



UNIVERSITAS INDONESIA

**PAJANAN PM₁₀ DAN KEJADIAN GEJALA ISPA PADA
PEKERJA PABRIK PEMBUATAN BATAKO DI
KABUPATEN BANYUASIN
TAHUN 2008**

**Oleh :
ARIS WIJAYANTO
NPM : 0606020000**

**PROGRAM PASCA SARJANA ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA**

DEPOK, 2008

**PROGRAM PASCA SARJANA
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA**

Tesis, April 2008

Aris Wijayanto

**PAJANAN PM₁₀ DAN KEJADIAN GEJALA ISPA PADA PEKERJA
PABRIK PEMBUATAN BATAKO DI KABUPATEN BANYUASIN TAHUN
2008**

viii + 95 halaman, 14 tabel, 3 gambar, 5 lampiran

ABSTRAK

PM₁₀ adalah salah satu indikator pencemaran udara yang lazim digunakan saat ini. Pencemaran udara oleh PM₁₀ di luar ruangan terjadi akibat kegiatan industri, polusi kendaraan bermotor, pembukaan hutan dengan cara dibakar, letusan gunung berapi dan instalasi pembangkit tenaga listrik. Pabrik batako sebagai salah satu industri kecil, berpotensi menyumbang PM₁₀ di lingkungan kerja, yang jika tidak diwaspadai dapat merugikan kesehatan pekerja, diantaranya gejala infeksi saluran pernafasan akut (ISPA).

Desain study *cross sectional* digunakan dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui hubungan pajanan PM₁₀ pabrik batako dengan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako di Kabupaten Banyuasin. Sebanyak 165 pekerja dari 30 pabrik batako menjadi responden dalam penelitian ini. Pengukuran konsentrasi PM₁₀ pabrik dan parameter lain, seperti kelembaban udara, kepadatan rumah, luas ventilasi, karakteristik responden, seperti umur, status gizi dan kebiasaan merokok serta gejala ISPA diukur dalam penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara PM₁₀ dan gejala ISPA pekerja pabrik batako ($p=0,000$, $OR=7,60$). Juga ada hubungan

bermakna antara kebiasaan merokok dengan gejala ISPA ($p=0,002$, $OR=4,42$) dan kelembaban rumah dengan gejala ISPA ($p=0,009$, $OR=3,18$).

Pemerintah dan pihak terkait perlu melakukan pemantauan terhadap kualitas udara pabrik batako dan melakukan penyuluhan untuk mencegah atau meminimalkan dampak kesehatan yang mungkin terjadi akibat pencemaran udara pada pabrik batako.

Daftar bacaan : 45 (1983 - 2007)



POST GRADUATE PROGRAM
PUBLIC HEALTH SCIENCE
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
UNIVERSITY OF INDONESIA
Tesis, April 2008

Aris Wijayanto

**PM₁₀ EXPOSURE AND SYMPTOM OF ARI AMONG WORKERS
ON BRICK FACTORY AT BANYUASIN DISTRICT YEAR 2008**

viii + 95 pages, 14 tables, 3 figures, 5 appendixes

ABSTRACT

PM₁₀ is air pollution indicator which often used for ambient particulate. Air pollution caused by PM₁₀ in out of room is able to be caused by industry activities, vehicle pollution, forest for burning, mountains eruption and generator instalation. A brick factory has a great chance to contribute PM₁₀ on its environment. It would have a bad health impact, among other thing is symptom of ARI (Accute Respiratory Infection).

Cross sectional study used in this research aims to know about relationship between PM₁₀ exposure of brick factory with ARI symptom on its worker in Banyuasin Regency. 165 workers from 30 brick factory became respondent in this research. Besides, PM₁₀ concentration measuring of brick factory and others parameter was tested, such as air humidity, house density, large of ventilation, including respondent characteristic (ages, nutrient status, smoking habit).

The result of this research indicates that PM₁₀ has strong relationship with ARI symptom of brick factory workers ($p=0,000$, $OR=7,60$), then smoking habit variable ($p=0,002$, $OR=4,42$) and house humidity ($p=0,009$, $OR=3,18$). Brick factory workers with standard PM₁₀ concentration has a great chance to have ARI symptom 7,6 times higher than a factory with low PM₁₀ concentration. Smoking habit of the workers will have chance 4,5 times higher to have ARI symptom than unsmoking workers.

And for the workers who live in unfulfill humidity area have a big chance to have ARI symptom 3 times higher than they who live in standard humidity house.

In this research, hope the government and related instances are monitoring to the air quality of brick factory and giving much information to avoid and minimize bad health impact which might be caused by air pollution in brick factory.

