) serta nilai konsentrasi mangan, TSP, timbal, besi, dan kadmium dalam udara ambient tertinggi dan terendah di setiap lokasi pengambilan sampel pajanan.

b. Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Kejadian iritasi saluran pernafasan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi. Adapun informasi dalam tabel berisi jumlah anak-anak yang positif dan negatif menderita iritasi saluran pernafasan, rata-rata (mean) kejadian iritasi saluran pernafasan di wilayah studi, serta jumlah tertinggi dan terendah kejadian iritasi saluran pernafasan di wilayah studi.

c. Rumah Sehat

Variabel rumah sehat disajikan dalam bentuk tabel dan narasi. Adapun informasi dalam tabel berisi jumlah rumah yang termasuk ke dalam rumah sehat berdasarkan kriteria dalam definisi operasional, rata-rata (mean) kejadian rumah sehat di wilayah studi, serta jumlah tertinggi dan terendah rumah sehat di wilayah studi.

d. Konsentrasi Partikulat Lain dalam Udara Ambient

Data mengenai konsentrasi partikulat lain yang meliputi kadmium, timbal, besi, dan TSP dalam udara ambient disajikan dalam bentuk tabel. Untuk mendapatkan gambaran variabel konsentrasi partikulat lainnya dalam udara ambient tabel berisi informasi mengenai rata-rata konsentrasi dalam udara ambient (mean) serta nilai konsentrasi masing-masing partikulat dalam udara ambient tertinggi dan terendah di setiap lokasi pengambilan sampel pajanan.

4.5.2.2 Analisis Bivariat

Hubungan antar variabel (bivariat) digunakan untuk melihat hubungan antara variabel konsentrasi mangan dalam udara ambient, cuaca lokal, jenis partikulat lainnya, status kesehatan individu, dan faktor status rumah sehat dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Uji yang digunakan adalah uji Chi Square dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$. Apabila nilai p (p-value) yang didapatkan lebih kecil dari nilai $\alpha = 0,05$ maka hipotesis awal (H_0) gagal untuk ditolak. Artinya variabel-variabel tersebut memiliki hubungan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel dan narasi.

Untuk mengetahui derajat hubungan antara konsentrasi mangan dalam udara (*exposure*) dan kejadian iritasi saluran nafas (*outcome*) dilihat melalui nilai Risiko Relatif (RR). Risiko Relatif adalah nilai hasil perbandingan risiko antara kelompok terpajan dan tidak terpajan. Nilai RR :

- 1 → Tidak ada hubungan antara konsentrasi mangan dalam udara dan kejadian iritasi saluran nafas (risiko kelompok terpajan sama dengan risiko kelompok tidak terpajan)
- <1 → Hubungan negatif, artinya risiko pada kelompok terpajan mangan lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok yang tidak terpajan mangan untuk mengalami iritasi saluran pernafasan

- >1 → Hubungan positif, artinya risiko pada kelompok terpajan mangan lebih besar jika dibandingkan dengan kelompok yang tidak terpajan mangan untuk mengalami iritasi saluran pernafasan

4.5.2.3 Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak di lokasi studi. Analisis statistik yang digunakan dalam analisis multivariat adalah uji regresi logistik. Pemilihan uji regresi logistik dikarenakan jenis data variabel dependen berupa data katagorik sedangkan variabel independen berupa data numerik. Karena analisis multivariat bertujuan untuk mengestimasi secara valid hubungan satu variabel utama dengan variabel dependen dengan mengontrol beberapa variabel konfounding maka model yang digunakan adalah uji regresi logistik model estimasi. Adapun tahap permodelan yang dilakukan adalah :

1. Melakukan permodelan lengkap, mencakup variabel utama, semua kandidat konfounding, dan kandidat interaksi yang dibuat antara variabel utama dengan semua variabel konfounding
2. Melakukan penilaian interaksi dengan cara mengeluarkan variabel interaksi dengan nilai p Wald yang tidak signifikan dari model secara berurutan satu per satu dari variabel dengan nilai p Wald terbesar
3. Melakukan penilaian konfounding dengan cara mengeluarkan variabel kovariat/konfounding satu per satu dimulai dari yang memiliki nilai p Wald terbesar. Apabila setelah dikeluarkan diperoleh selisih OR variabel utama antara sebelum dan sesudah variabel kovariat dikeluarkan lebih besar dari 10% maka variabel tersebut dinyatakan sebagai konfounding dan harus tetap berada dalam model.

BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum

5.1.1 Kelurahan Satar Punda

Kelurahan Satar Punda adalah salah satu kelurahan yang terdapat di Kecamatan Lamba Leda, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur dan terdiri dari 13 kampung. Pada tahun 2010 Kelurahan Satar Punda memiliki jumlah penduduk sebanyak 3902 jiwa atau 908 kepala keluarga. Jumlah penduduk laki-laki di Kelurahan Satar Punda adalah 1931 jiwa (49,5%), sedangkan jumlah penduduk perempuan adalah 1971 jiwa (50,5%). Sebagian besar penduduk di Kelurahan Satar Punda (827 KK) memiliki mata pencaharian sebagai petani (Proposal RPJM Desa Satar Punda, 2010).

5.1.2 Kelurahan Wangkung

Kelurahan Wangkung merupakan salah satu kelurahan yang terdapat di Kecamatan Reo, Kabupaten Manggarai, Provinsi Nusa Tenggara Timur yang terbagi menjadi 20 Rukun Tetangga (RT) dan 10 Rukun Warga (RW). Pada Bulan Juli 2011 Kelurahan Wangkung memiliki jumlah penduduk sebanyak 3369 jiwa atau sebanyak 738 kepala keluarga. Komposisi penduduk Kelurahan Wangkung terdiri dari 1710 jiwa (50,8%) penduduk laki-laki dan 1659 jiwa (49,2%) penduduk perempuan. Sebagian besar penduduk, yaitu sebanyak 1097 jiwa (32,6%) memiliki mata pencaharian sebagai petani (Laporan Keadaan Penduduk Kelurahan Wangkung, 2011).

5.2 Analisis Univariat

5.2.1 Konsentrasi Debu Mangan, Kadmium, Timbal, Besi, dan TSP dalam Udara Ambient

Tabel 5.1 Distribusi Konsentrasi Debu Mangan (Mn), Debu Kadmium (Cd), Debu Timbal (Pb), Debu Besi (Fe), dan Total Suspended Particulate (TSP) di Daerah Penelitian, Agustus 2011

No	Variabel	Terpapaj					Tidak Terpapaj					Baku Mutu (mg/m ³)
		Mean	SD	Min-Maks	95%CI	Mean	SD	Min-Maks	95%CI			
1	Konsentrasi Mn dalam udara ambient (mg/m ³)	2,8x10 ⁻⁴	1,3x10 ⁻⁴	9,6x10 ⁻⁵ - 5,1x10 ⁻⁴	2,5x10 ⁻⁴ - 3,2x10 ⁻⁴	2,7x10 ⁻⁵	9,3x10 ⁻⁶	1,2x10 ⁻⁵ - 3,8x10 ⁻⁵	2,4x10 ⁻⁵ - 2,9x10 ⁻⁵	5x10 ⁻⁵	(US EPA, 2011)	
2	Konsentrasi Cd dalam udara ambient (mg/m ³)	1,2x10 ⁻⁵	1,7x10 ⁻⁶	9,7x10 ⁻⁶ - 1,4x10 ⁻⁵	1,2x10 ⁻⁵ - 1,3x10 ⁻⁵	5,7x10 ⁻⁶	1,9x10 ⁻⁶	1,6x10 ⁻⁶ - 9,0x10 ⁻⁶	5,2x10 ⁻⁶ - 6,3x10 ⁻⁶	2x10 ⁻³	(ACGIH, 2011)	
3	Konsentrasi Pb dalam udara ambient (mg/m ³)	0	0	0	0	2x10 ⁻⁵	3x10 ⁻⁵	0 - 7,8x10 ⁻⁵	1,2x10 ⁻⁵ - 2,9x10 ⁻⁵	2x10 ⁻³	(PP No.41/ 1999)	
4	Konsentrasi Fe dalam udara ambient (mg/m ³)	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
5	Konsentrasi TSP dalam udara ambient (mg/m ³)	0,588	0,118	0,437 - 0,758	0,556 - 0,621	0,136	0,667	0,079 - 0,254	0,117 - 0,154	0,23	(PP No.41/ 1999)	

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rata-rata konsentrasi mangan dalam udara ambient di daerah terpajan adalah $2,8 \times 10^{-4} \pm 1,3 \times 10^{-4} \text{ mg/m}^3$ (95% CI: $2,5 \times 10^{-4} - 3,2 \times 10^{-4}$) dengan nilai minimum $9,6 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ dan nilai maksimum $5,1 \times 10^{-4} \text{ mg/m}^3$. Sedangkan pada daerah tidak terpajan rata-rata konsentrasi mangan dalam udara ambientnya adalah $2,7 \times 10^{-5} \pm 9,3 \times 10^{-6} \text{ mg/m}^3$ (95% CI : $2,4 \times 10^{-5} - 2,9 \times 10^{-5}$) dengan nilai minimum $1,2 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ dan nilai maksimum $3,8 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$. Rata-rata konsentrasi mangan dalam udara ambient di daerah terpajan telah melampaui baku mutu udara yang ditetapkan oleh US EPA, yaitu $5 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ sedangkan di daerah tidak terpajan belum melampaui. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.1. No.1.

Rata-rata konsentrasi kadmium dalam udara ambient di daerah terpajan adalah $1,2 \times 10^{-5} \pm 1,7 \times 10^{-6} \text{ mg/m}^3$ (95% CI: $1,2 \times 10^{-5} - 1,3 \times 10^{-5}$) dengan nilai minimum $9,7 \times 10^{-6} \text{ mg/m}^3$ dan nilai maksimum $1,4 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$. Sedangkan pada daerah tidak terpajan rata-rata konsentrasi kadmium dalam udara ambientnya adalah $5,7 \times 10^{-6} \pm 1,9 \times 10^{-6} \text{ mg/m}^3$ (95% CI : $5,2 \times 10^{-6} - 6,3 \times 10^{-6}$) dengan nilai minimum $1,6 \times 10^{-6} \text{ mg/m}^3$ dan nilai maksimum $9,0 \times 10^{-6} \text{ mg/m}^3$. Rata-rata konsentrasi kadmium dalam udara ambient di daerah terpajan dan tidak terpajan belum melampaui baku mutu yang ditetapkan oleh ACGIH, yaitu $2 \times 10^{-3} \text{ mg/m}^3$. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.1. No.2.

Tidak ditemukan debu timbal pada daerah terpajan. Sedangkan pada daerah tidak terpajan rata-rata konsentrasi timbal dalam udara ambientnya adalah $2 \times 10^{-5} \pm 3 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ (95% CI : $1,2 \times 10^{-5} - 2,9 \times 10^{-5}$) dengan nilai minimum 0 mg/m^3 dan nilai maksimum $7,8 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$. Rata-rata konsentrasi timbal dalam udara ambient di daerah terpajan dan tidak terpajan belum melampaui baku mutu udara nasional yang ditetapkan oleh pemerintah dalam PP No.41/1999, yaitu sebesar $2 \times 10^{-3} \text{ mg/m}^3$. Debu timbal ditemukan dalam udara ambient daerah tidak terpajan karena sedang dilakukan proyek pembuatan jalan raya saat penelitian berlangsung. Hal ini menyebabkan

jumlah kendaraan bermotor lebih banyak ditemukan pada daerah tidak terpajan dibandingkan dengan daerah terpajan. Akibatnya jumlah polutan udara berupa debu timbal sebagai hasil buangan kendaraan bermotor lebih banyak pada daerah tidak terpajan dibandingkan dengan daerah terpajan. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.1. No.3.

Tidak ditemukan debu besi dalam udara ambient baik di daerah terpajan maupun daerah tidak terpajan. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.1. No.4.

Rata-rata konsentrasi TSP dalam udara ambient di daerah terpajan adalah $0,588 \pm 0,118 \text{ mg/m}^3$ (95% CI: 0,556-0,621) dengan nilai minimum $0,437 \text{ mg/m}^3$ dan nilai maksimum $0,758 \text{ mg/m}^3$. Sedangkan pada daerah tidak terpajan rata-rata konsentrasi TSP dalam udara ambientnya adalah $0,136 \pm 0,667 \text{ mg/m}^3$ (95% CI : 0,117-0,154) dengan nilai minimum $0,079 \text{ mg/m}^3$ dan nilai maksimum $0,254 \text{ mg/m}^3$. Rata-rata konsentrasi TSP dalam udara ambient di daerah terpajan telah melampaui baku mutu udara nasional yang ditetapkan oleh pemerintah dalam PP No.41/1999, yaitu sebesar $0,23 \text{ mg/m}^3$ sedangkan di daerah tidak terpajan belum melampaui. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.1. No.5.

5.2.2 Karakteristik Sampel

5.2.2.1 Jenis Kelamin

Hasil analisis univariat jenis kelamin anak-anak yang dijadikan sampel dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.2
Distribusi Jenis Kelamin Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Variabel	Daerah Terpajan		Daerah Tidak Terpajan		Jumlah
	Jumlah (n)	Persentase (%)	Jumlah (n)	Persentase (%)	
<i>Jenis Kelamin</i>					
Laki-laki	23	43,4	27	50,9	50
Perempuan	30	56,6	26	49,1	56
Jumlah	53	100	53	100	106

Sumber : Data Primer

Distribusi jenis kelamin sampel hampir merata untuk jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Pada daerah terpajan, paling banyak anak yang dijadikan sampel penelitian memiliki jenis kelamin perempuan, yaitu sebanyak 30 anak (56,6%). Sedangkan pada daerah tidak terpajan jenis kelamin sampel penelitian yang paling banyak adalah laki-laki dengan jumlah 27 anak (50,9%).

5.2.2.2 Usia dan Berat Badan

Hasil analisis univariat usia dan berat badan anak-anak yang dijadikan sampel dalam penelitian dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.3
Distribusi Usia dan Berat Badan Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Variabel	Daerah Terpajan				Daerah Tidak Terpajan			
	Mean	SD	Min-Maks	95% CI	Mean	SD	Min-Maks	95% CI
Umur (tahun)	7,70	2,15	6 – 12	7,1 - 8,3	8,51	1,86	6 – 12	8,0 - 9,0
Berat Badan (Kg)	15,89	5,58	9 – 34	14,4 - 17,4	21,06	4,94	15 – 33	19,7 - 22,4

Sumber : Data Primer

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rata-rata usia anak yang dijadikan sampel penelitian pada daerah terpajan adalah $7,70 \pm 2,15$ tahun (95% CI : 7,1 - 8,3) dengan usia terkecil adalah 6 tahun dan usia terbesar adalah 12 tahun. Sedangkan pada daerah tidak terpajan rata-rata usia anak yang dijadikan sampel penelitian adalah $8,51 \pm 1,86$ tahun (95% CI : 8,0 - 9,0) dengan usia terkecil adalah 6 tahun dan usia terbesar adalah 12 tahun.

Rata-rata berat badan anak yang dijadikan sampel penelitian pada daerah terpajan adalah $15,89 \pm 5,58$ kg (95% CI : 14,4 – 17,4) dengan nilai berat badan terkecil adalah 9 kg dan berat badan terbesar adalah 34 kg. Sedangkan pada daerah tidak terpajan rata-rata berat badan anak yang dijadikan sampel penelitian adalah $21,06 \pm 4,94$ kg (95% CI : 19,7 – 22,4)

dengan berat badan terkecil adalah 15 kg dan berat badan terbesar adalah 33 kg.

5.2.3 Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis univariat keluhan iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.4
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian Agustus 2011

Variabel	Daerah Terpajan		Daerah Tidak Terpajan		Jumlah
	Jumlah (n)	Persentase (%)	Jumlah (n)	Persentase (%)	
<i>Iritasi Saluran Pernafasan</i>					
Ya	46	86,8	11	20,8	57
Tidak	7	13,2	42	79,2	49
Jumlah	53	100	53	100	106

Sumber : Data Primer

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pada daerah terpajan terdapat 46 anak (86,8%) yang mengalami keluhan iritasi saluran pernafasan dan 7 anak (13,2%) yang tidak mengalami keluhan iritasi saluran pernafasan. Sedangkan pada daerah tidak terpajan terdapat 11 anak (20,8%) yang mengalami keluhan iritasi saluran pernafasan dan 42 anak (79,2%) yang tidak mengalami keluhan iritasi saluran pernafasan.

5.2.4 Komponen Rumah Sehat

Hasil analisis univariat jenis lantai, jenis dinding, kepadatan hunian, ventilasi, dan pencahayaan dalam rumah responden secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.5
Distribusi Jenis Lantai, Jenis Dinding, Kepadatan Hunian, Ventilasi Rumah, dan
Pencahayaannya dalam Rumah Sampel di Daerah Penelitian Agustus 2011

Variabel	Daerah Terpajan		Daerah Tidak Terpajan		Jumlah
	Jumlah (n)	Persentase (%)	Jumlah (n)	Persentase (%)	
<i>Jenis Lantai</i>					
Batu, tanah	35	66	14	26,4	49
Keramik, tegel, marmer, kayu, plester	18	34	39	73,6	57
Jumlah	53	100	53	100	106
<i>Jenis Dinding</i>					
Bambu, anyaman bambu	39	73,6	31	58,5	70
Tembok, setengah tembok, papan, kayu	14	26,4	22	41,5	36
Jumlah	53	100	53	100	106
<i>Kepadatan Hunian</i>					
Tinggi ($\geq 6,1 \text{ m}^2/\text{orang}$)	15	28,3	25	47,2	40
Rendah/ideal ($< 6,1 \text{ m}^2/\text{orang}$)	38	71,7	28	52,8	66
Jumlah	53	100	53	100	106
<i>Ventilasi Rumah</i>					
Tidak memenuhi syarat	52	98,1	41	77,4	93
Memenuhi syarat	1	1,9	12	22,6	13
Jumlah	53	100	53	100	106
<i>Pencahayaan</i>					
Buatan	3	5,7	8	15,1	11
Alami	50	94,3	45	84,9	95
Jumlah	53	100	53	100	106

Sumber : Data Primer

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar rumah, yaitu 35 rumah (66%) yang ada di daerah terpajan memiliki jenis lantai berupa batu atau tanah. Sedangkan jenis lantai dalam rumah yang ada di daerah tidak terpajan sebagian besar terbuat dari keramik, tegel, marmer, kayu, atau plester, yaitu sebanyak 39 rumah (73,6%).

Jenis dinding rumah di daerah terpajan sebagian besar, yaitu sebanyak 39 rumah (73,6%) terbuat dari bambu atau anyaman bambu. Kondisi yang sama juga ditemui pada daerah tidak terpajan. Sebagian besar rumah di daerah tidak terpajan, yaitu sebanyak 31 rumah (58,5%) terbuat dari bambu atau anyaman bambu.

Sebagian besar rumah pada daerah terpajan maupun tidak terpajan memiliki kepadatan hunian yang rendah/ideal, yaitu di bawah $6,1 \text{ m}^2/\text{orang}$. Untuk daerah terpajan terdapat 38 rumah (71,7%) memiliki kepadatan hunian rendah atau ideal sedangkan jumlah rumah yang memiliki kepadatan hunian rendah di daerah tidak terpajan adalah 28 rumah (52,8%).

Berbeda dengan variabel kepadatan hunian, sebagian besar rumah pada daerah terpajan maupun tidak terpajan memiliki ventilasi yang tidak memenuhi syarat pada rumahnya, yaitu kurang dari 10% luas lantai. Untuk daerah terpajan terdapat 52 rumah (98,1%) dengan ventilasi yang tidak memenuhi syarat sedangkan jumlah rumah yang memiliki ventilasi tidak memenuhi syarat di daerah tidak terpajan adalah 41 rumah (77,4%).

Pencahayaan yang digunakan pada sebagian besar rumah baik di daerah terpajan maupun tidak terpajan adalah pencahayaan alami dengan memanfaatkan sinar matahari. Jumlah rumah dengan pencahayaan alami di daerah terpajan adalah 50 rumah (94,3%) sedangkan di daerah yang tidak terpajan terdapat 45 rumah (84,9%).

Hasil analisis univariat temperatur, kelembaban, dan intensitas penyinaran matahari dalam rumah dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.6
Distribusi Temperatur Udara, Kelembaban Udara, dan Intensitas Penyinaran Matahari dalam Rumah Responden di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Variabel	Daerah Terpajan				Daerah Tidak Terpajan			
	Mean	SD	Min-Maks	95% CI	Mean	SD	Min-Maks	95% CI
Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$)	31,11	1,76	28 – 33	30,6 - 31,6	31,59	1,00	29 - 33,5	31,3 - 31,9
Kelembaban Udara (%)	70,76	1,70	68 – 75	70,3 - 71,2	71,72	2,66	68 – 78	70,9 – 72,4
Penyinaran Matahari (Lux)	463,98	100,47	107 – 652	436,3 - 491,7	486,81	308,43	81 – 976	401,8 - 571,8

Sumber : Data Primer

Hasil analisis menunjukkan rata-rata suhu udara dalam rumah responden di daerah terpajan adalah $31,11 \pm 1,76$ $^{\circ}\text{C}$ (95% CI : 30,6 - 31,6) dengan suhu udara terendah yang terukur adalah 28°C dan yang tertinggi adalah 33°C . Sedangkan rata-rata suhu udara dalam rumah responden di daerah tidak terpajan adalah $31,59 \pm 1,00$ $^{\circ}\text{C}$ (95% CI : 31,3 - 31,9) dengan suhu udara terendah yang terukur adalah 29°C dan yang tertinggi adalah $33,5^{\circ}\text{C}$.

Rata-rata kelembaban udara yang terukur dalam rumah responden di daerah terpajan adalah $70,76 \pm 1,70\%$ (95% CI : 70,3 - 71,2) dengan kelembaban udara dalam rumah yang terendah adalah 68% dan yang tertinggi adalah 75%. Sedangkan rata-rata kelembaban udara yang terukur dalam rumah responden di daerah tidak terpajan adalah $71,72 \pm 2,66\%$ (95% CI : 70,9 - 72,4) dengan kelembaban udara dalam rumah yang terendah adalah 68% dan yang tertinggi adalah 78%.

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata intensitas cahaya matahari dalam rumah responden di daerah terpajan adalah $463,98 \pm 100,47$ lux (95% CI: 436,3 - 491,7) dengan penyinaran matahari dalam rumah yang terendah

adalah 107 lux dan yang tertinggi adalah 652 lux. Sedangkan rata-rata penyinaran matahari yang terukur dalam rumah responden di daerah tidak terpajan adalah $486,81 \pm 308,43$ lux (95% CI : 401,8 – 571,8) dengan penyinaran matahari dalam rumah yang terendah adalah 81 lux dan yang tertinggi adalah 976 lux.

5.2.5 Status Sosial-Ekonomi Responden

Status sosial-ekonomi responden diwakili dengan nilai kemakmuran keluarga yang didapatkan dengan membandingkan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk membayar listrik dengan jumlah anggota keluarga yang harus ditanggung oleh kepala keluarga. Hasil analisis univariat status sosial dan ekonomi responden dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.7
Distribusi Kemakmuran Keluarga Sampel Penelitian di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Variabel	Daerah Terpajan				Daerah Tidak Terpajan			
	Mean	SD	Min-Maks	95% CI	Mean	SD	Min-Maks	95% CI
Kemakmuran Keluarga (Rp)	6818,3	10359,6	0 - 42857	3962,8 - 9673,7	17114,1	12894,4	0 - 45000	13559,9-20668,3

Sumber : Data Primer

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata kemakmuran keluarga responden di daerah terpajan adalah $6818,3 \pm 10359,6$ rupiah (95% CI: 3962,8 - 9673,7) dengan nilai kemakmuran keluarga yang terendah adalah 0 rupiah dan yang tertinggi adalah Rp. 42857. Sedangkan kemakmuran keluarga responden di daerah tidak terpajan adalah $17114,1 \pm 12894,4$ rupiah (95% CI : 13559,9 – 20668,3) dengan nilai kemakmuran keluarga yang terendah adalah 0 rupiah dan yang tertinggi adalah 45000 rupiah.

5.2.6 Status Imunisasi

Status imunisasi dinyatakan dalam katagori lengkap dan tidak lengkap. Katagori lengkap apabila anak yang menjadi sampel telah mendapatkan imunisasi BCG, hepatitis B 1-3, DPT 1-4, dan polio 1-3. Apabila tidak mendapatkan salah satu saja diantaranya maka anak masuk ke dalam katagori tidak lengkap. Hasil analisis univariat status imunisasi dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.8
Distribusi Status Imunisasi Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Variabel	Daerah Terpajan		Daerah Tidak Terpajan		Jumlah
	Jumlah (n)	Persentase (%)	Jumlah (n)	Persentase (%)	
<i>Status Imunisasi</i>					
Tidak lengkap	7	13,2	0	0	7
Lengkap	46	86,8	53	100	99
Jumlah	53	100	53	100	106

Sumber : Data Primer

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap responden diketahui bahwa sebagian besar anak-anak yang dijadikan sampel dalam penelitian ini telah mendapatkan imunisasi secara lengkap. Jumlah anak yang mendapatkan imunisasi secara lengkap di daerah terpajan adalah sebanyak 46 anak (86,8%). Sedangkan jumlah anak yang mendapatkan imunisasi secara lengkap di daerah terpajan sebanyak 53 anak (100%).

5.3 Analisis Bivariat

5.3.1 Hubungan antara Konsentrasi Mangan di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi mangan di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.9
Distribusi Tingkat Konsentrasi Debu Mangan Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	$2,3 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-5}$	0,000
Tidak	49	$6,3 \times 10^{-5}$	$9,8 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-5}$	

Tabel 5.10
Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Debu Mangan di Udara Ambient Menurut Status Keterpaparan di Daerah Penelitian Agustus 2011

Status Keterpaparan Mn	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Terpapar (> Baku Mutu)	$2,8 \times 10^{-4}$	$2,7 \times 10^{-4}$	0,0005
Tidak Terpapar (< Baku Mutu)	$2,6 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-5}$	

Tabel 5.11
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Debu Mangan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Tingkat Konsentrasi Debu Mangan	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Di atas baku mutu udara	46	86,8	7	13,2	53	100	4,18 (2,45-7,15)	0,76	0,000
Di bawah baku mutu udara	11	20,8	42	79,2	53	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata konsentrasi mangan dalam udara pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,000$). Dengan menggunakan uji *Anova*, perbedaan nilai rata-rata konsentrasi mangan dalam udara ambient juga terlihat antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan di daerah yang terpajan maupun tidak terpajan ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* juga menunjukkan hubungan yang signifikan antara konsentrasi mangan di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dengan RR = 4,18 (95% CI : 2,45-7,15) menjelaskan bahwa anak-anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di atas baku mutu udara memiliki risiko terkena iritasi saluran pernafasan 4,18 kali lebih besar dibandingkan dengan anak-anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di bawah baku mutu udara. Nilai AR menjelaskan bahwa 76% dari seluruh kasus iritasi saluran pernafasan yang terjadi disebabkan oleh konsentrasi mangan dalam udara ambient yang melebihi baku mutu. Jika seluruh anak tidak terpajan oleh mangan dalam udara ambient yang melebihi baku mutu, maka dapat mengurangi 76% dari total kasus yang ada.

5.3.2 Hubungan antara Konsentrasi Kadmium di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi kadmium di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.12
Distribusi Tingkat Konsentrasi Debu Kadmium Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	$1,1 \times 10^{-5}$	$3,3 \times 10^{-6}$	$4,3 \times 10^{-7}$	0,000
Tidak	49	$6,8 \times 10^{-6}$	$2,9 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-7}$	

Tabel 5.13
Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Debu Kadmium di Udara Ambient Menurut Status
Keterpaparan di Daerah Penelitian Agustus 2011

Status Keterpaparan Cd	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Terpapar	$1,2 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^{-5}$	0,0005
Tidak Terpapar	$5,3 \times 10^{-6}$	$5,9 \times 10^{-6}$	

Tabel 5.14
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Debu Kadmium
pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Tingkat Konsentrasi Debu Kadmium	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Di atas rata-rata ($\geq 0,0000089$)	47	74,6	16	25,4	63	100	3,21 (1,83-5,63)	0,69	0,000
Di bawah rata-rata ($< 0,0000089$)	10	23,3	33	76,7	43	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Seluruh nilai konsentrasi kadmium dalam udara ambient berada di bawah baku mutu udara sehingga digunakan nilai rata-rata sebagai *cut of point*, yaitu sebesar $8,9 \times 10^{-6}$ mg/m³. Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata konsentrasi kadmium dalam udara pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,000$). Dengan menggunakan uji *Anova*, perbedaan nilai rata-rata konsentrasi kadmium dalam udara ambient juga terlihat antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan di daerah yang terpapar maupun tidak terpapar ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* juga menunjukkan hubungan yang signifikan antara konsentrasi kadmium di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dengan RR = 3,21 (95% CI : 1,83-5,63)

menjelaskan bahwa anak-anak yang menghirup udara dengan konsentrasi kadmium di atas rata-rata memiliki risiko terkena iritasi saluran pernafasan 3,21 kali lebih besar dibandingkan dengan anak-anak yang menghirup udara dengan konsentrasi kadmium di bawah rata-rata. Nilai AR menjelaskan bahwa 69% dari seluruh kasus iritasi saluran pernafasan yang terjadi disebabkan oleh konsentrasi kadmium dalam udara ambient yang melebihi baku mutu. Jika seluruh anak tidak terpajan oleh kadmium dalam udara ambient yang melebihi baku mutu, maka dapat mengurangi 69% dari total kasus yang ada.

5.3.3 Hubungan antara Konsentrasi Timbal di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi timbal di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.15
Distribusi Tingkat Konsentrasi Debu Timbal Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	$1,9 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	0,000
Tidak	49	$1,9 \times 10^{-5}$	3×10^{-5}	$4,3 \times 10^{-6}$	

Tabel 5.16
Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Debu Timbal di Udara Ambient Menurut Status Keterpaparan dan Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian Agustus 2011

Status Keterpaparan Pb	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Terpapar	0,000	0,000	0,0005
Tidak Terpapar	$9,8 \times 10^{-6}$	$5,9 \times 10^{-6}$	

Tabel 5.17
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Debu Timbal pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Tingkat Konsentrasi Debu Timbal	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Di atas rata-rata ($\geq 0,00002$)	2	10	18	90	20	100	0,37 (0,09-1,53)	-1,70	0,175
Di bawah rata-rata ($< 0,00002$)	9	27,3	24	72,7	33	100			
Jumlah	11	20,8	42	79,2	53	100			

Analisis hubungan timbal dalam udara ambient dan iritasi saluran pernafasan hanya dilakukan pada daerah tidak terpajan karena tidak ditemukan timbal dalam udara ambient di daerah terpajan. Seluruh nilai konsentrasi timbal dalam udara ambient berada di bawah baku mutu udara sehingga digunakan nilai rata-rata sebagai *cut of point*, yaitu sebesar 2×10^{-5} mg/m³. Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata konsentrasi timbal dalam udara pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,000$). Dengan menggunakan uji *Anova*, perbedaan nilai rata-rata konsentrasi timbal dalam udara ambient juga terlihat antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan di daerah yang terpajan maupun tidak terpajan ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi timbal di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan.

5.3.4 Hubungan antara Konsentrasi TSP di Udara Ambient dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara konsentrasi TSP di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.18
Distribusi Tingkat Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	0,81	0,398	0,053	0,000
Tidak	49	0,14	0,354	0,051	

Tabel 5.19
Distribusi Rata-Rata Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) di Udara Ambient Menurut Status Keterpaparan di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Status Keterpaparan TSP	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Terpaparan	0,587	0,594	0,0005
Tidak Terpaparan	0,110	0,142	

Tabel 5.20
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Tingkat Konsentrasi TSP	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Terpaparan	>BM	45	88,2	6	11,8	51	100	1,77	0,249
	<BM	1	50	1	50	2	100	(0,44-7,08)	
Tidak terpaparan	>BM	1	10	9	90	10	100	0,43	0,667
	<BM	10	23,3	33	76,7	43	100	(0,06-2,98)	

Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata konsentrasi TSP dalam udara ambient pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,000$). Dengan menggunakan uji *Anova*, perbedaan nilai rata-rata konsentrasi TSP dalam udara ambient juga terlihat antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan

di daerah yang terpajan maupun tidak terpajan ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi TSP di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan bahwa TSP mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan.

5.3.5 Hubungan antara Jenis Lantai Terluas Dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara jenis lantai terluas dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.21
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Lantai Rumah Terluas pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Jenis Lantai Rumah Terluas	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	N	%					
Batu, tanah	32	65,3	17	34,7	49	100	1,49 (1,04-2,13)	0,33	0,044
Keramik, marmar, tegel, plester, kayu	25	43,9	32	56,1	57	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa jenis lantai terluas dalam rumah memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak ($p = 0,044$). Nilai RR = 1,49 (95% CI: 1,04-2,13) menjelaskan bahwa anak-anak yang tinggal di dalam rumah dengan jenis lantai terluas berupa batu atau tanah memiliki risiko terkena iritasi saluran pernafasan 1,49 kali lebih besar dibandingkan anak-anak yang tinggal di dalam rumah dengan jenis lantai terluas berupa keramik, marmar, tegel, plester, atau kayu. Nilai AR menjelaskan bahwa 33% dari seluruh

kasus iritasi saluran pernafasan yang terjadi disebabkan oleh jenis lantai terluas dalam rumah yang berupa batu atau tanah. Jika seluruh anak tidak tinggal dalam rumah yang memiliki jenis lantai terluas berupa batu atau tanah, maka dapat mengurangi 33% dari total kasus yang ada.

5.3.6 Hubungan antara Jenis Dinding Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara jenis dinding rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.22
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Dinding Rumah Terluas pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Jenis Dinding Rumah Terluas	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Bambu, anyaman bambu	40	57,1	30	42,9	70	100	1,21 (0,81-1,81)	0,17	0,445
Tembok, setengah tembok, papan, kayu	17	47,2	19	52,8	36	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa jenis dinding rumah memiliki hubungan yang tidak bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak ($p = 0,445$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan bahwa jenis dinding mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan.

5.3.7 Hubungan antara Keberadaan Ventilasi Dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara keberadaan ventilasi dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.23
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Keberadaan Ventilasi Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Ventilasi Dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Tidak memenuhi syarat	52	55,9	41	44,1	93	100	1,45 (0,71-2,96)	0,31	0,376
Memenuhi syarat	5	38,5	8	61,5	13	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa ventilasi dalam rumah memiliki hubungan yang tidak bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak ($p = 0,376$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan bahwa ventilasi mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan.

5.3.8 Hubungan antara Kepadatan Hunian Dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara kepadatan hunian dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.24
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Kepadatan Hunian Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Kepadatan Hunian Dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Di atas rata2 ($\geq 6,1$ m ² /orang)	20	50	20	50	40	100	0,89 (0,61-1,29)	-0,12	0,685
Di bawah rata2 ($< 6,1$ m ² /orang)	37	56,1	29	43,9	66	100			

Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100
--------	----	------	----	------	-----	-----

Seluruh nilai kepadatan hunian dalam rumah termasuk ke dalam katagori ideal ($\geq 3,5 \text{ m}^2/\text{orang}$) sehingga digunakan nilai rata-rata sebagai *cut of point*, yaitu sebesar $6,1 \text{ m}^2/\text{orang}$. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa kepadatan hunian dalam rumah memiliki hubungan yang tidak bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak ($p = 0,685$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan bahwa kepadatan hunian mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan. Menurut teori, semakin tinggi kepadatan hunian maka akan semakin tinggi risiko untuk terkena iritasi saluran pernafasan.

5.3.9 Hubungan antara Jenis Pencahayaan Dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara jenis pencahayaan dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.25
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Pencahayaan Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Jenis Pencahayaan Dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Buatan	2	18,2	9	81,8	11	100	0,31 (0,09-1,11)	-2,23	0,029
Alami	55	57,9	40	42,1	95	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa jenis pencahayaan dalam rumah memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak ($p = 0,029$). Nilai RR = 0,31 (95% CI:

0,09-1,11) menjelaskan bahwa anak-anak yang tinggal di dalam rumah dengan jenis pencahayaan buatan memiliki risiko terkena iritasi saluran pernafasan 0,31 kali lebih besar dibandingkan anak-anak yang tinggal di dalam rumah dengan jenis pencahayaan alami.

5.3.10 Hubungan antara Suhu Udara Dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara suhu udara dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.26
Distribusi Suhu Udara Dalam Rumah Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	31,18	1,725	0,229	0,156
Tidak	49	31,56	1,003	0,143	

Tabel 5.27
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Suhu Udara Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Suhu Udara dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Tidak memenuhi syarat (<18 ⁰ C / >30 ⁰ C)	32,25	31,86	0,0005
Memenuhi syarat (18-30 ⁰ C)	28,65	29,79	

Tabel 5.28
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Suhu Udara Dalam Rumah
pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Suhu Udara Dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Tidak memenuhi syarat ($<18^{\circ}\text{C}$ / $>30^{\circ}\text{C}$)	40	48,8	42	51,2	82	100	0,69 (0,49-0,97)	-0,45	0,094
Memenuhi syarat ($18-30^{\circ}\text{C}$)	17	70,8	7	29,2	24	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata suhu udara dalam rumah pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,156$). Dengan menggunakan uji *Anova*, terlihat ada perbedaan nilai rata-rata suhu udara dalam rumah antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan berdasarkan status suhu udara dalam rumah ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara suhu udara dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan ($p = 0,094$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan bahwa suhu udara mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan.

5.3.11 Hubungan antara Kelembaban Udara Dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara kelembaban udara dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.29
Distribusi Kelembaban Udara Dalam Rumah Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	70,76	1,763	0,233	0,023
Tidak	49	71,79	2,659	0,379	

Tabel 5.30
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Kelembaban Udara Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Kelembaban Udara dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Tidak memenuhi syarat (<40% / >70%)	72,20	73,45	0,0005
Memenuhi syarat (40-70 %)	69,47	69,59	

Tabel 5.31
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Kelembaban Udara Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Kelembaban Udara Dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%	N	%			
Tidak memenuhi syarat (<40% / >70%)	27	49,1	28	50,9	55	100	0,84 (0,59-1,19)	-0,19	0,418
Memenuhi syarat (40-70 %)	30	58,8	21	41,2	51	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata kelembaban udara dalam rumah pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,023$). Dengan menggunakan uji *Anova*, terlihat ada perbedaan nilai rata-rata kelembaban udara dalam rumah antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan

kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan berdasarkan status kelembaban udara dalam rumah ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara suhu udara dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan ($p = 0,418$).

5.3.12 Hubungan antara Penerangan Matahari Dalam Rumah dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara penerangan matahari dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.32
Distribusi Penerangan Matahari Dalam Rumah Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	514,51	178,667	23,665	0,065
Tidak	49	429,90	270,388	38,627	

Tabel 5.33
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Penerangan Matahari Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Penerangan Matahari	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Tidak memenuhi syarat (<60/ >500 lux)	628,87	691,86	0,0005
Memenuhi syarat (60-500 lux)	387,44	233,43	

Tabel 5.34
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Penerangan Matahari Dalam Rumah pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Penerangan Matahari Dalam Rumah	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Tidak memenuhi syarat (<60/ >500 lux)	30	58,8	21	41,2	51	100	1,19 (0,84-1,71)	0,16	0,418
Memenuhi syarat (60-500 lux)	27	49,1	28	50,9	55	100			

Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100
--------	----	------	----	------	-----	-----

Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata penyinaran matahari dalam rumah pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,065$). Dengan menggunakan uji *Anova*, terlihat ada perbedaan nilai rata-rata penyinaran matahari dalam rumah antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan berdasarkan status penyinaran matahari dalam rumah ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara penyinaran matahari dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan ($p = 0,418$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan bahwa pencahayaan matahari mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan.

5.3.13 Hubungan antara Jenis Kelamin dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara jenis kelamin dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.35
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Jenis Kelamin pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Jenis Kelamin	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Laki-laki	25	50,0	25	50,0	50	100	0,88	-0,14	0,588
Perempuan	32	57,1	24	42,9	56	100	(0,6-1,3)		
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa jenis kelamin memiliki hubungan yang tidak bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak ($p = 0,588$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya

yang menyebutkan bahwa jenis kelamin mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan. Menurut teori sebelumnya jenis kelamin laki-laki memiliki risiko yang lebih tinggi untuk menderita iritasi saluran pernafasan.

5.3.14 Hubungan antara Umur Anak-Anak dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara umur dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.36
Distribusi Umur Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	7,67	1,912	0,253	0,016
Tidak	49	8,61	2,080	0,297	

Tabel 5.37
Distribusi Rata-Rata Usia Sampel Penelitian Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Umur	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Di bawah rata-rata (<8,10 tahun)	6,41	6,75	0,0005
Di atas rata-rata (≥8,10 tahun)	10,00	10,40	

Tabel 5.38
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Umur Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Umur	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Di bawah rata-rata (<8,10 tahun)	37	60,7	24	39,3	61	100	1,37 (0,93-2,00)	0,27	0,145
Di atas rata-rata (≥8,10 tahun)	20	44,4	25	55,6	45	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Seluruh sampel dalam penelitian termasuk ke dalam golongan usia anak-anak sehingga digunakan nilai rata-rata sebagai *cut of point*, yaitu usia 8,10 tahun. Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan rata-rata umur anak pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,016$). Dengan menggunakan uji *Anova*, terlihat ada perbedaan rata-rata umur antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan berdasarkan status umur ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara umur dengan kejadian iritasi saluran pernafasan ($p = 0,145$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan bahwa usia mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan. Teori sebelumnya menyebutkan semakin kecil usia maka akan semakin tinggi risiko untuk menderita iritasi saluran pernafasan.