References : 45 (1983 - 2007)





UNIVERSITAS INDONESIA

**PAJANAN PM₁₀ DAN KEJADIAN GEJALA ISPA PADA
PEKERJA PABRIK PEMBUATAN BATAKO DI
KABUPATEN BANYUASIN
TAHUN 2008**



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

**Oleh :
ARIS WIJAYANTO
NPM : 0606020000**

**PROGRAM PASCA SARJANA ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA**

DEPOK, 2008

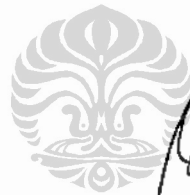
PERNYATAAN PERSETUJUAN

Tesis ini telah disetujui dan dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tesis
Program Pasca Sarjana Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

Depok, 4 Juni 2008

Pembimbing,

Ketua



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Budi", written over a vertical line that extends from the signature area down towards the "Anggota" section.

DR. Budi Haryanto, SKM, MKM, MSc.

Anggota

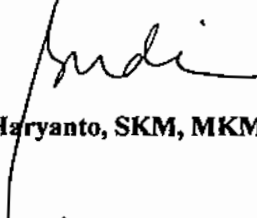
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Laila", written in a cursive style.

Laila Fitria, SKM, MKM

**PANTIA SIDANG UJIAN TESIS
PROGRAM PASCA SARJANA
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA**

Depok, 4 Juni 2008

Ketua



DR. Budi Haryanto, SKM, MKM, MSc.

Anggota



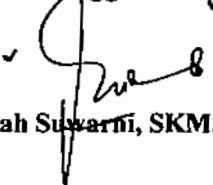
Laila Fitria, SKM, MKM

Anggota



Drg. Ririn Arminsih, MKM

Anggota



Sri Endah Suswani, SKM, WQM

Anggota



Ir. Rina Suryani, MT

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Aris Wijayanto
NPM : 06.06.02.0000
Program Studi : S-2 Ilmu Kesehatan Masyarakat
Tahun Akademik : 2006/2007

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul

“PAJANAN PM₁₀ DAN KEJADIAN GEJALA ISPA PADA PEKERJA PABRIK PEMBUATAN BATAKO DI KABUPATEN BANYUASIN TAHUN 2008”

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 17 April 2008



(Aris Wijayanto)

RIWAYAT HIDUP PENULIS

- Nama : Aris Wijayanto
- Alamat : Jl. Thalib Wali No. 22 Pangkalan Balai, Banyuasin,
Sumatera Selatan.
- Tempat dan Tanggal Lahir : Purwokerto, 17 April 1973
- Pendidikan : - SD Negeri Karangnangka I, lulus Tahun 1985
- SMP Negeri IV Purwokerto, lulus Tahun 1988
- SMA Negeri 2 Purwokerto, Lulus Tahun 1991
- APK-TS Negeri Purwokerto, Lulus Tahun 1994
- STIKES Abdi Nusa Palembang, Lulus Tahun 2004
- Pekerjaan : Staf Seksi Penyehatan Air Dinas Kesehatan
Musi Banyuasin Tahun 1997 - sekarang

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadlirat Allah S.W.T, berkat rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul *Pajanan PM₁₀ Terhadap Kejadian Gejala Ispa Pada Pegawai Pabrik Pembuatan Batako Di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008*. Penyusunan tesis dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan tugas belajar pada Program Pasca Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

Dalam penulisan tesis ini penulis tidak terlepas dari bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada Bapak DR. Budi Haryanto, SKM, MKM, MSc selaku Pembimbing I dan Ibu Laila Fitria, SKM, MKM yang telah meluangkan waktu di antara kesibukannya untuk memberikan arahan, bimbingan dan semangat sampai selesainya penyusunan tesis ini. Tidak lupa ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu drg. Ririn Arminsih, MKM, Ibu Sri Endah Suwarni, SKM, WQM, dan Ibu Ir. Rina Suryani, MT yang telah memberikan masukan yang sangat berharga demi sempurnanya tesis ini.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu dr. Hj. Asmarani Ma'mun, M.Kes, selaku Kepala Dinas Kesehatan Musi Banyuasin yang telah mengizinkan penulis untuk mengikuti tugas belajar.
2. Bapak dr. H. Hibsah Ridwan, M.Sc, selaku Kepala Dinas Kesehatan Musi Banyuasn (Periode 1998 - 2007) yang telah memberikan izin dan dorongan untuk mengikuti tugas belajar ini.
3. Pemerintah Kabupaten Musi Banyuasin yang telah memberikan izin dan menyediakan bantuan dana demi kelancaran tugas belajar penulis.
4. Ketua Program Pasca Sarjana IKM FKM UI yang telah mengakomodasi semua yang berkaitan dengan kelancaran proses belajar
5. Seluruh jajaran Dosen Pengajar pada Departemen Kesling FKM UI yang telah dengan tulus menularkan ilmu pengetahuannya baik di dalam maupun di

luar kelas dan juga staf Departemen yang selalu membantu kelancaran proses belajar.