5.3.15 Hubungan antara Berat Badan dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara berat badan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.39
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Berat Badan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	16,33	5,540	0,734	0,000
Tidak	49	20,96	5,224	0,746	

Tabel 5.40
Distribusi Rata-Rata BeratBadan Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan
pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

BeratBadan	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Tidak ideal (<20,95 / >43,08 kg)	14,59	17,68	0,0005
Ideal (20,95-43,08 kg)	27,00	26,61	

Tabel 5.41
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Berat Badan pada Anak-Anak
di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Berat Badan	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Tidak ideal (<20,95/ >43,08 kg)	49	61,3	31	38,8	80	100	1,99 (1,09-3,64)	0,49	0,013
Ideal (20,95- 43,08 kg)	8	30,8	18	69,2	26	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan rata-rata berat badan pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,000$). Dengan menggunakan uji *Anova*, terlihat ada perbedaan rata-rata berat badan antara kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan berdasarkan status berat badan ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* juga menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara berat badan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Nilai RR = 1,99 (95% CI: 1,09-3,64) menjelaskan bahwa anak-anak dengan berat badan tidak ideal memiliki risiko terkena iritasi saluran pernafasan 1,99 kali lebih besar dibandingkan anak-anak yang memiliki berat badan ideal. Hal ini tidak sesuai dengan teori

sebelumnya yang menyebutkan bahwa berat badan mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan. Nilai AR menjelaskan bahwa 49% dari seluruh kasus iritasi saluran pernafasan yang terjadi disebabkan oleh berat badan yang tidak ideal. Jika seluruh anak memiliki berat badan yang ideal, maka dapat mengurangi 49% dari total kasus yang ada.

5.3.16 Hubungan antara Status Sosial Ekonomi dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara status sosial ekonomi dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.42
Distribusi Status Sosial Ekonomi Keluarga Menurut Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Iritasi Saluran Pernafasan	N	Mean	SD	SE	<i>p value</i>
Ya	57	8.658,7	11.978,2	1586,6	0,003
Tidak	49	15.813,7	12.626,1	1803,7	

Tabel 5.43
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Rata-Rata Status Sosial Ekonomi Keluarga pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Status Sosial Ekonomi	Iritasi Saluran Pernafasan		<i>p value</i>
	Ya	Tidak	
Di bawah rata-rata (< Rp.12.000)	2394,02	1691,68	0,0005
Di atas rata-rata (≥ Rp.12.000)	24712,06	24757,57	

Tabel 5.44
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Tingkat Kemakmuran Keluarga
di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Status Sosial Ekonomi	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Di bawah rata-rata ($<$ Rp.12.000)	41	68,3	19	31,7	60	100	1,97 (1,28-3,03)	0,49	0,001
Di atas rata-rata (\geq Rp.12.000)	16	34,8	30	65,2	46	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Seluruh status ekonomi keluarga responden berada di bawah nilai pendapatan per kapita penduduk dan upah minimum regional sehingga digunakan nilai rata-rata sebagai *cut of point*, yaitu sebesar Rp. 12.000,00. Hasil analisis dengan menggunakan uji *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan rata-rata status sosial ekonomi pada kelompok anak yang menderita iritasi saluran pernafasan dan kelompok anak yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan ($p = 0,003$). Dengan menggunakan uji *Anova*, terlihat ada perbedaan rata-rata status sosial ekonomi kelompok yang menderita iritasi saluran pernafasan dengan kelompok yang tidak menderita iritasi saluran pernafasan berdasarkan status status sosial ekonominya ($p = 0,0005$). Uji *Chi-Square* juga menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara status sosial ekonomi dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Nilai $RR = 1,97$ (95% CI: 1,28-3,03) menjelaskan bahwa anak-anak dengan status sosial ekonomi keluarga di bawah rata-rata memiliki risiko terkena iritasi saluran pernafasan 1,97 kali lebih besar dibandingkan anak-anak dengan status sosial ekonomi di atas rata-rata. Nilai AR menjelaskan bahwa 49% dari seluruh kasus iritasi saluran pernafasan yang terjadi disebabkan oleh status sosial ekonomi keluarga yang berada di bawah rata-rata. Jika seluruh anak tinggal dalam keluarga dengan status sosial ekonomi di atas rata-rata, maka dapat mengurangi 49% dari total kasus yang ada.

5.3.17 Hubungan antara Status Imunisasi dengan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil analisis hubungan antara status imunisasi dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.45
Distribusi Keluhan Iritasi Saluran Pernafasan Menurut Status Imunisasi pada Anak-Anak di Daerah Penelitian, Agustus 2011

Status Imunisasi	Iritasi Saluran Pernafasan				Total		RR (95% CI)	AR	<i>p value</i>
	Ya		Tidak		N	%			
	n	%	n	%					
Tidak Lengkap	5	71,4	2	28,6	7	100	1,36 (0,82-2,25)	0,26	0,447
Lengkap	52	52,5	47	47,5	99	100			
Jumlah	57	53,8	49	46,2	106	100			

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa status imunisasi memiliki hubungan yang tidak bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak ($p = 0,447$). Hal ini tidak sesuai dengan teori sebelumnya yang menyebutkan status imunisasi mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan.

5.4 Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian iritasi saluran pernafasan di daerah penelitian. Permodelan yang digunakan adalah model prediksi dengan tujuan untuk memperoleh model yang terdiri dari beberapa variabel independen yang dianggap terbaik agar dapat memprediksi kejadian variabel dependen. Pada model prediksi semua variabel dianggap penting sehingga estimasi dapat dilakukan bagi beberapa koefisien regresi logistik sekaligus.

Langkah pertama yang dilakukan dalam analisis multivariat adalah membuat permodelan lengkap. Variabel yang dimasukkan ke dalam model awal multivariat adalah variabel dengan nilai signifikansi kurang dari 0,25.

Berdasarkan hasil analisis bivariat maka terdapat 6 buah variabel yang dapat masuk ke dalam model multivariat. Variabel-variabel tersebut meliputi konsentrasi mangan dalam udara ambient, konsenrasi kadmium dalam udara ambient, jenis lantai terluas dalam rumah, jenis pencahayaan dalam rumah, berat badan, dan status sosial ekonomi. Model awal untuk analisis multivariat dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 5.46
Model awal analisis multivariat regresi logistik ganda model prediksi antar variabel kandidat dengan kejadian iritasi saluran pernafasan

Variabel	B	<i>p-value</i>	Exp (B)	95% CI for Exp (B)	
				Lower	Upper
Konsentrasi Mn dalam udara ambient	3,400	0,009	29,97	2,37	379,41
Berat badan	0,498	0,430	1,65	0,48	5,66
Konsentrasi Cd dalam udara ambient	-0,135	0,913	0,87	0,08	9,81
Jenis lantai terluas dalam rumah	-0,555	0,409	0,57	0,15	2,14
Jenis pencahayaan dalam rumah	-1,749	0,096	0,17	0,02	1,36
Status sosial ekonomi keluarga	0,183	0,784	1,20	0,33	4,42
<i>Constant</i>	-0,244	0,810	0,25		

Setelah terbentuk model awal analisis multivariat kemudian dilakukan pemilihan variabel yang dianggap penting. Pemilihan variabel dilakukan dengan cara mempertahankan variabel yang memiliki nilai *p-value* kurang dari 0,05. Pengeluaran variabel tidak dilakukan secara serentak namun dilakukan secara bertahap dimulai dari variabel dengan nilai *p-value* yang terbesar. Dari proses ini maka variabel yang tersisa hanyalah variabel independen utama dalam penelitian yaitu konsentrasi mangan dalam udara ambient. Tabel model akhir multivariat yang terbentuk adalah sebagai berikut

Tabel 5.47
Model akhir (*full model*) analisis multivariat regresi logistik ganda model prediksi antar variabel kandidat dengan kejadian iritasi saluran pernafasan

Variabel	B	p-value	Exp (B)	95% CI for Exp (B)	
				Lower	Upper
Konsentrasi Mn dalam udara ambient	3,223	0,000	25,09	8,91	70,69
Constant	-1,883	0,000	0,15		

Berdasarkan tabel di atas maka persamaan logistik yang terbentuk untuk menilai faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan di daerah penelitian adalah sebagai berikut :

Logit (Kejadian iritasi saluran pernafasan) = $-1,883 + 3,223$ (konsentrasi mangan dalam udara ambient)

Persamaan di atas dapat digunakan untuk memprediksi kejadian iritasi saluran pernafasan yang dipengaruhi oleh konsentrasi mangan dalam udara ambient setelah dikontrol oleh variabel konsentrasi kadmium dalam udara ambient, berat badan, jenis lantai terluas dalam rumah, jenis pencahayaan dalam rumah, dan status sosial ekonomi keluarga responden. Setelah itu dapat dihitung probabilitas individu untuk terkena iritasi saluran pernafasan dengan persamaan sebagai berikut :

$$p(x) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

Keterangan :

p = Probabilitas

Z = $[-a + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_iX_i]$

B = Koefisien variabel

x = 1 (terpapar); 0 (tidak terpapar)

Berdasarkan persamaan di atas maka probabilitas iritasi saluran pernafasan bila tidak terpapar oleh mangan yang melebihi baku mutu ($x_1 = 0$) adalah :

$$\begin{aligned}
 P(0) &= \frac{1}{1 + e^{-[-1,888 + 5,225(x_1)]}} \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-2,225}} \\
 &= 0,132
 \end{aligned}$$

Maka bila seorang anak tidak terpajan oleh udara ambient dengan konsentrasi mangan di atas baku mutu akan memiliki probabilitas kejadian iritasi saluran pernafasan sebesar 13,2%.

Sementara itu probabilitas kejadian iritasi saluran pernafasan bila terpajan oleh mangan melebihi baku mutu ($x_1 = 1$) adalah :

$$\begin{aligned}
 P(1) &= \frac{1}{1 + e^{-[-1,888 + 5,225(x_1)]}} \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-1,34}} \\
 &= 0,792
 \end{aligned}$$

Maka bila seorang anak terpajan oleh udara ambient dengan konsentrasi mangan di atas baku mutu akan memiliki probabilitas kejadian iritasi saluran pernafasan sebesar 79,2%.

Setelah didapatkan probabilitas untuk kelompok nonkasus (p_0) dan kelompok kasus (p_1) maka besar risiko dari kedua kelompok tersebut adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 RR &= \frac{P_1}{P_0} \\
 &= \frac{0,792}{0,132} = 6,0
 \end{aligned}$$

Artinya anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di atas baku mutu akan memiliki risiko kejadian iritasi saluran pernafasan sebesar 6 kali lebih tinggi dibandingkan anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di bawah baku mutu setelah dikontrol variabel konsentrasi kadmium dalam udara ambient, berat badan, jenis lantai terluas dalam rumah, jenis pencahayaan dalam rumah, dan status sosial ekonomi keluarga responden.

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian

6.1.1 Instrumen Penelitian

Data berupa konsentrasi debu dalam udara ambient, lingkungan fisik rumah, dan karakteristik individu berupa berat badan diambil secara langsung oleh peneliti dengan menggunakan instrumen berupa high volume air sampler, timbangan tubuh, termohigro-meter, meteran, dan luxmeter. Kelemahan yang dapat terjadi dalam proses pengumpulan data antara lain :

- a. Operator, karena dalam penelitian ini yang bertindak sebagai operator adalah peneliti sendiri maka ketelitian peneliti dalam melakukan pembacaan sangat mempengaruhi hasil ukur yang diperoleh
- b. Alat ukur, berkaitan dengan periode kalibrasi alat ukur yang tidak dilakukan secara teratur.

6.1.2 Bias Informasi

Instrumen yang digunakan untuk mengetahui karakteristik individu berupa status imunisasi adalah kuesioner. Untuk variabel ini dapat terjadi bias informasi yang berupa *recall bias* dimana responden tidak dapat menjawab, ragu-ragu, atau lupa mengenai status imunisasi anak yang telah dilakukan di masa lampau dan tidak dapat menunjukkan KMS anak. Bias informasi untuk variabel status imunisasi juga dapat terjadi karena responden yang diwawancarai bukan ibu dari anak, melainkan orang lain yang biasa mengasuh anak seperti ayah atau nenek karena ibu sedang bekerja.

6.1.3 Tingkat Keakuratan dan Kualitas Data

Tingkat keakuratan dan kualitas data yang dikumpulkan untuk variabel karakteristik individu sangat dipengaruhi oleh kejujuran responden. Hal ini dapat memperbesar kemungkinan terjadinya bias informasi. Selain itu

keakuratan dan kualitas data yang dikumpulkan dengan menggunakan instrument kuesioner dapat juga dipengaruhi oleh faktor subjektivitas pewawancara (peneliti).

6.2 Hubungan Konsentrasi Mangan, Kadmium, Timbal, dan TSP dalam Udara Ambient dengan Iritasi Saluran Pernafasan

6.2.1 Hubungan Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambient dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Dalam penelitian ini ditemukan konsentrasi mangan dalam udara ambient telah melampaui baku mutu yang ditetapkan oleh US EPA yaitu sebesar $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang juga menemukan bahwa konsentrasi mangan dalam udara ambient di sekitar kawasan pertambangan di Cina lebih dari $4,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Xinying, 2009). Dalam studi lainnya ditemukan bahwa konsentrasi mangan dalam sedimen di sekitar kawasan pertambangan di Filipina juga tinggi yaitu berkisar antara 132,8-304,7 ppm (Manalac, 2009). Hasil dalam penelitian ini dan penelitian sebelumnya mengindikasikan bahwa walaupun mangan terdapat lebih banyak di dalam kerak bumi daripada di permukaan bumi, namun dapat keluar dalam jumlah banyak akibat adanya kegiatan pertambangan atau pengerukan dan mencemari udara, air, serta tanah.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna antara konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Risiko anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di atas baku mutu udara adalah 4,18 kali lebih besar daripada anak yang menghirup udara dengan kadar mangan di bawah baku mutu. Hasil ini termasuk baru di dalam dunia ilmu pengetahuan sebab hingga saat ini masih belum ditemukan suatu hubungan kausalitas yang jelas antara konsentrasi mangan di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini dikarenakan mangan tidak mengalami akumulasi dalam saluran pernafasan, sehingga tidak dijumpai gangguan saluran nafas kronis pada kasus

pemajanan mangan. Kasus yang biasanya terlihat pada pajanan mangan adalah edema pada trakea, bronkus, dan bronkiolus (*Faktor Risiko*, 2011).

Mangan merupakan salah satu toksikan yang dapat menyebabkan efek kesehatan bersifat akut dan kronik pada saluran pernafasan manusia. Pada efek akut akan terlihat kejadian pneumonia akut yang dikenal dengan istilah *manganese pneumonia* dan sering berkembang hingga fatal. Sedangkan efek kronik pada saluran pernafasan adalah pneumonia berulang (Klaassen, et. al, 1986).

Hasil yang ditemukan dalam penelitian ini sejalan dengan beberapa laporan kasus yang berhasil dicatat oleh WHO. Dalam publikasinya, WHO mencatat terjadinya peningkatan insiden kasus pneumonia pada pekerja di tambang mangan. Namun hingga saat ini belum dapat dipastikan bahwa penyebab meningkatnya insiden pneumonia tersebut adalah konsentrasi mangan di udara ambient. Hal ini dikarenakan adanya faktor distribusi ukuran partikel debu mangan dan jenis senyawa mangan yang diduga juga memengaruhi kejadian peningkatan insiden pneumonia selain konsentrasinya di udara ambient (WHO,1981). Selain itu debu yang muncul pada proses penambangan mangan mengandung banyak logam lain selain mangan yang bersifat toxic bagi manusia dan dapat mengakibatkan iritasi pada saluran pernafasan seperti cadmium, arsenic, selenium, antimony, timbal, nikel, dan berilium sehingga belum dapat dipastikan bahwa penyebab iritasi saluran pernafasan pada pekerja tambang adalah murni akibat debu mangan. Secara spesifik iritasi yang muncul akibat debu dari pertambangan mangan berupa bronchitis hingga kerusakan paru-paru (Kaye, 1984).

Selain pada pekerja tambang, peningkatan keluhan gangguan pernafasan akibat pajanan debu mangan juga terjadi pada pekerja las. Pekerja las yang mengalami abnormalitas saluran pernafasan rata-rata telah bekerja sebagai tukang las selama 20,9 tahun. Dari penelitian ini terlihat bahwa waktu pemajanan juga dapat memengaruhi hubungan antara konsentrasi

mangan di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan (Bowler, Roels, Nakagawa, et. al, 2007).

Dalam publikasi lainnya, WHO melaporkan bahwa terdapat hubungan antara pajanan mangan melalui udara dengan peningkatan prevalensi gejala gangguan saluran hidung dan tenggorokan. Selain itu juga nampak gangguan fungsi saluran pernafasan bawah pada anak-anak yang terpajan mangan melalui udara. Peningkatan ini terjadi pada kondisi udara dengan konsentrasi mangan $4-7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan waktu pajanan rata-rata selama 5 hari jika dibandingkan dengan anak-anak yang tidak terpajan oleh mangan. Pada penelitian lainnya terlihat bahwa pajanan mangan melalui udara dengan konsentrasi yang kecil ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan kasus ISPA (WHO, 1981).

Hasil dalam penelitian ini juga sejalan dengan beberapa studi eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui efek dari pemajanan mangan terhadap kesehatan manusia. Penelitian eksperimental yang dilakukan oleh Dorman (2005) menunjukkan hasil bahwa pajanan mangan sulfat pada hewan monyet percobaan dengan konsentrasi $1,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ selama 15 hari pajanan atau lebih berhubungan dengan peningkatan konsentrasi mangan di paru-paru. Peningkatan konsentrasi ini lebih lanjut menyebabkan bronkiolitis subakut dan inflamasi saluran alveolar (Insiden=4/4; $p<0,05$) serta proliferasi pada bronkus (Insiden=3/4; $p<0,05$). Kejadian bronkiolitis dan inflamasi saluran alveolar terlihat menghilang setelah waktu pajanan 45 hari. Hal ini mengindikasikan bahwa pajanan subkronik mangan tidak berpengaruh pada ISPA. Hasil ini diperkirakan dapat diterapkan pada manusia karena manusia dan monyet memiliki susunan anatomi paru-paru yang sama serta sensitivitas terhadap asap rokok, debu, dan ozon pada bagian bronkus, dan saluran nafas spesifik lainnya sama antara manusia dengan monyet (Dorman, Struve, Gross, Wong, & Howroyd, 2005).

Iritasi saluran pernafasan yang dapat diakibatkan oleh debu mangan selain bronchitis adalah Pneumonitis (*Manganese pneumonitis*). Penelitian

dengan menggunakan hewan percobaan menunjukkan bahwa pneumonitis dapat terjadi karena perubahan pada sel-sel epitel yang ada di saluran nafas. Perubahan ini terjadi dengan sangat cepat dengan reaksi pertama muncul sejak 15 menit setelah pemaparan mangan. Lalu dalam 24 jam hewan percobaan akan mengalami kematian karena edema pada paru-paru. Kejadian sistemik ini tidak teramati pada manusia dalam penelitian. Hal ini dikarenakan debu mangan yang cukup berat sehingga banyak yang berjatuhan sebelum dapat masuk ke saluran pernafasan manusia. Karena dosis yang belum cukup maka kejadian yang teramati pada manusia hanya berupa gangguan pernafasan seperti batuk, pilek, dan sesak nafas (Davies and Harding, 1948).

Mengingat sifat mangan sebagai neurotoksik yang lebih kuat dibandingkan dengan logam lain seperti arsen namun gejala yang ditimbulkan tidak tampak secara jelas, maka perlu dilakukan tindakan untuk mencegah terjadinya keracunan mangan secara dini. Kegiatan yang perlu dilakukan antara lain analisis risiko akibat pajanan mangan terhadap kesehatan manusia secara komprehensif dan berkesinambungan, monitoring kualitas udara di sekitar pertambangan mangan secara berkelanjutan, dan analisis lebih lanjut bahaya pajanan mangan terhadap manusia, khususnya anak-anak. Semua kegiatan tersebut bertujuan untuk mendeteksi secara dini gejala keracunan mangan dan harus melibatkan lintas sektor seperti Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD), Dinas Kesehatan, Dinas Pertambangan, dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang *concent* di bidang lingkungan dan kesehatan. Bagi masyarakat yang telah mengalami keracunan mangan dengan gejala berupa iritasi saluran pernafasan perlu dilakukan pengobatan khusus. Pemberian suplemen berupa kalsium dan besi perlu dilakukan karena telah terbukti dapat menurunkan konsentrasi mangan di dalam tubuh. Selain itu karena mangan bersama dengan logam berat lainnya secara alamiah berada di lapisan kerak bumi maka kegiatan pertambangan perlu dikurangi frekuensinya dan pemerintah daerah harus

lebih selektif dalam memberikan izin mendirikan pertambangan tambang mangan kepada investor.

6.2.2 Hubungan Konsentrasi Kadmium dalam Udara Ambient dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Dalam penelitian ini ditemukan debu kadmium di dalam udara ambient dan memiliki hubungan bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini sejalan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa debu kadmium selalu ditemukan bersama-sama dengan debu timbal dan zink di sekitar kawasan tambang dan industri baterai. Umumnya kadmium masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur gastrointestinal (pencernaan) dan memberikan efek yang bersifat kronik. Namun apabila terjadi pajanan melalui saluran pernafasan maka dapat mengakibatkan efek akut berupa iritasi lokal pada saluran pernafasan, edema paru, dan pneumonitis (Hodgson, 2004).

Sejalan dengan hasil pada penelitian ini, hasil riset yang dilaporkan oleh MacFarland (1979) dan Lucas (1980) menyebutkan bahwa efek akut yang diakibatkan oleh pajanan debu kadmium adalah gejala kesulitan bernafas. Kejadian ini diakibatkan oleh iritasi saluran pernafasan berupa pneumonia (*chemical pneumonitis*) dan edema. Jika tidak segera mendapat pertolongan maka dapat mengakibatkan dampak yang fatal hingga kematian (WHO, 1992).

Berbeda dengan hasil dalam penelitian ini, efek pajanan debu kadmium pada saluran pernafasan tidak teramati pada beberapa penelitian. Hal ini dikarenakan sebagian besar kadmium yang masuk ke dalam tubuh manusia berasal dari makanan dan minuman. Oleh karena itu efek yang teramati umumnya bersifat kronik seperti kerusakan pada ginjal dan tulang. Namun pada beberapa penelitian terlihat bahwa pajanan debu kadmium juga dapat mengakibatkan gangguan pernafasan mulai dari iritasi lokal berupa pneumonitis hingga kanker pada paru-paru (Mead, 2010).

Untuk dapat mencegah iritasi saluran pernafasan pada anak-anak akibat pajanan debu kadmium maka perlu dilakukan monitoring kualitas udara di sekitar kawasan pertambangan. Mengingat jalur pajanan kadmium juga dapat melalui air maka BPLHD setempat juga perlu melakukan monitoring kualitas air secara rutin di sekitar kawasan pertambangan. Pemantauan gangguan kesehatan yang mungkin terjadi akibat pajanan kadmium juga perlu dilakukan pada anak-anak oleh Dinas Kesehatan setempat. Karena kadmium bersama dengan logam berat lainnya secara alamiah berada di lapisan kerak bumi maka kegiatan pertambangan perlu dikurangi frekuensinya.

6.2.3 Hubungan Konsentrasi Timbal dalam Udara Ambient dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara konsentrasi debu timbal di udara dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak. Selain disebabkan konsentrasi debu timbal yang masih berada di bawah baku mutu udara ambient, peneliti berpendapat hal ini terjadi karena ukuran debu timbal yang termasuk ke dalam $PM_{2,5}$ ($\leq 2,5 \mu m$). Hal ini menyebabkan debu timbal tidak terakumulasi di dalam saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi namun langsung menuju ke bagian saluran pernafasan bawah. Hal ini dapat mengakibatkan gangguan pernafasan lainnya seperti asma (Joseph, et.al., 2005) hingga gangguan saraf (Wakefield, 2002).

Sebagian besar konsentrasi timbal pada tubuh anak-anak berasal dari jalur pencernaan (oral), yaitu lebih dari 50%. Persentase timbal yang berasal dari jalur pernafasan pada anak-anak sangat kecil, yaitu sebesar 15%. Di samping itu timbal yang masuk melalui jalur pernafasan akan langsung masuk ke alveoli dan berdifusi ke dalam sistem peredaran darah. Oleh karena itu pada anak-anak konsentrasi timbal dalam darah adalah cerminan dari konsentrasi timbal di lingkungan sekitar anak (Haryanto, 2011). Hal inilah

yang menyebabkan hubungan yang tidak bermakna antara pajanan timbal dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak.

Walaupun dalam penelitian ini tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara pajanan debu timbal di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, tetap perlu dilakukan kegiatan pencegahan dampak kesehatan akibat pajanan timbal pada anak-anak. Timbal termasuk ke dalam logam yang dapat hadir akibat kegiatan manusia (antropogenik). Oleh karena itu kegiatan manusia seperti transportasi dan pertambangan yang dapat menghadirkan timbal dalam udara ambient perlu dikurangi frekuensinya. Selain itu pemberian suplemen kalsium perlu dilakukan karena kalsium telah terbukti menjadi kompetitor timbal di dalam darah anak. Pemberian suplemen kalsium pada anak-anak perlu memperhatikan bentuk yang menarik bagi anak-anak, misalnya dalam bentuk tablet hisap atau susu.

6.2.4 Hubungan Konsentrasi TSP dalam Udara Ambient dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara konsentrasi TSP di udara dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak. Berbeda dengan hasil dalam penelitian ini, penelitian lainnya menunjukkan hubungan yang bermakna antara konsentrasi TSP, baik yang berupa $PM_{2,5}$ maupun PM_{10} dengan kejadian iritasi saluran pernafasan di lokasi pembakaran limbah tebu (Cancado, et.al., 2006). Beberapa penelitian lainnya yang dilakukan di daerah pertanian juga menunjukkan hal yang berbeda dengan hasil dalam penelitian ini. TSP yang terdiri dari debu organik dan anorganik memiliki hubungan yang bermakna dengan iritasi saluran pernafasan yang berupa gangguan pernafasan ringan hingga pneumoconiosis (Schenker, et.al., 2009) serta peningkatan kematian akibat kerusakan paru-paru kronis (Schenker, 2000).

Hasil penelitian eksperimental juga menunjukkan hasil yang berbeda dengan hasil dalam penelitian ini. Terlihat bahwa hewan penelitian yang dipajani partikulat yang dapat mencemari udara seperti asap rokok, logam, partikel organik, dan hasil pembakaran memiliki risiko lebih tinggi untuk terkena iritasi saluran pernafasan dan alergi (Gilmour, et.al, 2001).

Peneliti memperkirakan hubungan tidak bermakna antara konsentrasi TSP dengan kejadian iritasi saluran pernafasan yang didapatkan dalam penelitian ini dipengaruhi oleh faktor temperatur udara. Merujuk pada hasil penelitian sebelumnya terlihat bahwa semakin rendah temperatur udara dapat meningkatkan kasus kematian akibat penyakit pernafasan yang disebabkan pajanan partikulat di udara ambient (Goodman, et.al., 2004). Karena hasil pengukuran temperatur udara di daerah penelitian cenderung tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$) maka peneliti memperkirakan hal inilah yang memengaruhi hubungan antara konsentrasi TSP dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak di daerah penelitian.

Dalam penelitian ini tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara pajanan TSP di udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Namun peneliti berpendapat tetap perlu dilakukan kegiatan pencegahan dampak kesehatan akibat pajanan TSP yang melebihi baku mutu di udara ambient pada anak-anak. Pengurangan frekuensi peledakan di lokasi tambang perlu dilakukan dalam rangka menurunkan konsentrasi partikulat debu di dalam udara ambient. Selain itu pemerintah daerah melalui dinas terkait seperti BPLHD dan Dinas Pertambangan perlu melakukan monitoring secara rutin terhadap parameter *total suspended particulate* di udara ambient sekitar kawasan tambang. Masyarakat secara aktif dapat menanam pepohonan yang berumur panjang dan rindang agar dapat mengurangi kecepatan angin dan agar udara tetap segar. Selain itu masyarakat juga sangat dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan ke puskesmas atau posyandu terdekat jika mengalami keluhan iritasi saluran pernafasan seperti batu, pilek, dan sesak nafas yang tidak disertai dengan demam.

6.3 Hubungan Kondisi Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

6.3.1 Hubungan Jenis Lantai Terlulus dalam Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang bermakna antara jenis lantai terlulus dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak. Anak-anak yang tinggal di dalam rumah dengan jenis lantai terlulus berupa batu atau tanah lebih berisiko untuk menderita iritasi saluran pernafasan dibandingkan dengan anak yang tinggal dalam rumah dengan lantai terlulus berupa keramik, tegel, atau plester. Hal ini dikarenakan batu atau tanah bukanlah bahan yang kedap air sehingga dapat meningkatkan kelembaban udara dalam rumah. Kelembaban udara yang tinggi dapat mengakibatkan penurunan daya tahan tubuh sehingga membuat anak lebih rentan terhadap penyakit-penyakit gangguan pernafasan (Kartono, et.al., 2008).

Lantai yang terbuat dari batu atau tanah selain dapat meningkatkan partikulat yang mencemari udara dalam rumah juga dapat meningkatkan kelembaban sehingga dapat memperbesar kemungkinan anak terkena iritasi saluran pernafasan. Lubis (1985) menjelaskan bahwa kenaikan kelembaban udara dalam rumah yang memiliki jenis lantai batu atau tanah terjadi karena penguapan air tanah di bawah lantai.

Untuk mencegah kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak maka bagi keluarga yang mampu lantai rumah sebaiknya dinaikkan dari permukaan tanah setinggi minimal 20 cm. Kemudian diberikan lapisan pembatas yang kedap air seperti semen, susunan tegel, marmer, atau keramik yang kedap air untuk mencegah masuknya uap air ke dalam rumah. Sementara itu untuk keluarga dengan kondisi sosial ekonomi rendah sehingga tidak mampu mengganti jenis lantai dari batu atau tanah sebaiknya setiap pagi memberikan percikan air pada lantai agar dapat mengurangi debu (tanah) yang beterbangan di udara. Peran serta pemerintah juga sangat dibutuhkan, misalnya dalam proses pencerdasan masyarakat dan bantuan

bagi masyarakat yang tidak mampu. Pencerdasan masyarakat dapat dilakukan melalui Dinas Kesehatan setempat terkait pentingnya kondisi rumah sehat terhadap kesehatan penghuninya. Bantuan pemerintah bagi masyarakat kurang mampu dapat berupa program perbaikan sanitasi rumah termasuk lantai rumah dan stimulant lainnya seperti bantuan bahan bangunan (semen, keramik atau ubin) bagi masyarakat yang kurang mampu.

6.3.2 Hubungan Jenis Dinding Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Berdasarkan hasil penelitian, tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara jenis dinding rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini tidak sejalan dengan hasil analisis SKDI yang dilakukan oleh Lubis (1996) yang menyatakan bahwa jenis dinding rumah merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kejadian ISPA (Wati, 2005). Namun dalam penelitian lainnya ditemukan hubungan yang tidak bermakna antara jenis dinding dengan gangguan saluran pernafasan berupa penyakit difteri (Kartono, 2008) dan ISPA (Sotir, et.al., 2003).

Dinding rumah adalah pembatas antara lingkungan dalam rumah dan luar rumah. Selain itu dinding juga berfungsi untuk melindungi isi rumah dari panas matahari, udara dingin, dan angin. Dinding rumah berperan penting dalam mempertahankan suhu dalam rumah dan media yang baik bagi proses *rising damp* (kelembaban yang naik dari tanah) yang memengaruhi nilai kelembaban dalam rumah.

Untuk dapat mencegah kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak maka perlu membuat rumah dengan dinding yang terbuat dari tembok atau mengganti bahan dinding pada rumah yang telah dibangun dengan menggunakan tembok. Hal ini dikarenakan tembok sangat baik untuk mencegah tingginya kelembaban dalam rumah. Umumnya di pedesaan masyarakat menggunakan bahan berupa anyaman bambu sebagai dinding. Bahan ini sebenarnya cukup baik karena dapat menahan segala jenis cuaca.

Namun anyaman bambu mudah untuk terbakar dan tidak mampu menahan kelembaban. Akibatnya rumah dengan jenis dinding anyaman bambu selalu memiliki kelembaban yang tinggi (Depkes RI, 1994).

Walaupun jenis dinding tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, namun faktor ini tetap perlu mendapatkan perhatian untuk dapat mencegah iritasi saluran pernafasan pada anak-anak. Karena terkait dengan konstruksi sebuah rumah intervensi yang dilakukan harus bersifat lintas sektor. Adapun yang dapat dilakukan antara lain pemberian pengetahuan pada masyarakat dan perbaikan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Pemberian pengetahuan pada masyarakat dapat dilakukan melalui penyuluhan dan *workshop* rumah sehat. Ketika pengetahuan masyarakat telah meningkat mengenai konsep rumah sehat dan kaitannya dengan kesehatan penghuni rumah diharapkan dapat merubah sikap dan perilakunya sehingga memiliki kemauan yang tinggi untuk memperbaiki dinding rumahnya. Sementara itu untuk memperbaiki kondisi sosial ekonomi dapat dilakukan pemerintah daerah setempat melalui kegiatan-kegiatan yang bersifat positif seperti penyediaan lapangan kerja baru bagi masyarakat.

6.3.3 Hubungan Keberadaan Ventilasi dalam Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang tidak bermakna antara ventilasi dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa ventilasi rumah memengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan karena dapat digunakan sebagai media pengontrol jumlah pollutant dalam ruangan (Breyse, et.al., 2004). Penelitian lainnya juga menyebutkan bahwa ventilasi yang baik dapat mengurangi konsentrasi PM_{10} (Bautista, et.al., 2009) dan asap dalam rumah (Mishra, 2003) yang dihasilkan oleh proses memasak dalam rumah. Untuk memperkecil risiko terjadinya gangguan pernafasan

juga sangat disarankan untuk menyediakan ventilasi yang cukup saat membangun rumah atau menambah jumlah ventilasi yang ada di dalam rumah (Jacobs, et.al., 2009). Hasil dalam penelitian ini terjadi karena kebiasaan penduduk untuk membuka pintu rumah di siang hari dengan maksud untuk mengurangi temperatur udara dalam rumah. Pintu yang terbuka dapat berfungsi juga sebagai ventilasi (Moturi, 2010) sehingga dapat mengurangi konsentrasi pollutant udara dalam rumah.

Walaupun ventilasi tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, faktor ini perlu diperhatikan dalam membangun sebuah rumah. Ventilasi yang baik harus dibuat dalam rumah sesuai dengan syarat dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 829 tahun 1999, yaitu minimal seluas 10% dari total luas seluruh lantai. Ventilasi adalah proses penyediaan udara bersih ke dalam rumah dan pengeluaran udara kotor ke luar rumah. Fungsi ventilasi dalam rumah adalah menjaga aliran dalam rumah tetap bersih dan segar, keseimbangan oksigen tetap terjaga, membebaskan udara dari bakteri pathogen dan mempertahankan kelembaban rumah dalam kondisi yang optimal. Oleh karena itu ketika membangun rumah harus memperhatikan ventilasi udara yang akan dibuat. Bagi rumah yang sudah didirikan dengan jumlah ventilasi yang kurang, perlu ditambahkan sehingga sesuai dengan syarat rumah sehat. Sementara itu bagi masyarakat yang menutup jendela rumah dengan plastik agar nyamuk tidak dapat masuk ke dalam rumah harus diberi informasi dan pengertian sehingga dapat mengganti plastik yang digunakan dengan kawat kasa. Perlu juga dilakukan pencerdasan masyarakat agar selalu membuka jendela di siang hari sehingga fungsinya sebagai ventilasi dapat optimal.

6.3.4 Hubungan Kepadatan Hunian dalam Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan hubungan yang tidak bermakna antara kepadatan hunian dalam rumah dengan kejadian iritasi

saluran pernafasan. Hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang mendapatkan hubungan bermakna antara kepadatan hunian dengan iritasi saluran pernafasan (Hatakka, et.al., 2010).

Hasil dalam penelitian ini diperkirakan terjadi karena rumah yang ditinggali oleh responden tergolong luas. Rata-rata luas rumah yang ditinggali responden adalah 32,68 m² dengan jumlah penghuni rata-rata sebanyak 6 orang setiap rumah. Hal ini membuat kemungkinan tidur bersama dalam satu ruangan menjadi lebih kecil dan dapat menurunkan risiko terjadinya iritasi saluran pernafasan (Koch, et.al., 2003). Sebaliknya, rumah dengan ukuran yang sempit dapat membuat anak-anak berada dalam satu ruangan yang sama secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Hal ini meningkatkan tingkat pajanan polutan dalam ruangan (*indoor air pollutant*) bagi anak-anak (Moturi, 2010).

Walaupun dalam penelitian ini kepadatan hunian tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, namun tetap perlu diperhatikan untuk kegiatan pencegahan. Bagi beberapa keluarga yang tinggal bersama di dalam satu rumah sebaiknya menempati rumah secara mandiri, misalnya dengan mengontrak atau menyewa rumah. Sementara itu bagi keluarga dengan jumlah anak yang banyak perlu mendapatkan pencerdasan dari puskesmas setempat mengenai konsep keluarga berencana yang benar. Hal ini mengingat kondisi budaya masyarakat setempat yang tidak meyetujui konsep keluarga berencana. Dengan meningkatnya pengetahuan masyarakat tentang keluarga berencana diharapkan dapat merubah sikap dan perilaku masyarakat untuk ikut serta dalam program tersebut dan mengendalikan jumlah anak yang dimiliki dalam satu keluarga.

6.3.5 Hubungan Jenis Pencahayaan dalam Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang bermakna antara jenis pencahayaan dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Dalam penelitian sebelumnya tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara jenis pencahayaan (alami dan buatan) dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini dikarenakan penelitian sebelumnya menemukan bahwa walaupun sinar matahari dapat masuk ke dalam rumah namun intensitasnya masih belum cukup untuk mengurangi kelembaban udara (Kartono, et.al., 2008).

Dahlan (1999) menerangkan bahwa pencahayaan alami berupa sinar matahari sangat diperlukan dalam rumah untuk menurunkan kelembaban udara serta membunuh bakteri pathogen. Sedangkan pencahayaan buatan didapatkan dari lampu listrik atau lampu minyak tanah dan umumnya digunakan pada waktu malam hari. Apabila cahaya matahari langsung dapat masuk ke dalam rumah dapat menurunkan kemungkinan anak untuk menderita iritasi saluran pernafasan (Wati, 2005). Untuk meningkatkan intensitas cahaya matahari langsung yang masuk ke dalam rumah dapat dengan cara memperbanyak jumlah ventilasi atau membiasakan membuka pintu rumah di pagi hari (Moturi, 2010).

Untuk dapat mengintervensi faktor risiko iritasi saluran pernafasan pada anak berupa jenis pencahayaan dalam rumah perlu dilakukan kegiatan pencerdasan bagi masyarakat dan perbaikan kondisi rumah. Pemerintah daerah setempat melalui dinas kesehatan dapat memberikan pencerdasan melalui penyuluhan, seminar atau *workshop* terkait pentingnya cahaya matahari langsung di dalam rumah dan kaitannya dengan kesehatan. Setelah masyarakat paham diharapkan memiliki kemauan lebih untuk memperbaiki kondisi rumahnya dengan jalan mengganti sebagian genteng rumah dengan genteng kaca sehingga sinar matahari dapat masuk ke dalam rumah. Sementara itu bagi masyarakat yang kurang mampu sebaiknya pemerintah

dapat menyediakan stimulant bagi mereka, misalnya dengan pemberian bahan bangunan berupa genteng kaca.

6.3.6 Hubungan Suhu Udara dalam Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara suhu udara dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mendapatkan hasil bahwa suhu udara mempengaruhi kejadian kematian akibat iritasi saluran pernafasan. Setiap peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan 0,4% kematian akibat iritasi saluran pernafasan. Hal yang sama juga terlihat pada saat suhu menurun, setiap penurunan 1°C suhu udara akan meningkatkan kasus kematian akibat iritasi saluran pernafasan sebanyak 2,6% (Goodman, et.al., 2004). Hasil ini juga telah dikonfirmasi dalam penelitian lainnya yang dilakukan di Cina dengan hasil bahwa suhu udara yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi zat pencemar dalam udara dan akhirnya meningkatkan kematian akibat iritasi saluran pernafasan bagian atas (Qian, et.al., 2008).

Bernard, et.al. (2001) menjelaskan bahwa suhu udara sangat memengaruhi kondisi pencemar udara, terlebih partikulat dalam udara ambient. Salah satu dampak suhu udara yang tinggi adalah dapat mengakibatkan terjadinya perubahan dalam distribusi dan tipe pencemar udara, termasuk *aeroallergen* (Koken, et.al., 2003). Hal ini dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kejadian iritasi saluran pernafasan.