6. Teman-teman seperjuangan Peminatan Epid Kesling MKD Angkatan 2006, Jepang Manurung dan Anggia Murni yang bahu-membahu mengarungi lautan ilmu di FKM UI tercinta, juga tak lupa rekan satu daerah asal, Ahmad Sadiq dan Saudi Aryanto, sohib yang setia menghibur dan saling mendukung dikala suka dan duka di Depok.
7. Teman-teman Prgram Pasca Sarjana kelas MKD FKM UI Angkatan 2006 yang saling menjaga keharmonisan dan menciptakan suasana kekeluargaan selama menekuni proses belajar di FKM UI.

Akhirnya secara khusus penulis haturkan terima kasih tak terhingga kepada Ayah dan Ibu, Ayah-Ibu mertua yang telah dengan tulus memberikan restu, doa, kasih sayang dan dorongan sehingga tercapai cita-cita penulis untuk mengikuti tugas belajar ini. Tak lupa ucapan terima kasih tak terhingga penulis sampaikan kepada istriku tercinta Juhana Santi, anak-anaku Fergian Reksananda Firdaus dan Saphira Audri Dwijayanti yang selalu setia mendampingi, menghibur dan merelakan sebagian waktu kebersamaan selama penulis menjalani tugas belajar di seberang lautan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, oleh sebab itu saran dan masukan sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Depok, 17 April 2008

Penulis.

DAFTAR ISI

Judul	
Halaman	
ABSTRAK	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR SINGKATAN	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Pertanyaan Penelitian	5
1.4. Tujuan	5
1.4.1. Tujuan Umum	5
1.4.2. Tujuan Khusus	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Udara	7
2.2. Pencemaran Udara	7
2.2.1. Definisi	7
2.2.2. Bahan Pencemar Udara	8
2.2.3. Jenis Pencemar Udara	8
2.2.4. Pencemaran Udara Oleh Partikulat	10
2.2.5. Dampak Pencemaran Udara	13
2.2.6. Partikulat Melayang 10 µg (PM ₁₀)	15
2.3. Mekanisme Masuknya Debu pada Saluran Pernafasan	19
2.4. Industri Batako	20
2.5. Infeksi Saluran Pernafasan Akut	21
2.6. Hubungan Paparan PM10 dengan Kejadian ISPA	24
2.7. Faktor Umur	25
2.8. Status Gizi	26
2.9. Status Imunisasi	28
2.10. Kebiasaan Merokok	30
2.11. Kondisi Kesehatan Lingkungan Hunian	31
2.11.1. Kelembaban Udara	31
2.11.2. Kepadatan Hunian	33
2.11.3. Perhawaan (Ventilasi)	34

BAB 3	KERANGKA TEORITIS, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL	
	3.1. Kerangka Teoritis	36
	3.2. Kerangka Konsep	37
	3.3. Definisi Operasional	38
BAB 4	METODE PENELITIAN	
	4.1. Desain Penelitian	40
	4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	40
	4.3. Populasi dan Sampel	41
	4.3.1. Populasi	41
	4.3.2. Sampel	41
	4.4. Bahan, Alat dan Proses Pengumpulan Data	44
	4.4.1. Bahan dan Alat	44
	4.4.2. Proses Pengumpulan Data	45
	4.5. Pengolahan Data	46
	4.6. Analisa Data	47
BAB 5	HASIL PENELITIAN	
	5.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian	49
	5.2. Analisis Univariat	51
	5.2.1. Karakteristik Responden	52
	5.2.2. Kualitas Udara Pabrik	54
	5.2.3. Kondisi Lingkungan Rumah	56
	5.2.4. Gejala ISPA	59
	5.3. Analisis Bivariat	60
	5.3.1. Hubungan Konsentrasi PM ₁₀ Pabrik dengan Kejadian Gangguan Gejala ISPA pada Pegawai Pabrik Batako.....	61
	5.3.2. Hubungan Kelembaban Rumah dengan Kejadian Gangguan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.....	62
	5.3.3. Hubungan Jenis Bahan Bakar Masak dengan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.....	63
	5.3.4. Hubungan Antara Luas Ventilasi Rumah dengan Kejadian Gangguan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.....	64
	5.3.5. Hubungan Penggunaan Obat Nyamuk Bakar dengan kejadian Gangguan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako	65
	5.3.6. Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Kejadian Gangguan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako	65
BAB 6	PEMBAHASAN	
	6.1. Keterbatasan Penelitian	67
	6.2. Pelaksanaan Penelitian	69
	6.3. Gejala ISPA	69
	6.4. Karakteristik Responden	71
	6.5. Kadar PM ₁₀ Pabrik	72
	6.6. Kelembaban Rumah	76