Hingga saat ini belum dapat dipastikan hubungan kausalitas antara suhu udara, zat pencemar udara, dan kejadian iritasi saluran pernafasan. Penelitian terakhir berhasil membuktikan bahwa suhu udara dapat memengaruhi konsentrasi partikulat dalam udara ambient dan secara sinergis meningkatkan kejadian iritasi saluran pernafasan (Roberts, 2004). Namun belakangan dalam sebuah penelitian ekologi ditemukan interaksi yang

signifikan bahwa PM_{10} yang merubah hubungan antara suhu udara dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dan kardiovaskular (Ren, et.al., 2006).

Untuk mempertahankan kondisi di lokasi penelitian, sebaiknya suhu udara di dalam rumah dipertahankan atau dibuat menjadi lebih rendah. Penggunaan *air conditioner* cukup efektif untuk menurunkan konsentrasi partikulat dalam udara dengan jalan menurunkan suhu udara dalam ruangan (Roberts, 2004). Namun hal ini akan sulit diterapkan terlebih untuk daerah penelitian dengan status sosial ekonomi yang buruk. Untuk menurunkan suhu udara penduduk cenderung menggunakan kipas angin. Namun hal ini sangat tidak disarankan karena menggunakan kipas angin dalam suhu udara yang panas dapat meningkatkan dehidrasi sehingga mempercepat kejadian *heat stress* (Qian, et.al., 2008). Oleh karena itu cara yang paling efektif adalah dengan memperbanyak lubang ventilasi pada rumah (Wati, 2005).

Walaupun dalam penelitian ini tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara suhu udara dalam rumah dengan kejadian iritasi saluran pernafasan faktor ini tetap perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah tidak nyaman bagi penghuninya, khususnya anak-anak. Hal-hal yang perlu dilakukan untuk menjaga suhu udara dalam rumah tetap optimal antara lain membuka jendela rumah di siang hari, menjaga agar pencahayaan dalam rumah tetap optimal (tidak terlalu terang atau redup), dan memisahkan dapur dengan ruangan keluarga sehingga panas yang berasal dari proses memasak tidak masuk ke dalam ruang keluarga.

6.3.7 Hubungan Kelembaban Udara dalam Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara kelembaban udara dalam rumah dengan iritasi saluran pernafasan. Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa kelembaban udara berpengaruh terhadap penyakit iritasi saluran pernafasan dan kardiovaskular (Pope, et.al., 2004).

Kelembaban udara tidak berhubungan secara langsung dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Dalam beberapa penelitian tentang pengaruh pajanan partikulat terhadap kejadian gangguan saluran pernafasan seperti iritasi dan asma, kelembaban sering dimasukkan dan terbukti sebagai variabel yang mempengaruhi hubungan antara partikulat dan gangguan saluran pernafasan (Vichit-Vadakan, et.al., 2008; Liao, et.al., 2010). Hal ini ditegaskan dalam laporan IPCC (2007) yang menyatakan bahwa kenaikan kelembaban udara akibat perubahan iklim telah memengaruhi kesehatan manusia dengan jalan merusak metabolisme dan memengaruhi siklus alamiah tubuh dalam mengontrol penguapan cairan tubuh (English, et.al., 2009). Dengan adanya mekanisme ini manusia menjadi lebih rentan terhadap penyakit-penyakit infeksi dan iritasi pada saluran pernafasan.

Mekanisme lain menyebutkan bahwa kelembaban udara dapat memengaruhi konsentrasi berbagai partikulat dalam udara ambient baik yang bersifat fisik, zat kimia, maupun biologis. Suatu hasil penelitian menunjukkan semakin rendah kelembaban udara dapat menurunkan prevalens/konsentrasi debu mites. Sehingga dapat menurunkan kemungkinan terjadinya iritasi saluran pernafasan pada anak-anak (Jacobs, et.al., 2009). Sementara itu penelitian lainnya menyebutkan bahwa kelembaban udara yang buruk dapat menurunkan daya tahan tubuh anak. Akibatnya kerentanan terhadap penyakit, khususnya penyakit saluran pernafasan akan meningkat. Kelembaban yang tidak ideal dalam rumah juga dapat meningkatkan daya tahan hidup bakteri di ruangan (Kartono, et.al, 2008).

Kelembaban udara berhubungan dengan kondisi lingkungan fisik rumah. Jenis lantai, jenis dinding, dan ventilasi adalah variabel yang memengaruhi nilai kelembaban udara di dalam rumah. Untuk menjaga kondisi kelembaban udara tetap optimal sebaiknya memperhatikan faktor-faktor tersebut seperti membuat lantai lebih tinggi dari permukaan tanah dan terbuat dari bahan yang kedap air, menghindari papan atau anyaman bambu

sebagai bahan untuk dinding rumah, dan mengoptimalkan ventilasi hingga minimal memiliki luas 10% dari luas lantai rumah (Wati, 2005).

Dalam penelitian ini tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara kelembaban udara dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Namun faktor kelembaban udara dalam rumah tetap perlu mendapat perhatian untuk mencegah iritasi saluran pernafasan pada anak. Kelembaban udara dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga perubahan yang diharapkan tidak dapat terjadi dengan cepat atau *instant*. Penyuluhan terhadap masyarakat perlu dilakukan di tahap awal untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya kelembaban udara optimal dalam rumah terhadap kesehatan anak. Setelah itu perbaikan kondisi rumah harus dilakukan secara lintas sektor oleh pemerintah dan lembaga swadaya masyarakat (LSM) yang fokus dalam bidang kesehatan.

6.3.8 Hubungan Penerangan Matahari dalam Rumah dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang tidak bermakna antara penerangan matahari dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini dikarenakan seluruh rumah responden telah mendapat penerangan matahari dengan intensitas yang cukup menurut Kementerian Kesehatan RI dalam Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 829 tahun 1999, yaitu lebih dari 60 lux. Hasil penelitian menunjukkan intensitas matahari yang masuk ke dalam rumah responden di wilayah penelitian berkisar antara 81-976 lux. Dengan nilai seperti ini diperkirakan ultraviolet yang masuk ke dalam rumah sudah cukup banyak untuk membunuh mikroba pathogen penyebab ISPA dan membuat kondisi kelembaban udara optimal. Kondisi ini dapat menurunkan kemungkinan anak-anak menderita iritasi saluran pernafasan (Kartono, et.al., 2008).

Walaupun nilai pencahayaan dalam rumah responden baik namun perlu diperhatikan juga cahaya yang berlebihan di dalam rumah akan

mengganggu kenyamanan penghuninya. Cahaya yang kurang di dalam rumah dapat menyebabkan sulitnya melakukan kegiatan sehari-hari seperti menulis dan membaca. Namun cahaya yang berlebihan juga dapat mengakibatkan silau dan merusak mata (Wati, 2005). Rata-rata intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam rumah responden adalah 486,81 lux. Nilai ini perlu diturunkan untuk menjaga temperatur dalam rumah tetap nyaman dan tidak merusak mata.

Dalam penelitian ini tidak ditemukan hubungan bermakna antara penerangan matahari dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, namun faktor ini tetap perlu diperhatikan dalam upaya pencegahan iritasi saluran pernafasan pada anak-anak. Hal ini dikarenakan pencahayaan yang tidak sesuai syarat (terlalu redup atau silau) akan mengakibatkan kondisi tidak nyaman bagi anak dan mempengaruhi suhu dalam rumah. Bagi rumah dengan pencahayaan matahari yang kurang dapat mengganti sebagian genteng yang digunakan dengan genteng yang terbuat dari bahan yang dapat ditembus cahaya matahari. Selain itu dapat juga dengan membuka jendela untuk mengoptimalkan sinar matahari di pagi hingga siang hari. Untuk rumah dengan penyinaran matahari yang berlebih dapat dikurangi dengan cara menggunakan tirai pada jendela.

6.4 Hubungan Karakteristik Individual dengan Iritasi Saluran Pernafasan

6.4.1 Hubungan Jenis Kelamin dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara jenis kelamin dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Anak dengan jenis kelamin laki-laki umumnya akan lebih rentan terhadap iritasi saluran pernafasan karena aktivitas mereka yang lebih tinggi dibandingkan dengan anak dengan jenis kelamin perempuan. Akibatnya anak laki-laki membutuhkan udara lebih banyak dan hal ini membuat frekuensi

bernafas anak laki-laki lebih tinggi. Dengan meningkatnya frekuensi bernafas akan meningkatkan risiko pajanan polutan pada anak laki-laki.

Namun hasil dalam penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa jenis kelamin tidak memengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan (Hatakka, et.al., 2010). Pedersen (1981) dan Homoe (1999) dalam penelitiannya di Greenland juga tidak menemukan hubungan bermakna antara jenis kelamin dengan kejadian gangguan pernafasan, termasuk di dalamnya otitis media dan *common cold* (Koch, et.al., 2003). Sementara itu hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa dengan pajanan PM₁₀ dalam konsentrasi yang sama, anak perempuan berisiko dua kali lebih besar untuk menderita iritasi saluran pernafasan dibandingkan dengan anak laki-laki. Namun penyebab terjadinya hal ini masih belum dapat diketahui secara pasti (Ezzati, 2001).

Tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara jenis kelamin dengan kejadian iritasi saluran pernafasan dalam penelitian ini. Namun faktor ini perlu mendapat pertimbangan dalam usaha pencegahan iritasi saluran pernafasan bagi anak. Anak laki-laki cenderung lebih menyukai kegiatan di luar rumah. Kegiatan yang dilakukan oleh anak laki-laki umumnya juga lebih berat dibandingkan dengan anak perempuan. Oleh karena itu orang tua sebaiknya mengurangi aktivitas anak di luar rumah.

6.4.2 Hubungan Umur dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara umur dan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak. Hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menerangkan bahwa umur memiliki hubungan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Data menunjukkan bahwa 49% kematian pada anak-anak akibat iritasi saluran pernafasan dan pneumonia di seluruh dunia terjadi pada anak-anak usia muda, khususnya dengan usia di bawah 5 tahun (Adler, 2010). Selain itu penelitian di Eropa juga menunjukkan bahwa dampak pencemaran udara

terhadap gangguan saluran pernafasan terlihat lebih tinggi pada anak-anak. Sebanyak 4,6% kematian karena iritasi saluran pernafasan pada anak-anak disebabkan oleh polusi udara dalam ruangan dan 1,8%-6,4% kematian disebabkan oleh pencemaran udara luar ruangan (Valent, et.al., 2004). Suatu penelitian epidemiologi juga menunjukkan bahwa dampak pencemaran udara pada saluran pernafasan lebih jelas terlihat pada kelompok usia anak-anak (Brauer, et.al., 2002).

Semakin kecil usia anak akan semakin berisiko untuk mengalami iritasi saluran pernafasan, terlebih untuk anak berusia di bawah 5 tahun. Hal ini dikarenakan anak dengan usia yang muda akan lebih banyak menghabiskan waktu mereka di dalam rumah bersama dengan ibunya, termasuk ketika ibu sedang melakukan kegiatan memasak di dapur. Akibatnya mereka akan menghabiskan lebih banyak waktu untuk menghirup polutan udara dalam rumah. Ditambah dengan masih rendahnya kekebalan tubuh, anak dengan usia lebih muda akan lebih rentan terhadap penyakit saluran pernafasan, termasuk di dalamnya iritasi saluran pernafasan (Rehfuess, et.al., 2006).

Kasper, et.al. (2005) menjelaskan bahwa usia anak-anak memiliki tingkat kerentanan terhadap iritasi saluran pernafasan akibat pajanan polusi udara dibandingkan dengan kelompok umur remaja atau dewasa. Hal ini dikarenakan anak-anak memiliki rasio bernafas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok dewasa. Di samping itu, anak-anak juga aktif bermain di luar rumah. Akibatnya jumlah polutan udara yang terhirup akan lebih banyak. Polutan udara, khususnya yang berupa partikulat dapat mengganggu mekanisme signaling antara molekul dan target yang berujung pada kerusakan sistem homeostatis sel pada saluran pernafasan hingga paru-paru. Hal inilah yang menjelaskan tingginya kasus iritasi saluran pernafasan pada anak-anak (Orazzo, et.al., 2010).

Dalam penelitian ini tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara umur anak dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, namun tetap perlu

diperhatikan untuk dapat melakukan tindakan pencegahan. Anak-anak adalah kelompok umur yang lebih menyukai bermain di luar rumah. Mengingat tingginya konsentrasi debu mangan dalam udara ambient di lokasi penelitian sebaiknya orang tua mengurangi frekuensi bermain anak di luar rumah. Hal yang dapat dilakukan adalah menyediakan sarana bermain bagi anak di dalam rumah yang menarik sekaligus bersifat mendidik. Jika diperlukan dapat juga mengundang teman bermain anak untuk bermain di dalam rumah. Di samping itu orang tua juga harus menjamin kualitas udara di dalam rumah dengan cara memisahkan ruang dapur agar polutan dari kegiatan memasak tidak mencemari udara di dalam rumah.

6.4.3 Hubungan Berat Badan dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna antara berat badan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak. Hal ini sesuai dengan teori yang ada dan penelitian sebelumnya yang mendapatkan hasil bahwa berat badan berhubungan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, gangguan pernafasan lainnya, dan penyakit kardio-vaskular (Sacks, et.al., 2011).

Hubungan signifikan antara berat badan yang tidak ideal dengan kejadian iritasi saluran pernafasan telah dijelaskan dalam hasil penelitian lainnya yang dilakukan pada kelompok anak-anak obesitas. Pada kelompok anak *overweight* dan obesitas rasio menghirup zat pencemar udara, khususnya partikulat lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok anak yang memiliki berat badan normal. Hal ini dikarenakan anak dengan status obesitas memiliki volume tidal paru-paru yang lebih besar dan frekuensi bernafas yang lebih cepat. Akibatnya jumlah zat pencemar udara yang terhirup lebih besar dibandingkan anak dengan status berat badan normal (Bennett, 2004). Hal ini dipertegas dalam penelitian lainnya yang menyimpulkan bahwa anak dengan berat badan yang tinggi membutuhkan lebih banyak udara untuk bernafas, air untuk diminum, dan makanan untuk

dimakan. Kebutuhan-kebutuhan tersebut meningkat karena jumlah unit berat badan mereka jauh lebih banyak. Konsekuensinya zat pencemar akan lebih banyak masuk ke dalam tubuh (Landrigan, et.al., 2005; Kim, et.al., 2004).

Dalam penelitian ini terlihat bahwa semakin rendah berat badan akan semakin berisiko terhadap kejadian iritasi saluran pernafasan. Saat ini belum banyak dilakukan penelitian yang mencari hubungan kausalitas antara berat badan kurang dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Namun WHO memperkirakan berat badan kurang akan menjadi sumber masalah utama pada tahun 2020 ketika kondisi diperburuk dengan krisis pangan akibat perubahan iklim. Diperkirakan berat badan kurang akan menjadi 5 penyebab utama *disability-adjusted life year* (DALY) termasuk di dalamnya yang berhubungan dengan iritasi saluran pernafasan (Sheffield, et.al., 2011).

WHO telah mengidentifikasi kaitan antara kondisi gizi dengan beberapa penyakit pernafasan. Kondisi *overweight* atau obesitas dapat menjadi pencetus kejadian sesak nafas, salah satu gejala terjadinya iritasi saluran pernafasan. Untuk menghindari hal ini WHO merekomendasikan untuk mengontrol jenis makanan yang dikonsumsi. Hasil studi menunjukkan bahwa menghindari makanan yang berbentuk padatan efektif untuk mencegah iritasi saluran pernafasan. Sebaliknya untuk anak-anak dengan nilai BMI yang kurang sebaiknya memperbanyak mengkonsumsi jenis makanan dengan tingkat kalori yang tinggi untuk mencegah terjadinya iritasi saluran pernafasan dan gangguan pernafasan kronik lainnya (Bousquet and Khaltaev, 2007).

Dalam penelitian ini diketahui bahwa anak-anak dengan berat badan yang kurang memiliki risiko yang lebih besar untuk mengalami iritasi saluran pernafasan. Oleh karena itu perbaikan gizi anak sangat perlu dilakukan. Hal yang perlu diperhatikan oleh orang tua adalah pemberian makanan yang tinggi kalori dan energi bagi anak dengan berat badan rendah. Di samping itu pemberian makanan tambahan bagi anak di sekolah juga perlu dilakukan.

6.4.4 Hubungan Status Sosial Ekonomi dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang bermakna antara status sosial ekonomi responden dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa anak-anak yang tinggal dalam keluarga dengan status sosial ekonomi rendah (miskin) memiliki risiko yang lebih besar untuk menderita penyakit saluran pernafasan seperti iritasi saluran pernafasan, asma, hingga kanker (Cooney, 2011).

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa penderita iritasi saluran pernafasan dan gangguan pernafasan lainnya umumnya berasal dari rumah tangga miskin yang rumahnya tidak terawat dengan baik, jarang dibersihkan, dan tinggal menyatu dengan hewan peliharaan. Akibatnya konsentrasi debu dalam rumah akan menjadi lebih tinggi sehingga mengakibatkan peningkatan risiko iritasi saluran pernafasan (Sordillo, et.al., 2011). Tingginya konsentrasi debu di dalam rumah didukung juga oleh faktor ketidakmampuan keluarga miskin untuk membeli alat pembersih udara dan fasilitas lainnya yang dapat digunakan untuk mengurangi konsentrasi debu di dalam rumah (Moturi, 2010). Dalam penelitian lainnya diketahui bahwa rumah tangga miskin yang memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap iritasi saluran pernafasan menggunakan sumber daya yang dapat menghasilkan lebih banyak zat polutan udara seperti kayu bakar untuk kegiatan memasak di dalam rumah (Ezzati, 2001).

Untuk dapat memperkecil risiko iritasi saluran pernafasan pada anak yang tinggal di dalam keluarga miskin perlu menghilangkan sumber-sumber pencemar udara dalam rumah, termasuk di dalamnya adalah mengganti bahan bakar yang digunakan untuk memasak. Hal ini cukup sulit untuk dilakukan karena keluarga miskin umumnya tidak memiliki cukup uang untuk membeli kompor dengan emisi yang sedikit jumlahnya seperti kompor gas atau kompor listrik. Belajar dari pengalaman Negara India, pemerintah

memberikan subsidi untuk pembelian kompor listrik. Namun pada akhirnya program ini gagal karena tidak cukupnya dana yang dimiliki pemerintah. Cara lainnya adalah dengan memberikan pinjaman lunak kepada masyarakat miskin melalui bank. Namun program ini juga gagal karena proses pengembalian uang yang tidak lancar. Akhirnya pemerintah berhasil memecahkan masalah dengan mendatangkan donor luar negeri untuk menyuplai kompor gas dan listrik dengan harga murah bagi masyarakat (Adler, 2010).

Status sosial ekonomi terbukti memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan. Oleh karena itu perlu mendapatkan intervensi untuk mengurangi risiko anak menderita iritasi saluran pernafasan. Karena kondisi sosial ekonomi merupakan faktor yang memerlukan intervensi bersifat multi sektor maka perubahan yang diharapkan terjadi membutuhkan waktu yang cukup lama dan membutuhkan kerja sama lintas sektor yang baik. Pemerintah dapat menyediakan lapangan pekerjaan yang lebih baik bagi penduduk sehingga dapat meningkatkan status sosial ekonomi keluarganya. Lembaga swadaya masyarakat juga dapat berperan dengan jalan pemberdayaan masyarakat melalui peningkatan keterampilan seperti bercocok tanam atau membuka usaha kecil dan menenah di bidang kerajinan tangan. Apabila kondisi sosial ekonomi masyarakat telah meningkat diharapkan faktor risiko lain yang berkaitan dengan iritasi saluran pernafasan dapat ditekan seperti faktor rumah sehat dan kondisi individual anak (berat badan dan status imunisasi).

6.4.5 Hubungan Status Imunisasi dengan Iritasi Saluran Pernafasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara status imunisasi dengan iritasi saluran pernafasan. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa status imunisasi berhubungan secara signifikan dengan iritasi saluran pernafasan dan penyakit influenza. Anak-anak dengan status imunisasi tidak lengkap

memiliki risiko 5 kali lebih besar untuk terkena iritasi saluran pernafasan dan influenza dibandingkan anak-anak dengan status imunisasi lengkap (Williams, et.al., 2010).