6.7. Kepadatan Hunian Rumah	77
6.8. Luas Ventilasi Rumah	78
6.9. Jenis Bahan Bakar Masak	79
6.10. Kebiasaan Merokok	80
6.11. Kebiasaan Menggunakan Obat Nyamuk Bakar	81
6.12. Rangkuman	82
6.13. Upaya Yang Bisa Dilakukan	85
6.13.1. Kadar PM ₁₀ Pabrik	85
6.13.2. Kebiasaan Merokok	86
6.13.3. Kelembaban Rumah	87
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1. Kesimpulan	88
7.2. Saran	88
7.2.1. Bagi Ilmu Pengetahuan	88
7.2.2. Bagi Pabrik Batako	89
7.2.3. Bagi Pemerintah	90
DAFTAR KEPUSTAKAAN	92
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
1. Lampiran 1 Kuesioner	
2. Lampiran 2 Chek List Pengukuran Kualitas Udara Pabrik Batako	
3. Lampiran 3 Lampiran Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999	
4. Lampiran 4 Output Analisis Data SPSS	
5. Lampiran 5 Foto-foto Pengukuran Kualitas Udara Pabrik Batako	

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel		Halaman
2.1.	Katagori Status Gizi Indeks Masa Tubuh	28
3.3.	Definisi Operasional	38
5.1.	Distribusi Frekuensi Karakteristik Pekerja Pabrik Batako di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008	53
5.2.	Kualitas Udara Ambient di 30 Pabrik Batako Di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008	55
5.3.	Distribusi Frekuensi Responden Menurut Lingkungan Fisik Rumah Pegawai Pabrik Batako di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008	57
5.4.	Distribusi Frekuensi Gejala ISPA Pada Pekerja Pabrik Batako di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008	59
5.5.	Distribusi Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako Menurut Kadar PM ₁₀ Pabrik, Kondisi Lingkungan Rumah dan Karakteristik Individu di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008	62

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar
Halaman

2.1.	Ukuran partikulat yang menembus sistem pernafasan	16
3.1.	Kerangka Teoritis	34
3.2.	Kerangka Konsep	35



DAFTAR SINGKATAN

ARI	= Accute Respiratory Infection
BMI	= Body Mass Index
BPLHD	= Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah
BTKL	= Balai Teknik Kesehatan Lingkungan
EPA	= Environmental Protection Agency
HC	= Hidrocarbon
IMT	= Indeks Masa Tubuh
ISPA	= Infeksi Saluran Pernafasan Akut
KEK	= Kurang Energi Kronis
KEPMENKES	= Keputusan Menteri Kesehatan
MS	= Memenuhi Syarat
NAB	= Nilai Ambang Batas
NO	= Nitrogen Oksida
OR	= Odds Ratio
PM	= Particulate Matter
SKRT	= Survei Kesehatan Rumah Tangga
SO	= Sulfur Oksida
SOF	= Soluble Organic Fraction
TMS	= Tidak Memenuhi Syarat
TSP	= Total Suspended Particulate
UKM	= Usaha Kecil dan Menengah
WHO	= World Health Organization

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semua makhluk hidup dalam kehidupannya tidak terlepas dari kebutuhan akan udara sebagai sumber oksigen. Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Udara adalah juga atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan di dunia ini. Udara yang diperlukan harus bersih dari zat-zat pencemar yang dapat mengganggu kesehatan. Pada kenyataannya, seiring dengan kemajuan teknologi dan semakin banyaknya industri yang untuk operasionalnya tidak terlepas dari penggunaan bahan bakar, dapat menyebabkan menurunnya kualitas udara, sehingga kualitas udara tidak optimal untuk kelangsungan hidup makhluk hidup. Seluruh kegiatan produksi menghasilkan zat buang/gas buang, bila zat buang ini melewati Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditentukan maka akan mengakibatkan gangguan pada makhluk hidup terutama pada manusia. Pabrik dan kendaraan bermotor merupakan sumber utama terjadinya pencemaran udara (Aditama, 1995).

Pencemaran udara merupakan faktor penting pada pencemaran lingkungan, pencemaran udara yang terjadi selain pencemaran udara di luar ruangan (*out door air pollution*) juga pencemaran udara dalam ruangan (*indoor air pollution*). Pencemaran udara di luar ruangan terjadi akibat kegiatan suatu industri, polusi kendaraan bermotor, pembukaan hutan dengan cara dibakar, letusan gunung berapi

dan instalasi pembangkit tenaga listrik, yang semuanya akan menghasilkan polutan baik yang berbentuk gas maupun partikel.

Materi yang berbentuk partikel (*particulate matter/PM*) terdiri dari partikel-partikel polutan yang sangat kecil di udara. Ukuran partikel ada dalam kisaran mikrometer. Partikel yang sering menjadi indikator pencemaran karena bersifat toksik pada manusia adalah PM_{10} dan $PM_{2,5}$ (berukuran kurang dari 10 mikrometer dan kurang dari 2,5 mikrometer). Materi polutan yang berbentuk partikel ini sering bersifat karsinogen. Partikel dapat berada di dalam paru dalam jangka waktu lama. Partikel tersebut dapat tersangkut di lapisan dalam paru, menimbulkan peradangan dan terjadi infeksi.

Komposisi PM yang disebarkan melalui udara berbeda dari satu tempat dengan tempat lainnya. Sebagai contoh, kadar PM dalam kantor tentu akan berbeda dengan kadar PM di pasar, terminal, juga pada pabrik pembuatan bahan material seperti batako. Proses pembuatan batako pada pabrik yang tidak dilengkapi alat pengendali udara seperti fan atau *exhauster fan* berpotensi menimbulkan tingginya kadar PM_{10} dan $PM_{2,5}$ di dalam pabrik yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan pekerja, diantaranya Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA). *US EPA* (Environmental Protection Agency), menyebutkan bahwa pemaparan partikel PM_{10} di atas ambang dapat mengakibatkan gangguan sistem pernafasan, kerusakan jaringan paru, kanker dan menyebabkan kematian dini. Pada orang tua, anak-anak dan penderita penyakit paru kronis, influenza dan asthma, sangat sensitif dengan partikulat ini.

ISPA adalah penyakit infeksi yang menyerang salah satu bagian dan atau lebih dari saluran napas, mulai dari hidung (saluran atas) hingga alveoli (saluran

bawah) termasuk jaringan adneksanya, seperti sinus, rongga telinga tengah dan pleura (Depkes, 2005). Istilah ISPA meliputi tiga unsur yakni infeksi, saluran pernafasan, dan akut. Infeksi adalah masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh manusia dan berkembang biak sehingga menimbulkan gejala penyakit. Saluran pernafasan adalah organ mulai dari hidung hingga *alveoli*, beserta organ adneksa lainnya seperti sinus-sinus, rongga telinga tengah, dan *pleura*. ISPA secara anatomis mencakup saluran pernafasan bagian atas, saluran pernafasan bagian bawah (termasuk jaringan paru-paru), dan organ adneksa saluran pernafasan. Sedangkan infeksi akut adalah infeksi yang berlangsung sampai dengan 14 hari. Batas 14 hari diambil untuk menunjukkan proses akut dari suatu penyakit (Hunter, 2006).

Kadar PM_{10} di dalam rumah melebihi $70 \mu g/m^3$ menimbulkan gangguan saluran pernafasan pada anak balita (Purwana, 1999), dengan resiko 2,94 kali lebih besar dibandingkan dengan PM_{10} yang kadarnya kurang dari $70 \mu g/m^3$ (Munziah, 2002). Penelitian yang dilakukan oleh Sintorini (1998) menjelaskan adanya hubungan yang kuat antara konsentrasi PM_{10} dengan kejadian gejala penyakit saluran pernafasan pada masyarakat di daerah sekitar pabrik semen di Cileungsi Bogor.

Di Indonesia, sebagian besar kematian pada balita dipicu karena adanya ISPA bagian bawah atau pneumonia. ISPA menyerang jaringan paru-paru dan penderita cepat meninggal akibat pneumonia yang terlalu berat. SKRT tahun 2001 menyebutkan prevalensi infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) pada balita di Indonesia masih tinggi, yaitu 39 %, dan pada golongan umur 1 - 5 tahun sebesar 42%. Di Propinsi Sumatera Selatan Prevalensi ISPA 40,8% sementara di

Kabupaten Banyuasin, walaupun tidak ada data prevalensi ISPA resmi, tetapi dari data penyakit per Puskesmas tahun 2006 penyakit ISPA selalu menempati 3 besar urutan 10 penyakit terbanyak. Posisi 3 besar ISPA dari 10 penyakit terbesar kebanyakan ditemukan pada wilayah puskesmas yang kebetulan memiliki banyak sentra industri bahan bangunan yang terbuat dari tanah, seperti industri batu bata, genteng dan batako.

Aktifitas pekerja pabrik batako di Kabupaten Banyuasin yang berjumlah sekitar limapuluh buah dalam proses produksinya yang sebagian besar berbahan baku semen dan abu batubara ikut menyumbang tingginya angka ISPA dari tempat kerja. Beberapa gejala ISPA seperti batuk dan pilek merupakan penyakit yang paling banyak dijumpai pada pekerja pembuat batako di Kabupaten Banyuasin, yang pada kurun tertentu telah menyebabkan menurunnya produktifitas pabrik tersebut akibat tidak stabilnya produktifitas kerja pada pekerjanya.