Pada penelitian lainya juga terlihat bahwa kasus iritasi saluran pernafasan meningkat pada daerah yang sedang mengalami krisis atau peperangan karena penurunan cakupan imunisasi. Secara spesifik imunisasi yang berhubungan secara langsung dengan kejadian iritasi saluran pernafasan di daerah perang adalah imunisasi campak dan pertusis. Oleh karena itu sangat penting untuk menjaga nilai cakupan imunisasi di suatu daerah untuk mencegah peningkatan kasus penyakit saluran pernafasan baik yang bersifat infeksi maupun iritasi (Bellos, et.al., 2010).

Penyakit yang berkaitan dengan saluran pernafasan memiliki hubungan yang erat dengan imunitas seseorang. Sistem imun akan mengatur proses signaling antara molekul dan target di dalam saluran pernafasan. Anak-anak memiliki sistem imunitas tubuh yang masih berada dalam tahap perkembangan (Orazzo, et.al., 2009). Apabila hal ini diperburuk dengan status imunisasi yang tidak lengkap akan menyebabkan anak-anak menjadi lebih rentan terhadap iritasi saluran pernafasan.

Hubungan yang tidak bermakna antara status imunisasi dengan iritasi saluran pernafasan dalam penelitian ini dapat terjadi karena tingginya cakupan imunisasi di daerah studi. Cakupan imunisasi yang tinggi di daerah studi terjadi karena adanya tenaga kesehatan (bidan) yang secara rutin melakukan kunjungan ke rumah-rumah penduduk setiap bulan untuk melakukan imunisasi pada anak-anak. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mendapatkan hasil berupa penurunan risiko iritasi saluran pernafasan pada daerah dengan cakupan imunisasi yang tinggi (Williams, et.al., 2010).

Walaupun dalam penelitian ini status imunisasi anak tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian iritasi saluran pernafasan, tetap harus mendapat perhatian dalam rangka pencegahan kasus. Untuk itu

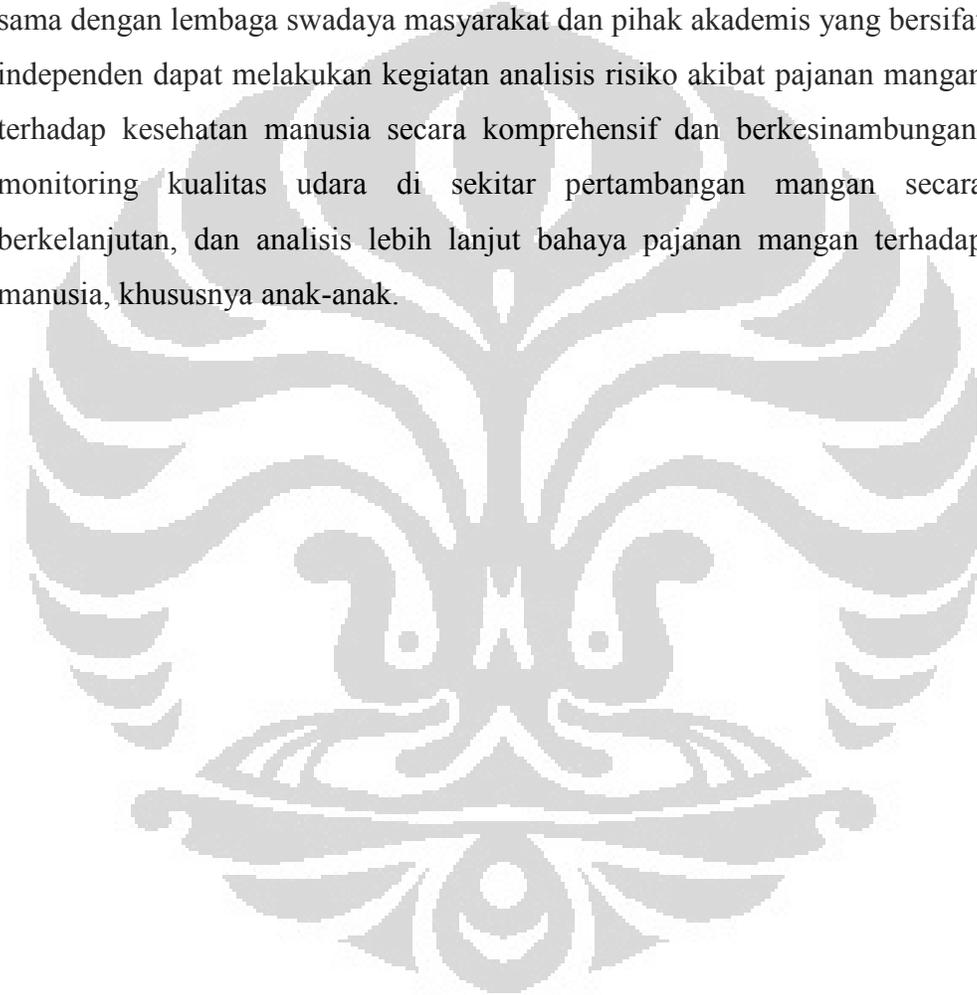
cakupan imunisasi di lokasi penelitian harus ditingkatkan. Puskesmas atau posyandu yang memiliki wilayah kerja di lokasi penelitian harus menggunakan sistem “jemput bola” dengan mendatangi rumah warga satu per satu (*door to door*). Selain itu sistem pencatatan dan pelaporan harus lebih diperkuat oleh puskesmas atau posyandu. Hal ini berguna untuk proses monitoring dan evaluasi program. Selain itu puskesmas atau posyandu dapat merekrut dan melatih kader yang ada di masyarakat sehingga dapat menjadi motor penggerak bagi para ibu untuk membawa anaknya ke puskesmas agar dapat diimunisasi. Untuk mewujudkan hal ini sangat diperlukan komitmen dari berbagai pihak, termasuk pemerintah.

6.5 Faktor Penentu Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan pada Anak

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel yang memiliki hubungan bermakna dengan kejadian iritasi saluran pernafasan adalah konsentrasi mangan dalam udara ambient, konsentrasi kadmium dalam udara ambient, berat badan, jenis lantai terluas dalam rumah, jenis pencahayaan dalam rumah, dan status sosial ekonomi keluarga. Sementara itu hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa dari seluruh variabel tersebut, yang paling berpengaruh terhadap kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak adalah konsentrasi mangan dalam udara ambient.

Anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di atas baku mutu udara memiliki risiko untuk mengalami iritasi saluran pernafasan 25,58 kali lebih besar dibandingkan dengan anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di bawah baku mutu setelah dikontrol oleh variabel konsentrasi kadmium dalam udara ambient, berat badan, jenis lantai terluas dalam rumah, jenis pencahayaan dalam rumah, dan status sosial ekonomi keluarga. Hal ini berarti sasaran utama atau prioritas utama program intervensi yang harus dilakukan adalah pada faktor risiko konsentrasi mangan dalam udara ambient, setelah itu baru dilakukan intervensi pada faktor risiko lain yang mempengaruhi kejadian iritasi saluran pernafasan.

Dengan adanya hasil penelitian ini sangat diharapkan pemerintah daerah Kabupaten Manggarai Timur dapat melakukan intervensi dengan jalan melakukan pengurangan jumlah dan frekuensi kegiatan pertambangan di Desa Satar Punda. Selain itu juga melakukan pemantauan secara rutin terhadap kualitas udara ambient di sekitar daerah pertambangan mangan, terutama untuk parameter debu logam berat. Selanjutnya pemerintah bekerja sama dengan lembaga swadaya masyarakat dan pihak akademis yang bersifat independen dapat melakukan kegiatan analisis risiko akibat pajanan mangan terhadap kesehatan manusia secara komprehensif dan berkesinambungan, monitoring kualitas udara di sekitar pertambangan mangan secara berkelanjutan, dan analisis lebih lanjut bahaya pajanan mangan terhadap manusia, khususnya anak-anak.



BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang ditemukan dalam penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Konsentrasi mangan dalam udara ambient di Desa Satar Punda, Kecamatan Manggarai Timur, NTT pada tahun 2011 telah melampaui nilai baku mutu yang ditetapkan oleh US EPA yaitu dengan rata-rata sebesar $2,8 \times 10^{-4} \text{ mg/m}^3$
2. Kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak di Desa Satar Punda, Kecamatan Manggarai Timur, NTT pada tahun 2011 masih tinggi dengan insiden sebesar 86,8% selama periode waktu 2 bulan pengamatan.
3. Terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian iritasi saluran pernafasan pada anak-anak di lokasi penelitian. Anak-anak yang menghirup dengan kadar mangan di atas baku mutu udara memiliki risiko 4,18 kali lebih besar untuk menderita iritasi saluran pernafasan dibandingkan dengan anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di bawah nilai baku mutu udara ambient
4. Variabel yang berpengaruh terhadap kejadian iritasi saluran pernafasan selain konsentrasi mangan dalam udara ambient adalah konsentrasi kadmium dalam udara ambient, berat badan, jenis lantai terluas dalam rumah, jenis pencahayaan dalam rumah, dan status sosial ekonomi keluarga
5. Variabel yang paling berpengaruh terhadap kejadian iritasi saluran pernafasan adalah konsentrasi mangan dalam udara ambient. Risiko anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di atas baku mutu untuk mengalami iritasi saluran pernafasan adalah 6 kali lebih besar

dibandingkan anak yang menghirup udara dengan konsentrasi mangan di bawah baku mutu udara setelah dikontrol oleh variabel konsentrasi kadmium dalam udara ambient, berat badan, jenis lantai terluas dalam rumah, jenis pencahayaan dalam rumah, dan status sosial ekonomi keluarga.

7.2 Saran

7.2.1 Bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Manggarai Timur

1. Melalui Dinas Kesehatan melakukan program pencerdasan kepada masyarakat mengenai rumah sehat dan kaitannya dengan kesehatan masyarakat. Kemudian melakukan supervisi, monitoring, dan evaluasi untuk menilai keberhasilan program secara rutin
2. Melalui Dinas Pertambangan melakukan pengurangan frekuensi kegiatan pertambangan mangan di sekitar kawasan pemukiman penduduk untuk mengurangi konsentrasi debu mangan dan logam lainnya di dalam udara ambient
3. Melalui Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah melakukan pemantauan kualitas udara ambient secara rutin setiap bulan terutama untuk parameter debu logam berat di sekitar kawasan pertambangan mangan yang ada di Kabupaten Manggarai Timur
4. Memberikan stimulant berupa bahan bangunan seperti semen, genteng, dan ubin/keramik kepada masyarakat yang kurang mampu untuk memperbaiki rumah sehingga sesuai dengan syarat rumah sehat yang tercantum dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 829/MENKES/SK/VII/1999
5. Lebih selektif dalam memberikan izin mendirikan usaha pertambangan mangan dengan mempertimbangkan efek buruk debu mangan dan logam berat lain yang dapat muncul dalam udara ambient di kawasan tambang bagi kesehatan penduduk dan

dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) yang dibuat.

6. Bekerja sama dengan lembaga swadaya masyarakat dan pihak akademis yang sifatnya independen untuk terus melakukan analisis risiko akibat paparan mangan terhadap kesehatan manusia secara komprehensif dan berkesinambungan, monitoring kualitas udara di sekitar pertambangan mangan secara berkelanjutan, dan analisis lebih lanjut bahaya paparan mangan terhadap manusia, khususnya anak-anak.

7.2.2 Bagi Puskesmas dan Posyandu

1. Lebih berperan aktif dalam pemberian pencerdasan kepada masyarakat baik berupa seminar, penyuluhan, dan *workshop* mengenai pentingnya memiliki rumah sehat dan kaitannya dengan kesehatan penghuninya
2. Meningkatkan kegiatan pencerdasan tentang pentingnya program keluarga berencana bagi masyarakat agar dapat mengurangi kepadatan hunian dalam rumah
3. Mulai melakukan metode “jemput bola” atau *door to door* dalam menjalankan program imunisasi. Dengan metode ini diharapkan cakupan imunisasi di wilayah studi dapat meningkat
4. Berperan aktif dalam melakukan deteksi dini keracunan mangan pada penduduk, khususnya anak-anak yang tinggal di sekitar kawasan pertambangan mangan
5. Meningkatkan kegiatan pencatatan dan pelaporan agar dapat dilakukan monitoring dan evaluasi terhadap keberhasilan program.

7.2.3 Bagi Masyarakat

1. Sebelum mendirikan rumah sebaiknya direncanakan dengan baik sehingga dapat membangun rumah sehat yang sesuai dengan syarat

yang tercantum dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 829/MENKES/SK/VII/1999

2. Bagi rumah yang telah didirikan dan tidak sesuai dengan syarat kesehatan mengusahakan semaksimal mungkin agar menjadi sesuai. Misalnya dengan melakukan penambahan jumlah jendela atau ventilasi dalam rumah, memperbaiki lantai dan dinding, serta mengganti sebagian atap dengan genteng yang dapat ditembus oleh sinar matahari langsung
3. Bagi rumah yang ditinggali bersama-sama oleh beberapa keluarga dan memiliki kepadatan hunian yang tinggi ($>3,5 \text{ m}^2/\text{orang}$) atau di atas rata-rata ($>6,1 \text{ m}^2/\text{orang}$) sebaiknya tinggal secara terpisah dan mandiri, misalnya dengan mengontrak atau menyewa rumah serta turut serta dalam program keluarga berencana
4. Mendirikan dapur yang letaknya terpisah dengan ruangan inti dalam rumah sehingga dapat mengurangi temperatur dan polutan udara dalam rumah
5. Bagi orang tua yang memiliki anak berjenis kelamin laki-laki dan sering beraktivitas di luar rumah sebaiknya mulai mengurangi aktivitas anak di luar rumah mengingat konsentrasi mangan yang tinggi dalam udara ambient. Hal ini dapat dilakukan dengan menyediakan sarana bermain anak yang menyenangkan di dalam rumah atau dengan mengajak teman bermain anak ke rumah agar bisa bermain bersama anak di dalam rumah

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2003. Pengaruh Pemberian ASI terhadap Kasus ISPA pada Bayi Umur 0-4 Bulan, Tesis Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta.
- Adler T. 2010. *Better Burning, Better Breathing : Improving Health with Cleaner Cook Stoves*, Environmental Health Perspectives, 118 (3) : A124-A129.
- Alonemistry. 2011. Faktor Risiko Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Balita, <http://kesmas-unsoed.blogspot.com/2011/03/faktor-risiko-kejadian-infeksi-saluran.html>, Sabtu, 25 Juni 2011.
- Bahri, Beben Saiful. 2008. Pajanan PM₁₀ Udara dalam Ruang Kelas dan Gangguan ISPA Serta Fungsi Paru pada Anak Sekolah Dasar di Kecamatan Cakung Jakarta Timur, Tesis Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta.
- Bautista LE, Correa A, Baumgartner J, Breyse P, Matanoski GM. 2009. *Indoor Charcoal Smoke and Acute Respiratory Infection in Young Children in the Dominican Republic*, American Journal of Epidemiology, 169 (5) : 572-580.
- Bellos A, Mulholland K, O'Brien KL, Qazi SA, Gayer M, Checchi F. 2010. The burden of acute respiratory infections in crisis-affected populations: a systematic review, BioMed Central diakses dari <http://www.conflictandhealth.com/content/4/1/3>, Sabtu, 25 Juni 2011.
- Bennett WD, Zeman KL. 2004. *Effect of body size on breathing pattern and fine-particle deposition in children*, J Appl Physiol, 97 : 821-826.
- Bouchard M, Laforest F, Vandelac L, Bellinger D, Mergler D. 2007. *Hair Manganese and Hyperactive Behaviors: Pilot Study of School-Age Children Exposed through Tap Water*, Environmental Health Perspectives, 115 (1) : 122-127.
- Bousquet J and Khaltaev N. 2007. *Global Surveillance, Prevention, and Control of Chronic Respiratory Diseases : a Comprehensive Approach*, World Health Organization, Geneva.
- Brauer M, Hoek G, Van-Vliet P, Meliefste K, Fischer PH, Wijga A, et.al.. 2002. *Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and*

asthmatic and allergic symptoms in children, Am J Respir Crit Care Med 166(8):1092–1098.

Breyse P, Farr N, Galke W, Lanphear B, Morley R, Bergofsky L. 2004. *The Relationship Between Housing and Health : Children at Risk*, Environmental Health Perspectives, 112 (5) : 1583-1588.

Broor S, Parveen S, Bharaj P, Prasad VS, Srinivasulu KN, Sumanth KM, et. al.. 2007. *A Prospective Three-Year Cohort Study of the Epidemiology and Virology of Acute Respiratory Infections of Children in Rural India*, PLoS one, 2(6): e491.

Cancado JED, Saldiva PHN, Pereira LAA, Lara LB, Artaxo P, Martinelli LA, et. al.. 2006. *The Impact of Sugar Cane-Burning Emission on the Respiratory System of Children and Elderly*, Environmental Health Perspectives, 114 (5) : 725-729.

Cooney CM. 2011. *Preparing a People : Climate Change and Public Health*, Environmental Health Perspectives, 119 (4) : A166-A171.

Departemen Kesehatan Ditjen PPM dan PLP. 2000. *Pedoman Program Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan AKut (ISPA) untuk Penanggulangan Pneumonia pada Balita*, Departemen Kesehatan, Jakarta.

Departemen Kesehatan RI. 1994. *Bina Lingkungan Sehat, Kecakapan Khusus Saka Bhakti Husada*, Departemen Kesehatan, Jakarta.

Dorman DC, Struve MF, Gross EA, Wong BA, Howroyd PC. 2005. *Sub-chronic inhalation of high concentrations of manganese sulfate induces lower airway pathology in rhesus monkeys*, Respiratory Research, 6 (121) : 1-10.

English PB, Sinclair AH, Ross Z, Anderson H, Boothe V, Davis C, et.al.. 2009. *Environmental Health Indicators of Climate Change for the United States : Finding from the State of Environmental Health Indicator Collaborative*, Environmental Health Perspectives, 117 (11) : 1673-1681.

Estrella B, Estrella R, Oviedo J, Narvaez X, Reyes MT, Gutierrez M, et.al.. 2005. *Acute Respiratory Diseases and Carboxyhemoglobin Status in School Children of Quito, Ecuador*, Environmental Health Perspectives, 113 (5) : 607-611.

- Ezzati M and Kammen DM. 2001. *Quantifying the Effect of Exposure to Indoor Air Pollution from Biomass Combustion on Acute Respiratory Infections in Developing Countries*, Environmental Health Perspectives, 109 (5) : 481-488.
- FMOH of the Government of Sudan and World Health Organization. 2011. *Weekly Morbidity and Mortality Bulletin CDWMMB Week No.21*, WHO, Sudan.
- Gilmour MI, Daniels M, McCrillis RC, Winsett D, Selgrade MJ. 2001. *Air Pollutant-Enhanced Respiratory Disease in Experimental Animals*, Environmental Health Perspectives, 109 (4) : 619-622.
- Goodman PG, Dockery DW, Clancy L. 2004. *Cause-Specific Mortality and the Extended Effects of Particulate Pollution and Temperature Exposure*, Environmental Health Perspectives, 112 (2) : 179-185.
- Hafeman D, Litvak PF, Cheng Z, Van Geen A, Ahsan H. 2007. *Association between Manganese Exposure through Drinking Water and Infant Mortality in Bangladesh*, Environmental Health Perspectives, 115 (1) : 1107-1112.
- Haryanto B 2011, 'Efek Kesehatan Timah Hitam (Pb)', *Proceedings of Sosialisasi Hasil Kajian Pencemar Pb di Serpong dan Sekitarnya*, Serpong, pp 1-38.
- Hatakka K, Piirainen L, Pohjavuori S, Poussa T, Savilahti E, Korpela R. 2010. *Factors Associated with Acute Respiratory Illness in Day Care Children*, Scandinavian Journal of Infectious Diseases, Volume 42 : 704-711.
- Hodgson E. 2004. *A Textbook of Modern Toxicology*, John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey.
- Jacobs DE, Wilson J, Dixon SL, Smith J, Evens A. 2009. *The Relationship of Housing and Population Health : a 30-Years Retrospectives Analysis*, Environmental Health Perspectives, 117 (4) : 597-604.
- Joseph CLM, Havstad S, Ownby DR, Peterson EL, Maliarik M, McCabe MJ, et. al.. 2005. *Blood Lead Level and Risk of Asthma*, Environmental Health Perspectives, 113 (6) : 900-904.
- Kartono B, Purwana R, Djaja IM. 2008. *Hubungan Lingkungan Rumah dengan Kejadian Luar Biasa (KLB) Difteri di Kabupaten Tasikmalaya (2005-2006) dan Garut Januari 2007, Jawa Barat*, Makara Kesehatan, 12 (1) : 8-12.