1.2. Perumusan Masalah

Aktifitas pencampuran bahan pembuatan batako yang secara rutin dilakukan oleh pekerja Pemajanan partikulat melayang PM_{10} secara terus menerus pada pabrik pembuatan batako di Kabupaten Banyuasin akan dapat meningkatkan resiko kejadian gejala ISPA, yang kalau dibiarkan bisa berpotensi untuk timbul gangguan kesehatan yang lebih serius pada organ vital manusia, mengingat bahan-bahan yang digunakan merupakan sumber partikulat berbahaya. Pada stadium lanjut bila tidak segera diobati dapat menyebabkan pneumonia dan efek kronis berupa fibrosis paru dan penyakit berbahaya lainnya.

Faktor yang diduga mempengaruhi terjadinya gejala ISPA pada pekerja pabrik batako adalah adanya pajanan debu partikulat pada lingkungan kerja, di samping faktor lain seperti lingkungan fisik rumah, karakteristik dan perilaku merokok pekerja. Gejala ISPA berupa batuk pilek dianggap hal biasa bagi pekerja, akan tetapi apabila tidak diperhatikan dapat mempengaruhi kesehatan sehingga dapat menurunkan produktifitas pekerja pada khususnya, dan produktifitas pabrik batako pada umumnya.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Apakah ada hubungan antara pemajanan PM_{10} dengan kejadian gejala ISPA pada pekerja di pabrik batako?

1.4. Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

Diketuinya hubungan pemajanan PM_{10} dengan kejadian gejala ISPA pada pekerja di pabrik pembuatan batako.

1.4.2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui konsentrasi PM_{10} pada pabrik pembuatan batako di Kabupaten Banyuasin tahun 2008.
- b. Mengetahui angka kejadian gejala ISPA pada pekerja pabrik pembuat batako di Kabupaten Banyuasin tahun 2008.
- c. Mengetahui hubungan pemajanan PM_{10} dengan kejadian gejala ISPA pada pekerja di pabrik pembuatan batako di Kabupaten Banyuasin tahun 2008.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal mengenai kualitas udara pada pabrik batako, kondisi lingkungan fisik rumah dan faktor lainnya serta dampaknya terhadap saluran pernafasan, khususnya gejala ISPA. Bagi pemerintah daerah dapat sebagai masukan dalam upaya pembinaan kesehatan pekerja pada pabrik pembuat batako agar lebih memperhatikan kondisi udara sekitar, terutama dengan potensi kejadian ISPA akibat pemajanan PM_{10} di tempat kerja, sehingga dapat ikut membantu Pemerintah Daerah dalam upaya meningkatkan produktifitas pabrik batako di daerah.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Udara

Yang dimaksud dengan udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi adalah air dalam bentuk uap (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2). Jumlah uap air yang terdapat di udara bervariasi tergantung dari cuaca dan suhu. Komposisi udara normal terdiri atas nitrogen 78,1%, oksigen 20,93% dan karbondioksida 0,03%, sementara selebihnya berupa gas argon, neon, xenon, helium dan kripton, dengan komposisi dan persentase tertentu. Udara juga mengandung debu, bakteri, spora dan sisa tumbuh-tumbuhan (Chandra, 2006).

2.2. Pencemaran Udara

2.2.1. Definisi

Yang dimaksud pencemaran udara menurut Wardhana (2004 :27)

adalah :

“adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta keberadaan di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Bila keadaan seperti tersebut terjadi, maka udara dikatakan telah tercemar sehingga kenyamanan hidup terganggu”

2.2.2. Bahan Pencemar Udara

Pencemaran pada suatu tingkat tertentu dapat merupakan campuran dari satu atau lebih bahan pencemar, baik berupa padatan, cairan atau gas yang masuk terdispersi ke udara dan kemudian menyebar ke lingkungan sekitarnya. Secara umum, penyebab pencemaran ada dua macam, yaitu karena *natural sources* (secara alamiah), seperti proses pembusukan sampah organik, debu yang beterbangan karena ditiup angin, serta abu atau debu yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi, serta karena *anthropogenic sources*, seperti hasil pembakaran bahan bakar fosil, debu/serbuk hasil dari kegiatan industri, serta akibat pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara.

Dari beberapa macam komponen pencemar udara, maka yang paling banyak berpengaruh terhadap kesehatan manusia adalah Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Belerang Oksida (SO_x), Hidrokarbon (HC), Partikel (particulate) dan lain-lain (Wardhana, 2004).

2.2.3. Jenis Pencemaran Udara

Menurut tempat terjadinya, pencemaran udara dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. Pencemaran udara luar-ruang (*outdoor air pollution*)

Adalah pencemaran yang terjadi di luar ruangan, baik di jalan, tempat-tempat umum, daerah industri dan lain-lain. Polusi udara luar-ruang dapat terjadi akibat fenomena alam, seperti gempa bumi, gunung meletus, dan

meletus, dan kebakaran hutan. Namun, polusi udara kini semakin banyak terjadi akibat aktivitas manusia yang berasal dari praktek industri dan pertanian hingga aktivitas rumah seperti penggunaan pemanggang, cerobong asap dan tungku pemanas di luar rumah. Polusi udara luar-ruang dapat bersifat lokal, regional ataupun global..

b. Pencemaran udara dalam-ruang (*indoor air pollution*)

Adalah pencemaran udara yang terjadi di dalam ruangan. Pencemaran udara indoor disebabkan diantaranya oleh pancaran radiasi alat-alat rumah tangga, terlepasnya partikel dari perabot, maupun polutan luar ruangan yang masuk ke dalam rumah. Biasanya dipengaruhi jenis partikel perabot, temperatur ruangan, maupun ruang sirkulasi udara (Fardiaz, 1992).

Pencemaran udara dalam ruang akan sangat mempengaruhi kualitas udaranya. Secara umum, menurut Hunter (2004) dan Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Prov. DKI (2008), faktor-faktor yang berhubungan dengan buruknya kualitas udara dalam ruang adalah :

1. Ventilasi udara yang tidak adekuat

Hal ini bisa disebabkan kurangnya jumlah udara bersih dari luar bangunan yang diperlukan oleh lingkungan ruang interior, serta tidak sesuai rancangan sistem ventilasi dengan kebutuhan pertukaran udara dalam ruangan.

2. Pencemaran udara dari dalam bangunan sendiri

Jenis-jenis pencemar yang dapat terjadi ialah, ozon dari mesin foto copy dan fax, pestisida, bahan-bahan pembersih, asap rokok, kebocoran gas dan kosmetik.

3. Pencemaran udara dari luar ruangan

Berupa asap dan emisi dari kendaraan bermotor, gas dan debu dari kegiatan konstruksi dan renovasi bangunan.

4. Kontaminasi bakteri dan mikroorganisme

Dapat terjadi dalam bangunan yang rentan terhadap kebocoran dan embesan air sehingga dapat menimbulkan tumbuhnya jamur, kapang atau pencemar bioaerosol lain yang umum.

5. Kontaminasi material bangunan

Terdiri dari komponen material yang berupa bahan fisik dan kimia, yang umumnya menjadi sumber pencemaran udara dalam ruangan itu sendiri.

2.2.4. Pencemaran Udara oleh Partikulat

Partikulat menurut WHO seperti yang dikutip Purwana (1999) adalah sejumlah benda padat atau benda cair dalam bermacam-macam ukuran, jenis dan bentuk yang tersebar di udara serta berasal dari sumber-sumber antropogenik dan sumber alam. Atau dapat disebut juga, partikel maupun aerosol adalah suatu bentuk pencemaran udara yang berasal dari zarah-zarah kecil yang terdispersi ke udara, baik berupa padatan, maupun

padatan dan cairan secara bersama-sama, yang dapat mencemari lingkungan.

Partikulat menyebar di atmosfer akibat dari berbagai proses alami seperti letusan vulkanik, hembusan debu serta tanah oleh angin. Aktifitas manusia juga berperan dalam penyebaran partikel, misal dalam bentuk partikel debu dan asbes dari bahan bangunan, abu terbang dari proses peleburan baja dan asap dari proses pembakaran yang tidak sempurna, terutama dari batu arang. Sumber partikel yang utama adalah pembakaran dari bahan bakar dari sumbernya diikuti oleh proses-proses industri (Sastrawijaya, 2000).

Partikulat di atmosfer dalam bentuk suspensi, yang terdiri atas partikel-partikel padat dan cair. Ukuran partikel dari 100 mikron hingga kurang dari 0,01 mikron meter. Terdapat hubungan antara ukuran partikel polutan dengan sumbernya (Fardiaz, 1992; Soedomo, 1999).

Partikel debu dalam emisi gas buang terdiri dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu. Pada proses pembakaran debu terbentuk dari pemecahan unsur hidrokarbon dan proses oksidasi setelahnya. Dalam debu tersebut terkandung debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida. Dalam proses ekspansi selanjutnya di atmosfer, kandungan metal dan debu tersebut membentuk partikulat. Beberapa unsur kandungan partikulat adalah karbon, SOF (*Soluble Organic Fraction*), debu, SO₄, dan H₂O. Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong

pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah butiran-butiran halus sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Diketahui juga bahwa di beberapa kota besar di dunia perubahan menjadi partikel sulfat di atmosfer banyak disebabkan karena proses oksidasi oleh molekul sulfur (Fardiaz, 1992).

Berdasarkan ukuran, secara garis besar partikel dapat merupakan suatu :

- partikel debu kasar, lebih dari 10 mikron,
- partikel debu, uap dan asap ukuran 1 – 10 mikron,
- aerosol, kurang dari 1 mikron (Corman, 1971).