- Kaye HK. 1984. *Particles Causing Lung Disease*, Environmental Health Perspectives, 55 : 97-109.
- Kazantzis, George. 1981. *Role of Cobalt, Iron, Lead, Manganese, Mercury, Platinum, Selenium, and Titanium in Carcinogenesis*, Environmental Health Perspectives, 40 : 143-161.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Profil Kesehatan Indonesia 2009*, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Khan K, Litvak PF, Wasserman GA, Liu X, Ahmed E, Parvez F, et.al.. 2010. Manganese Exposure from Drinking Water and Children's Classroom Behavior in Bangladesh, <http://dx.doi.org/>, Kamis, 16 Juni 2011.
- Kim JJ, American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health. 2004. *Ambient air pollution: health hazards to children*, Pediatrics 114 : 1699-1707.
- Klaassen CD, Amdur MO, Doull J. 1986. *Toxicology The Basic Science of Poisons Third Edition*, Macmillan Publishing Company, New York.
- Koch A, Molbak K, Homoe P, Sorensen P, Hjuler T, Ehmer M, et.al.. 2003. *Risk Factors for Acute Respiratory Tracts Infections in Young Greenlandic Children*, American Journal of Epidemiology, 158 (4) : 374-384.
- Koken PJM, Piver WT, Ye F, Elixhauser A, Olsen LM, Portier CJ. 2003. *Temperature, Air Pollution, and Hospitalization for Cardiovascular Diseases among Elderly People in Denver*, Environmental Health Perspectives, 111 (10) : 1312-1317.
- Landrigan PJ, Garg A. 2005. *Children are not little adults. In: Children's Health and the Environment—A Global Perspective: A Resource Manual for the Health Sector*, World Health Organization, Geneva.
- Liao D, Shaffer ML, Rodriguez-Colon S, He F, Li X, Wolbrette DL, et.al.. 2010. *Acute Adverse Effect of Fine Particulate Air Pollution on Ventricular Repolarization*, Environmental Health Perspectives, 118 (7) : 1010-1015.
- Lindawaty. 2010. Partikulat (PM₁₀) Udara Rumah Tinggal yang Mempengaruhi Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Balita (Penelitian di Kecamatan Mampang Prapatan, Jakarta Selatan Tahun 2009-2010), Tesis Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta.

- Llyod D and HE Harding. 1948. *Manganese Pneumonitis Further Clinical and Experimental Observation*, British Journal of Industrial Medicine, 8 (82) : 82-91.
- Manalac SM 2009, 'Marinduque (Philippines) : 11 Years After The Marcopper Mining Incidents', *Proceedings of The Pacific Basin Consortium for Environment and Health's 13th International Conference*, pp 1-16. Available from http://www.pacificbasin.org/PBC_2009_Conference/followup/Program.html. [7 November 2011].
- Mead MN. 2010. *Cadmium Confusion, Do Consumer Need Protection?*, Environmental Health Perspectives, 118 (12) : A528-A534.
- Mihrshahi S, Oddy WH, Peat JK, & Kabir I. 2008. Association between infant feeding patterns and diarrhoeal and respiratory illness: A cohort study in Chittagong, Bangladesh, BioMed Central diakses dari <http://www.internationalbreastfeedingjournal.com/content/3/1/28>, Jumat, 1 Juli 2011.
- Mishra V. 2003. *Indoor Air Pollution from Biomass Combustion and Acute Respiratory Illness in Preschool Age Children in Zimbabwe*, International Journal of Epidemiology, Volume 32 : 847-853.
- Moturi WN. 2010. *Risk Factors for Indoor Air Pollution in Rural Households in Maucho Division, Molo District, Kenya*, African Health Sciences, 10 (3) : 230-234.
- Pope CA, Hansen ML, Long RW, Nielsen KR, Eatough NL, Wilson WE, et.al.. 2004. *Ambient Particulate Air Pollution, Heart Rate Variability, and Blood Markers of Inflammation in a Panel of Elderly Subject*, Environmental Health Perspectives, 112 (3) : 339-345.
- Qian Z, He Q, Lin HM, Kong L, Bentley CM, Liu W, et.al.. 2008. *High Temperatures Enhanced Acute Mortality Effect of Ambient Particle Pollution in the "Oven" City of Wuhan, China*, Environmental Health Perspectives, 116 (9) : 1172-1178.
- Rehfuess E, Mehta S, Pruss-Ustun A. 2006. *Assessing Household Solid Fuel Use : Multiple Implication for the Millenium Development Goals*, Environmental Health Perspectives, 114 (3) : 373-378.

- Ren C, Gail M, Williams, Tong S. 2006. *Does Particulate Matter Modify the Association Between Temperature and Cardiorespiratory Diseases?*, Environmental Health Perspectives, 114 (11) : 1690-1696.
- Roberts S. 2004. *Interaction Between Particulate Air Pollution and Temperature in Air Pollution Mortality Time Series Studies*, Environ Res, 96 : 328-337.
- Rosemarie MB, Harry AR, Sanae N, Marija D, Emily D, Robert P, et. al.. 2007. *Dose-effect relationship between Manganese Exposure and Neurological, Neuropsychological, and Pulmonary Function in Confined Space Bridge Welders*, Occup Environ Med , 64 : 167-177.
- Rothman KJ dan Greenland S. 1998. *Modern Epidemiology Second Edition*, Lippincott-Ravers Publishers, Philadelphia.
- Sacks JD, Stanek LW, Luben TJ, Johns DO, Buckley BJ, Brown JS, et.al.. 2011. *Particulate Matter-Induced Health Effects : Who is Susceptible?*, Environmental Health Perspectives, 119 (4) : 446-454.
- Sastroamoro, Sudibdo dan Sofyan Ismael. 2002. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*, Sagung Seto, Jakarta.
- Schenker M, Pinkerton KE, Mitchell D, Vallyathan V, Elvine-Kreis B, Green FHY. 2009. *Pneumoconiosis from Agricultural Dust Exposure among Young California Farworkers*, Environmental Health Perspectives, 117 (6) : 988-994.
- Schenker M. 2000. *Exposure and Health Effect from Inorganic Agricultural Dust*, Environmental Health Perspectives, 108 (4) :661-664.
- Sheffield PE, Landrigan PJ. 2011. *Global Climate Change and Children's Health: Threats and Strategies for Prevention*, Environmental Health Perspectives, 119 (3) : 291-298.
- Shulman, Phair, dan Sommers. 2004. *Dasar Biologis & Klinis Penyakit Infeksi Edisi Keempat*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Siziya S, Muula AS, & Rudatsikira E. 2009. Diarrhoea and acute respiratory infections prevalence and risk factors among under-five children in Iraq in 2000, BioMed Central diakses dari <http://www.ijponline.net/content/35/1/8>, Jumat, 1 Juli 2011.

- Sordillo JE, Alwis UK, Hoffman E, Gold DR, Milton DK. 2011. *Home Characteristics as Predictors of Bacterial and Fungal Microbial Biomarkers in House Dust*, Environmental Health Perspectives, 119 (2) : 189-195.
- Sotir M, Yeatts K, dan Shy C. 2003. *Presence of Asthma Risk Factors and Environmental Exposure Related to Upper Respiratory Infections-Triggered Wheezing in Middle School-Age Children*, Environmental Health Perspectives, 111 (4) : 657-662.
- Subbid Pemantauan Pencemaran. 2009. Teknik Sampling Kualitas Udara, <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang-pengendalian/subid-pemantauan-pencemaran/171-teknik-sampling-kualitas-udara>, Selasa, 28 Juni 2011.
- T, Gertrudis. 2010. Hubungan antara Kadar Partikulat (PM₁₀) Udara Rumah Tinggal dengan Kejadian ISPA pada Balita di Sekitar Pabrik Semen PT Indocement, Citeureup, Tahun 2010, Tesis Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta.
- Tanpa nama. 2011. Acute Respiratory Infections, <http://www.who.int>, Kamis, 16 Juni 2011.
- The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. 2006. *Diseases Control Priorities in Developing Countries*, Oxford University Press, New York.
- Valent F, Little D, Bertollini R, Nemer LE, Barbone F, Tamburlini G. 2004. Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe, *Lancet* 363(9426):2032–2039.
- Vichit-Vadakan N, Vajayanapoom N, Ostro B. 2008. *The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) : Estimating the Mortality Effects of Particulate Matter in Bangkok, Thailand*, Environmental Health Perspectives, 116 (9) : 1179-1182.
- Wakefield J. 2002. *The Lead Effect?*, Environmental Health Perspectives, 110 (10) : A574-A580.
- Wasserman GA, Liu X, Parvez F, Ahsan H, Levy D, Livak PF, et. al.. 2006. *Water Manganese Exposure and Children's Intellectual Function in*

- Araihazar, Bangladesh*, Environmental Health Perspectives, 114 (1) : 124-129.
- Wati, Erna Kusuma. 2005. Hubungan Episode Infeksi Saluran Pernafasan Akut dengan Pertumbuhan Bayi Umur 3 Sampai 6 Bulan, Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Williams CJ, Schweiger B, Diner G, Gerlach F, Haaman F, Krause G, et. al.. 2010. *Seasonal Influenza Risk in Hospital Healthcare Workers is More Strongly Associated with Household than Occupational Exposures : Results from a Prospective Cohort Study in Berlin, Germany, 2006/07*, BMC Infectious Disease, 10 (8) : 1-11.
- Woolf A, Wright R, Amarasiriwardena C, Bellinger D. 2002. *A Child with Chronic Manganese Exposure from Drinking Water*, Environmental Health Perspectives, 110 (6) : 1-4.
- World Health Organization. 1981. Environmental Health Criteria 17 (Manganese), <http://www.inchem.org/pages/ehc.html>, Kamis, 16 Juni 2011.
- World Health Organization. 1981. *Environmental Health Criteria 17 (Manganese)*, WHO, Geneva.
- World Health Organization. 1992. Environmental Health Criteria 134 (Cadmium), <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc134.htm>, Selasa, 25 Oktober 2011.
- Xinying Z 2009, 'Community Exposure in a Mining Area as a Result of Mine Industrial Activities', *Proceedings of The Pacific Basin Consortium for Environment and Health's 13th International Conference*, pp 1-36. Available from http://www.pacificbasin.org/PBC_2009_Conference/followup/Program.html. [7 November 2011].



Lampiran 1

Surat Izin Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR
KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU
(KPPTSP)

Jalan Basuki Rachmat No. 01 - Telp. (0380) 833080, Fax.(0380) 833213 KUPANG - NTT

Kupang, 21 Juli 2011

Nomor : 070/ 1546/KPPTSP/2011
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada
Yth. Bupati Manggarai Timur
Cq. Kepala Badan Kesbang Linmas
Kabupaten Manggarai Timur

di -

BORONG

Menunjuk Surat Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Nomor : 6496/H2.F10/PPM.00.00/2011 Tanggal 08 Juli 2011, perihal Mohon Izin Pelaksanaan Penelitian dan setelah mempelajari rencana kegiatan/proposal yang diajukan, maka dapat diberikan Izin Penelitian kepada Mahasiswa :

Nama : **ACHMAD NAUFAL AZHARI**
NIM : 0806457943
Jurusan/Prodi : Kesehatan Lingkungan
Kebangsaan : Indonesia

Untuk melakukan penelitian dengan judul :

" HUBUNGAN KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA AMBIENT DENGAN KEJADIAN IRITASI SALURAN PERNAFASAN (STUDI KOHORT PROSPEKTIF PADA ANAK-ANAK USIA 6 SAMPAI 12 TAHUN DI KECAMATAN REO MANGGARAI NUSA TENGGARA TIMUR TAHUN 2011) "

Lokasi : Kabupaten Manggarai Timur
Pengikut :
Lamanya Penelitian : 2 (dua) bulan
Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

Peneliti berkewajiban menghormati/mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di daerah setempat dan melaporkan hasil penelitian kepada Gubernur Nusa Tenggara Timur Cq. Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Bupati Manggarai Timur.

Demikian pemberitahuan ini dan atas perhatian disampaikan terima kasih.

a.n. **GUBERNUR NUSA TENGGARA TIMUR**
KEPALA KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR,



Tembusan,

1. Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang (sebagai laporan);
2. Wakil Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang;
3. Kepala Badan Kesbangpol dan Linmas Provinsi NTT di Kupang;
4. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia di Depok;
5. Yang bersangkutan.

Konsentrasi mangan Achmad Naufal Azhari, FKM UI, 2012



PEMERINTAH PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR
KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU
(KPPTSP)

Jalan Basuki Rachmat No. 01 - Telp. (0380) 833080, Fax.(0380) 833213 KUPANG - NTT

Kupang, 21 Juli 2011

Nomor : 070/ 1545/KPPTSP/2011
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada
Yth. Bupati Manggarai
Cq. Kepala Badan Kesbang Linmas
Kabupaten Manggarai

di -
RUTENG

Menunjuk Surat Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Nomor : 6497/H2.F10/PPM.00.00/2011 Tanggal 08 Juli 2011, perihal Mohon Izin Pelaksanaan Penelitian dan setelah mempelajari rencana kegiatan/proposal yang diajukan, maka dapat diberikan Izin Penelitian kepada Mahasiswa :

Nama : **ACHMAD NAUFAL AZHARI**
NIM : 0806457943
Jurusan/Prodi : Kesehatan Lingkungan
Kebangsaan : Indonesia

Untuk melakukan penelitian dengan judul :

" HUBUNGAN KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA AMBIENT DENGAN KEJADIAN IRTIASI SALURAN PERNAFASAN (STUDI KOHORT PROSPEKTIF PADA ANAK-ANAK USIA 6 SAMPAI 12 TAHUN DI KECAMATAN REO MANGGARAI NUSA TENGGARA TIMUR TAHUN 2011) "

Lokasi : Kecamatan Reo Kabupaten Manggarai
Pengikut : -
Lamanya Penelitian : 2 (dua) bulan
Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

Peneliti berkewajiban menghormati/mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di daerah setempat dan melaporkan hasil penelitian kepada Gubernur Nusa Tenggara Timur Cq. Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Bupati Manggarai.

Demikian pemberitahuan ini dan atas perhatian disampaikan terima kasih.

a.n. GUBERNUR NUSA TENGGARA TIMUR
KEPALA KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR,



Tembusan,

1. Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang (sebagai laporan);
2. Wakil Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang;
3. Kepala Badan Kesbangpol dan Linmas Provinsi NTT di Kupang;
4. Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Kab. Manggarai di Ruteng;
5. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia di Depok;
6. Yang bersangkutan di tempat (asli untuk yang bersangkutan).



PEMERINTAH PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR
KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU
(KPPTSP)

Jalan Basuki Rachmat No. 01 - Telp. (0380) 833080, Fax.(0380) 833213 KUPANG - NTT

Kupang, 21 Juli 2011

Nomor : 070/ 1547/KPPTSP/2011
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada
Yth. Walikota Kupang
Kepala Badan Kesbang Linmas Kota
Kupang

di -

KUPANG

Menunjuk Surat Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Nomor : 6492/H2.F10/PPM.00.00/2011 Tanggal 08 Juli 2011, perihal Mohon Izin Pelaksanaan Penelitian dan setelah mempelajari rencana kegiatan/proposal yang diajukan, maka dapat diberikan Izin Penelitian kepada Mahasiswa :

Nama : **ACHMAD NAUFAL AZHARI**
NIM : 0806457943
Jurusan/Prodi : Kesehatan Lingkungan
Kebangsaan : Indonesia

Untuk melakukan penelitian dengan judul :

" HUBUNGAN KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA AMBIENT DENGAN KEJADIAN IRITASI SALURAN PERNAFASAN (STUDI KOHORT PROSPEKTIF PADA ANAK-ANAK USIA 6 SAMPAI 12 TAHUN DI KECAMATAN REO MANGGARAI NUSA TENGGARA TIMUR TAHUN 2011) "

Lokasi : Kota Kupang
Pengikat : -
Lamanya Penelitian : 2 (dua) bulan
Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas
Indonesia

Peneliti berkewajiban menghormati/mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di daerah setempat dan melaporkan hasil penelitian kepada Gubernur Nusa Tenggara Timur Cq. Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Walikota Kupang.

Demikian pemberitahuan ini dan atas perhatian disampaikan terima kasih.

a.n. **GUBERNUR NUSA TENGGARA TIMUR**
KEPALA KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR,



Tembusan,

1. Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang (sebagai laporan);
2. Wakil Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang;
3. Kepala Badan Kesbangpol dan Linmas Provinsi NTT di Kupang;
4. Kepala Badan Pelayanan Perizinan Terpadu Kota Kupang di Kupang;
5. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Achmad Naufal Azhari, FKM UI, 2012
6. Yang bersangkutan di tempat (asli untuk yang bersangkutan).



PEMERINTAH KOTA KUPANG
BADAN KESATUAN BANGSA, POLITIK DAN

PERLINDUNGAN MASYARAKAT

Jl. S. K. Leric Telp. (0380) 826573
KUPANG

SURAT KETERANGAN MELAKUKAN PENELITIAN / SURVEY

Nomor : BKBPPM.070 / 2845 / III / 07 / 2011

Berdasarkan : Surat Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Prov. NTT,
Nomor : 070/1547/KPPTSP/2011 tanggal 21 Juli 2011 Perihal Ijin
Penelitian.
Menimbang : Bahwa demi kelancaran tugas dimaksud, maka perlu dikeluarkan
suatu rekomendasi.

WALIKOTA KUPANG

Dengan ini menyatakan ===== **TIDAK KEBERATAN** ===== Kepada :

Nama : **ACHMAD NAUFAL AZHARI**
N I M : 0806457943
Pekerjaan : Mahasiswa
Fakultas / Jurusan : FKM / Kesehatan Lingkungan
Universitas / PT : Universitas Indonesia
Alamat : Kelurahan TDM
Untuk : Melakukan Penelitian dalam rangka penyusunan Skripsi
dengan Judul :

**" HUBUNGAN KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA
AMBIENT DENGAN KEJADIAN IRITASI SALURAN
PERNAFASAN (STUDI KOHORT PROSPEKTIF PADA ANAK -
ANAK USIA 6 SAMPAI 12 TAHUN DI KECAMATAN REO,
MANGGARAI NUSA TENGGARA TIMUR TAHUN 2011 ".**

Lama : 2 (dua) bulan, Terhitung Mulai Tanggal Surat ini
Lokasi : Kota Kupang
Pengikut :

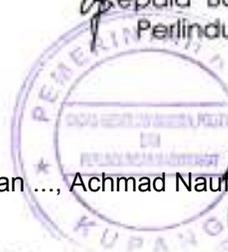
Dengan ketentuan :

1. Wajib memberitahukan maksud dan tujuan penelitian kepada Instansi Pemerintah / Swasta yang hendak diteliti.
2. Selama melakukan Penelitian, tidak diijinkan untuk melakukan kegiatan lain yang mengganggu ketertiban masyarakat.
3. Wajib melaporkan hasil Penelitian kepada Walikota Kupang Cq. Kepala Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat Kota Kupang.
4. Ijin Penelitian ini akan dicabut dan dinyatakan tidak berlaku lagi apabila Pihak Peneliti melanggar ketentuan - ketentuan di atas.

Demikian Surat Keterangan ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya dan diharapkan agar Pihak - pihak yang mendapat tembusan surat ini memberikan bantuan sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Kupang, 25 juli 2011.

An Walikota Kupang
Kepala Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan
Perlindungan Masyarakat Kota Kupang



[Signature]

Drs. JEWARUS ALEX =
NIP. 19591231 199003 1 091



PEMERINTAH KABUPATEN MANGGARAI
KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU

Jl. Motang Rya No.1, Ruteng

IZIN PENELITIAN

Nomor : 503/KPPTSP/112/IP/VIII/2011

Berdasarkan : Surat Pengantar dari Wakil Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Nomor : 6497/H2.F10/PPM.00.00/2011 tanggal 08 Juli 2011;
Perihal : Izin Penelitian;
Menimbang : Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan dimaksud, perlu dikeluarkan Surat Izin;
Mengingat : Undang-undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah.

Dengan ini memberikan :
IZIN PENELITIAN

Kepada :

Nama : Achmad Naufal Azhari
NIM : 806457943
Pekerjaan : Mahasiswa
Fakultas / Prodi : Kesehatan Masyarakat / Kesehatan Masyarakat / Kesehatan Lingkungan

Untuk melakukan penelitian di :

Judul : " Konsentrasi Mangan dalam Udara Ambient dan Kejadian Iritasi Saluran Pernafasan (Studi Kohort Prospektif pada Anak-anak Usia 06 Sampai 12 Tahun di Kecamatan Reo, Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur Tahun 2011"
Lokasi : Kecamatan Reo
Pengikut : -
Lama Penelitian : 4 (empat) Minggu, 08 Agustus s/d 08 September 2011

Dengan ketentuan :

1. Wajib melaporkan maksud dan tujuan kegiatan kepada Camat setempat;
2. Selama melakukan kegiatan, yang bersangkutan tidak diperkenankan melakukan kegiatan di bidang lain;
3. Berbuat positif, tidak melakukan hal-hal yang mengganggu KAMTIBMAS setempat;
4. Wajib melaporkan hasil kegiatan kepada Gubernur NTT dan Bupati Manggarai;
5. Izin Penelitian ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya dan diharapkan kepada pimpinan Instansi Pemerintah ataupun swasta yang dihubungi agar dapat memberikan bantuan sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
6. Setelah selesai penelitian, wajib melampirkan Surat keterangan Selesai Penelitian dari Kepala Desa/Lurah dan Camat.

Demikian Izin Penelitian ini diberikan untuk dipergunakan dan diharapkan agar pihak-pihak yang mendapat tembusan surat ini memberikan bantuan sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku, dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam keputusan ini, maka akan diadakan perbaikan dan peninjauan kembali sebagaimana mestinya.

Ruteng, 08 Agustus 2011

Kepala Kantor Pelayanan Perizinan
Terpadu Satu Pintu,



Des. HILARIUS JONTA, M.Si

Konsentrasi mangan ..., Achmad Naufal Azhari, FKIM UI, 2012

NIP. 19640312 199303 1 013



PEMERINTAH KABUPATEN MANGGARAI TIMUR
KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU

Jl. Trans Flores – Wae Reca – Borong

ASLI

IZIN PENELITIAN

Nomor : KPPT.503/15/IP/VIII/2011

- Berdasarkan : 1. Surat Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, No: 6496/H2.F10/PPM.00.00/2011, Lamp: -, Hal: Ijin Penelitian dan Menggunakan Data;
2. Surat Gubernur Nusa Tenggara Timur cq. Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Provinsi Nusa Tenggara Timur, Nomor: 070/1546/KPPTSP/2011, Sifat: Biasa, Lampiran: -, Hal: Izin Penelitian.
- Menimbang : Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan dimaksud, perlu dikeluarkan Surat Izin;
- Mengingat : Undang-undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah;

Dengan ini memberikan :

IZIN PENELITIAN

Kepada :

Nama : Achmad Naufal Azhari
Nomor KTP : 32.7103.070391.0004
Pekerjaan : Mahasiswa
Instansi : Universitas Indonesia

Untuk Melakukan Penelitian di :

Lokasi : Kecamatan Lamba Leda
Pengikut :
Lama Penelitian : 8 Agustus s/d 8 September 2011

Dengan Ketentuan :

1. Wajib melaporkan maksud dan tujuan kegiatan kepada Camat setempat;
2. Selama melakukan kegiatan, yang bersangkutan tidak diperkenankan melakukan kegiatan di bidang lain;
3. Berbuat positif, tidak melakukan hal-hal yang mengganggu KAMTIBMAS setempat;
4. Wajib melaporkan hasil kegiatan kepada Bupati Manggarai Timur;
5. Izin Penelitian ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya dan diharapkan kepada Pimpinan Instansi Pemerintah ataupun Swasta yang dihubungi agar dapat memberikan bantuan sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
6. Setelah selesai Penelitian, wajib melampirkan surat keterangan selesai penelitian dari Kepala Desa/Lurah dan Camat. Demikian Izin Penelitian ini diberikan untuk dipergunakan dan diharapkan agar pihak-pihak yang mendapat tembusan surat ini memberikan bantuan sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku.



NIP.19681001 199403 1 009

Tembusan :

1. Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang (sebagai laporan);
2. Bupati Manggarai Timur di Borong (sebagai laporan);
3. Kepala Badan Kesbangpol dan Linmas Provinsi NTT di Kupang;
4. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia di Depok;
5. Camat Lamba Leda di Benteng Jawa;
6. Yang bersangkutan di tempat.



Lampiran 2 Kuesioner dan Lembar Observasi

**KUESIONER KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA AMBIENT DAN
KEJADIAN IRITASI SALURAN PERNAFASAN
(Studi Kohort Prospektif pada Anak-Anak Usia 6 sampai 12 Tahun di Desa Satar
Punda, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur Tahun 2011)**

KUESIONER DASAR

Diawal Penelitian

Nomor Kuesioner :

Tanggal Wawancara : .../.../2011

Nama Pewawancara :
.....

A. IDENTITAS RESPONDEN

Responden adalah seseorang yang setiap hari bertanggungjawab sebagai pengasuh utama anak (ibu kandung, ibu tiri, atau ibu angkat)

Nama Responden :
.....

Alamat :
.....

Informed Consent

Ibu/Sdri perkenalkan nama saya Achmad Naufal Azhari. Saya dari Universitas Indonesia (UI). Saat ini saya sedang melakukan pengumpulan data tentang hubungan konsentrasi mangan dalam udara ambient dengan kejadian ISPA pada anak-anak. Terkait dengan hal itu saya ingin melakukan wawancara dengan Ibu/Sdri. Ibu/Sdri terpilih secara acak untuk saya wawancarai. Wawancara ini tidak bersifat wajib, namun jika Ibu/Sdri bersedia saya wawancarai maka Ibu/Sdri wajib menjawab seluruh pertanyaan yang ada. Saya menjamin data yang Ibu/Sdri berikan hanya akan digunakan dalam penelitian ini dan tidak akan diberikan kepada pihak manapun.

Sebelumnya saya mohon maaf karena telah menyita waktu Ibu/Sdri. Wawancara akan berlangsung sekitar 30 menit. Ibu/Sdri tidak akan dirugikan ataupun diuntungkan dalam proses wawancara ini. Data yang Ibu/Sdri berikan akan sangat bermanfaat untuk informasi dalam penelitian ini. Bila dalam proses wawancara Ibu/Sdri merasa diperlakukan secara tidak

adil, tidak sopan, atau memiliki pertanyaan dapat menghubungi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

Telp. 021-91400150; Fax 021-7867370

Izin Subjek Penelitian

Saya memahami keterangan yang diberikan dan saya setuju untuk diwawancarai

_____. Izin : 1. Ya 2. Tidak
()

Petunjuk Pengisian

Isilah pertanyaan singkat dan berilah lingkaran pada pilhan yang dipilih oleh responden

B. IDENTITAS SAMPEL (anak)

1. Nama anak :
2. Tanggal lahir : .../.../.....
3. Umur : tahun
4. Jenis Kelamin : 1. Laki-laki 2. Perempuan
5. Berat Badan : Kg

C. IRRITASI SALURAN NAFAS

6. Apakah anak ibu/sdri saat ini atau dalam jangka waktu 2 minggu terakhir mengalami keluhan batuk, dan atau pilek, dan atau batuk pilek, dan atau sesak nafas karena hidung tersumbat tanpa disertai demam?
 1. Ya, berapa hari? hari
 2. Tidak → selesai

D. KUALITAS UDARA DALAM RUMAH

7. Konsentrasi mangan dalam udara ambient di tempat domisili responden adalah :
.....mg/m³
8. Konsentrasi besi dalam udara ambient di tempat domisili responden adalah :
.....mg/m³
9. Konsentrasi timbal dalam udara ambient di tempat domisili responden adalah :
.....mg/m³
10. Konsentrasi kadmium dalam udara ambient di tempat domisili responden adalah :
.....mg/m³

11. Konsentrasi PM_{10} dalam udara ambient di tempat domisili responden adalah :
..... mg/m^3

E. KOMPONEN RUMAH SEHAT

12. Lantai rumah terluas?

1. Keramik, marmer, tegel, plester, kayu/papan
2. Batu, tanah

13. Dinding rumah terluas?

1. Tembok, setengah tembok, atau papan/kayu
2. Bambu atau anyaman bambu

14. Berapa jumlah orang yang tinggal di rumah? : orang

Luas rumah : m^2

Kepadatan hunian rumah

- a. Kepadatan rendah/ideal ($\geq 3,5 m^2/orang$)
- b. Kepadatan tinggi ($< 3,5 m^2/orang$)

15. Apakah ada ventilasi atau lubang keluar masuknya udara baik yang bersifat tetap maupun sementara (semua lubang udara kecuali pintu) dengan membandingkan luas bidang ventilasi dengan luas lantai?

1. Memenuhi syarat, bila $\geq 10\%$ luas lantai
2. Tidak memenuhi syarat, bila $< 10\%$ luas lantai

16. Temperatur udara : $^{\circ}C$

17. Kelembaban udara :%

18. Pencahayaan :

1. Alami (sinar matahari)
2. Buatan (listrik, patromak, aladin, pelita atau senter) → selesai

19. Penyinaran matahari :Lux

F. STATUS SOSIAL EKONOMI KELUARGA

20. Berapa jumlah anggota keluarga ibu/saudari? orang

21. Kepemilikan rumah :

1. Sewa/kontrak
2. Orang tua/tinggal bersama dengan orang tua
3. Milik sendiri

22. Barang milik keluarga :

- | | | | |
|-----------------|---|--------|----------|
| a. Mobil | : | 1. Ada | 2. Tidak |
| b. Sepeda motor | : | 1. Ada | 2. Tidak |
| c. Sepeda | : | 1. Ada | 2. Tidak |
| d. Televisi | : | 1. Ada | 2. Tidak |
| e. VCD Player | : | 1. Ada | 2. Tidak |
| f. Radio/Tape | : | 1. Ada | 2. Tidak |

23. Berapa biaya yang dikeluarkan untuk membayar iuran listrik bulan ini?

Rp.....

G. STATUS IMUNISASI

24. Apakah anak ibu sudah pernah mendapatkan imunisasi berikut :

- | | | | |
|--------------------|---|----------|----------|
| a. BCG | : | 1. Sudah | 2. Belum |
| b. Hepatitis B 1-3 | : | 1. Sudah | 2. Belum |
| c. DPT 1-4 | : | 1. Sudah | 2. Belum |
| d. Polio 1-3 | : | 1. Sudah | 2. Belum |

-TERIMA KASIH-

KUESIONER DUA MINGGUAN

Iritasi Saluran Pernafasan

Nomor Kuesioner :

Tanggal Wawancara : .../.../2011

Nama Pewawancara :

Nama Anak :

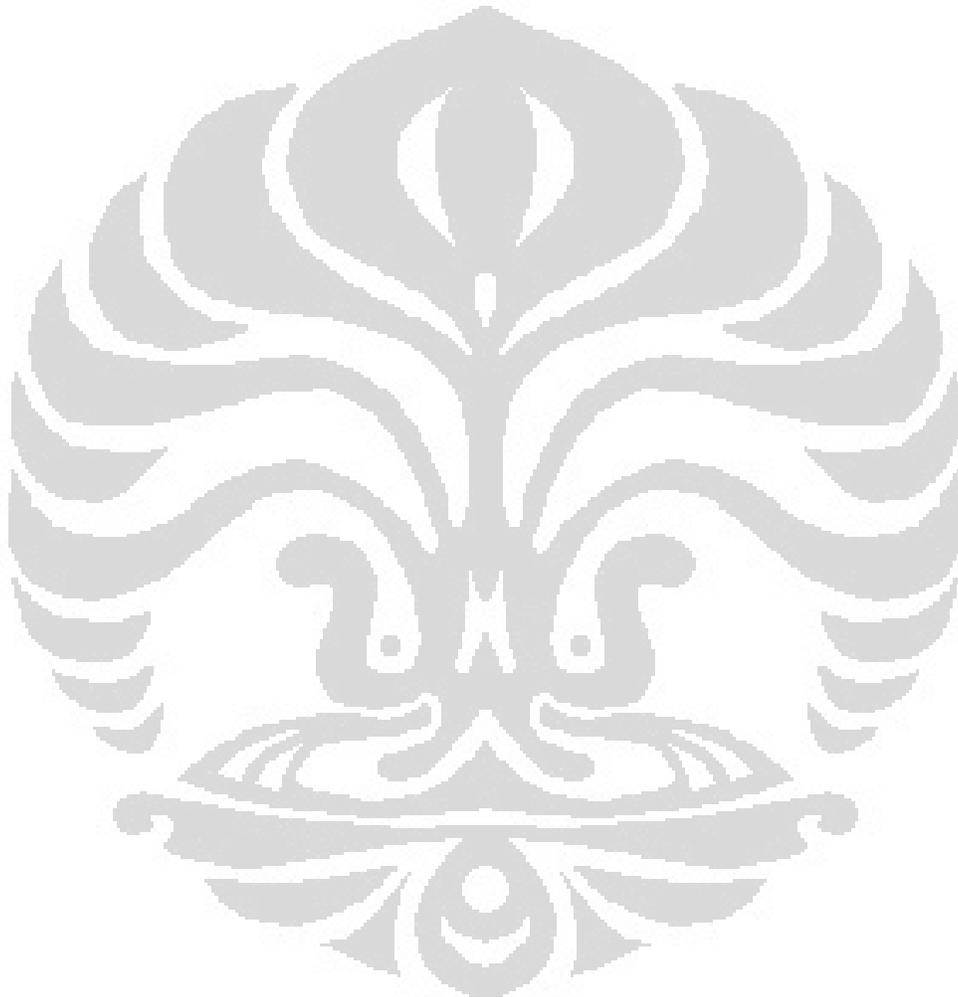
1. Apakah anak ibu/sdri dalam jangka waktu 2 minggu terakhir mengalami keluhan batuk, dan atau pilek, dan atau batuk pilek, dan atau sesak nafas karena hidung tersumbat tanpa disertai demam?
 1. Ya, berapa hari? hari
 2. Tidak → selesai
2. Untuk menyembuhkan sakit batuk/pilek/sesak nafas yang dialami anak ibu dalam dua minggu terakhir, apa yang dilakukan oleh ibu/keluarga?
 1. Dibawa ke puskesmas, puskesmas pembantu, rumah sakit, atau poliklinik
 2. Dibawa ke dokter/bidan praktik
 3. Diobati sendiri
 4. Dibiarkan saja

FORM IRITASI SALURAN NAFAS

Hari ke ... Dari sekarang	Gejala		
	Batuk/Pilek/Batuk-Pilek	Sesak nafas	Demam/Panas
-1			
-2			
-3			
-4			
-5			
-6			
-7			
-8			
-9			
-10			
-11			

-12			
-13			
-14			

(Ditanyakan dengan teliti kepada ibu apakah bayi pernah **batuk/pilek/batuk pilek atau sesak napas dengan/tanpa disertai demam** selama dua minggu terakhir dan tuliskan frekuensi kejadian pada kolom yang tersedia)



**FORMULIR PENGUMPULAN DATA KONSENTRASI MANGAN DALAM UDARA
 AMBIENT DAN KEJADIAN IRTITASI SALURAN PERNAFASAN
 (Studi Kohort Prospektif pada Anak-Anak Usia 6 sampai 12 Tahun di
 Kecamatan Reo, Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur Tahun 2011)**

Tanggal sampling : .../.../2011
 Lokasi/titik :/titik I, II, III
 Waktu pengukuran : Jam.....s.d.
 Berat filter awal : mg
 Berat filter akhir : mg

No	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Arah Angin	Keadaan Cuaca	Keterangan
					Keadaan cuaca
					- Cerah
					- Berawan sebagian
					- Mendung
					- Hujan



Lampiran 3

Daftar Responden dan Dokumentasi Kegiatan

**DAFTAR NAMA ANAK YANG TERPILIH MENJADI SAMPEL
PENELITIAN
DI DAERAH TERPAJAN (DESA SATAR PUNDA)**

No	Nama Anak	Nama Ibu	Umur (Tahun)
1	Randy	Halimah	7
2	Fransiska	Yustinatin	7
3	Albertus	Getrudis	11
4	Libertus	Getrudis	12
5	Heriberto	Getrudis	8
6	Agustinus	Yustina Murtiani	6
7	Fisensus Dodi	Yustina Murtiani	10
8	Yolan Fiani Narfi	Yustina Martiani	9
9	Rivaldo Gusu	Anastasia Mia	9
10	Rikiaru N	Veronika Niba	6
11	Sherlina Tio	Theresia Jita	6
12	Rofinus Pajo	Olivarina	11
13	Elias Pajo	Olivarina	10
14	Amelia T	Olivarina	8
15	Mariana Fali	Olivarina	6
16	Maria Emelia Eden	Maria Mesi	7
17	Novrianus Kai	Maria Mesi	6
18	Emiresia	Kristina Florenia	12
19	Hendrikus	Kristina Florenia	8
20	Siprianus	Theresia Ane	9
21	Florianus Tonjen	Rosalia Iba	7
22	Maria Angelina	Ida	7
23	Efiana Jima Daso	Agnes Nuet	8
24	Esilia Daso	Maria Suryati	11
25	Meldi Daso	Maria Suryati	9
26	Theresa Vila Angkat	Elisabeth Nunu	6
27	Odilia Angkat	Maria Fatima Bumbut	10
28	Amelia Angkat	Maria Fatima Bumbut	8
29	Yohana Yelin	Sofya Nina	11
30	Maria Imakulata Daso	Veronika Behar	7
31	Lusia Adelia Daso	Veronika Behar	8
32	Fransiska Daso	Veronika Behar	10
33	Maria Melani Daso	Lusia Wiwe	9

34	Reliana Idan	Walburgajina	6
35	Patriana Rati	Kristina Florida Sina	10
36	Daniel Froginjas	Maria Melania	6
37	Lusiana Soko	Johanis Wari	11
38	Prianus F Pajo	Johanis Wari	6
39	Zatiah	Fatimah	7
40	Hasanudin	Hanafiah	10
41	Hasnun	Hanafiah	8
42	Khadijah	Hanafiah	7
43	Sahril Maulana	Aisyah	7
No	Nama Anak	Nama Ibu	Umur (Tahun)
44	Siti Saratin	Aisyah	11
45	Susan	Maria Incen	9
46	Nurdin	Khalijah	9
47	Florentinus Dion	Getrudis Narsin	11
48	Fester Budiman	Getrudis Narsin	7
49	Falentinus Ogut	Damianus Adventus L	11
50	Siprianus Aldi	Theresia Ane	9
51	Regius Angkat	Bernadus Samon	9
52	Robertus Angkat	Bernadus Samon	7
53	Yaventus Daud	Marta Sinu	11

**DAFTAR NAMA ANAK YANG TERPILIH MENJADI SAMPEL
PENELITIAN
DI DAERAH TIDAK TERPAJAN (DESA WANGKUNG)**

No	Nama Anak	Nama Ibu	Umur (Tahun)
1	Wilhelmus Muli	Yohanes Risaldo	9
2	Wilhelmus Muli	Lusi Hawi	6
3	Wilhelmus Muli	Kamelus Bean	6
4	Stenasi Lasju	Emilia Fifi	6
5	Karolus	Yohana	12
6	Karolus	Meri	8
7	Yosefina Ute	Febrianus Putra Treado	6
8	Alosius	Theresia Intan	10
9	Alosius	Kornelia Oktavianti	8
10	Alosius	Febriana Taik	6
11	Alosius	Alberto Tornato Neang	6
12	Marselina Volni	Syahrini	6
13	Meldi Suryati	Maria Mulyati Dehe	6
14	Fransiskus Yunus	Rafelanus Pedor	6
15	Fransiskus Yunus	Sandro Pedor	6
16	Fransiskus Yunus	Jodi Pedor	6
17	Fransiskus Jolo	Sandri	6
18	Fransiskus Jolo	Maya	6
19	Sius Sali	Yolin	6
20	Paulus Dulun	Yuliana Nggado	12
21	Paulus Dulun	Melkior Didakus Rado	10
22	Paulus Dulun	Vitalis Riski	6
23	Paulus Dulun	Silvester Atudulu	6
24	Henderlina Beak	Martoyo	12
25	Henderlina Beak	Handiana	10
26	Yuvensius	Chelsea	6
27	Yuvensius	Pretty Gloria	6
28	Marta Goe	Eka Risma	6
29	Rikson	Justin	6
30	Lutgar	Aldi T Reho	12
31	Lutgar	Brian Salvador	9
32	Lutgar	Julio Dori	7
33	Lutgar	Indra Mungi	6

34	Geno Nofa Namer	Kristina M	10
35	Geno Nofa Namer	Yosefa Setiamija	6
36	Geno Nofa Namer	Bernadeta Korewija	6
37	Charles Taek	Aryo Saputra	6
38	Mustamin	Putri	6
39	Mustamin	Sandra	6
40	Mustamin	Dede Saputra	11
41	Herman Amer	Rosalia Nelci	10
42	Herman Amer	Monika Jelita	9
43	Herman Amer	Dodilius Weang	7
No	Nama Anak	Nama Ibu	Umur (Tahun)
44	Emilia Nadik	Maria Avila	10
45	Emilia Nadik	Laura	6
46	Emilia Nadik	Gradina	8
47	Lorens Gonsaga	Julio Lasro Rabitus	9
48	Lorens Gonsaga	Desniati	6
49	Henny	Mariana	12
50	Henny	Siprianus	10
51	Henny	Ina Lusi	6
52	Marisa	Rosalia	9
53	Stenly	Silvester	10

PENGAMBILAN SAMPEL DEBU DI SALAH SATU RUMAH RESPONDEN