PM₁₀ merupakan indikator yang sering digunakan untuk debu di lingkungan yang dapat terhirup dengan rata-rata ukuran diameter aerodinamis kurang dari 10 mikron (Sawison, 1999)

Besarnya ukuran partikel debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernafasan manusia secara umum adalah berkisar 0,1 – 10 mikro meter, dan berada di udara sebagai "*suspended partikulated matter*". Partikel melayang dengan ukuran < 10 mikron = PM₁₀ (WHO, 1986 ; Weetman, 1994)

Konsentrasi PM₁₀ yang di udara ambien yang terinhalasi ke dalam saluran pernafasan adalah 73,7% (*Methods for The Determination Hazardous Substances*, 1990 dalam Purwana, 1999). PM₁₀ yang masuk ke dalam saluran pernafasan selanjutnya menjangkau bagian dalam saluran pernafasan, sehingga menyebabkan peradangan dan iritasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Van Eeden, et.al (2000), bahwa partikel di udara

ambien yang terinhalasi dapat diproses oleh sel makrofag alveolar. Sel ini menghasilkan *mediator proinflammatory* seperti *cytokines* yang memicu infeksi pada paru-paru.

Bronchitis kronis terjadi apabila bronkhial mengalami peradangan dan iritasi. Pada keadaan tersebut trakhea dan cabang bronkhial akan memproduksi mukus, yakni substansi pelindung yang melingkupi organ pernafasan dan jaringan. Produksi mukus yang berlebihan menyebabkan sulit bernafas, pilek, batuk berdahak dan mengi (Blavias, 2004)

2.2.5. Dampak Pencemaran Udara

Secara umum partikel yang mencemari udara dapat merusak lingkungan, tanaman, hewan dan manusia. Partikel-partikel tersebut sangat merugikan kesehatan manusia. Pada umumnya udara yang telah tercemar oleh partikel dapat menimbulkan berbagai macam penyakit saluran pernapasan atau *pneumoconiosis*.

Pneumoconiosis adalah penyakit saluran pernapasan yang disebabkan oleh adanya partikel (debu) yang masuk atau mengendap di dalam paru-paru. Beberapa penyakit Pneumokoniosis yang banyak dijumpai di daerah yang memiliki banyak kegiatan industri dan teknologi, yaitu : Silikosis, Asbestosis, Bisinosis, Antrakosis, Beriliosis dan dampak pencemaran lainnya. Tetapi secara garis besar, Beberapa penyakit yang dapat timbul akibat dampak pencemaran udara adalah Inspeksi Saluran

Pernapasan Akut (ISPA), *pneumonia*, asthma dan *Sick Building Syndrom* (SBS) (Aditama, 1995).

Dampak kesehatan utama dari pemajanan debu adalah gangguan asthma dan penyakit saluran pernafasan lainnya, batuk dan naiknya mortalitas tergantung dari konsentrasi dari sifat fisik partikel debu itu sendiri (Wright, 1991).

Polutan debu masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui sistem pernafasan, oleh karena itu pengaruh yang paling merugikan langsung terutama terjadi pada sistem saluran pernafasan. Faktor yang paling berpengaruh adalah ukuran partikel, karena ukuran ini menentukan seberapa jauh penetrasi partikel ke dalam sistem pernafasan (Fardiaz, 1992).

Pertikel-partikel yang masuk dan tinggal di dalam paru-paru mungkin berbahaya bagi kesehatan karena tiga hal, yaitu : partikel tersebut mungkin beracun karena sifat kimia dan fisiknya, partikel tersebut mungkin bersifat inert tetapi mengganggu pembersihan bahan-bahan lain yang berbahaya dan partikel tersebut mungkin dapat membawa gas-gas yang berbahaya.

Mekanisme yang mungkin dapat menerangkan mengapa debu dapat menyebabkan terjadinya penyakit saluran pernafasan adalah dengan makin banyaknya pemajanan debu maka *cilia* akan terus menerus mengeluarkan debu tersebut sehingga lama-kelamaan *cilia* akan teriritasi dan tidak peka

lagi, sehingga debu akan mudah masuk. Selain itu, yang terpenting orang tersebut akan rentan terhadap infeksi saluran pernafasan lainnya.

Kasus yang banyak dilaporkan dan berhubungan dengan debu adalah bronchitis kronis dan emphysema (Wright, 1991). Selain itu, dicurigai adanya partikel yang bersifat karsinogen, hal ini disebabkan partikel yang terhisap dapat masuk ke dalam sistem pernafasan sampai ke bagian paru-paru terdalam, atau *alveoli* dan kemungkinan bisa terbawa melalui sirkulasi darah (Sutrisna, 1999).

2.2.6. Partikulat Melayang 10 μm (PM_{10})

Partikel debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernafasan manusia adalah yang berukuran 0,1 μm sampai 10 μm dan berada di udara sebagai *suspended particulate matter* (Partikulat Melayang dengan ukuran ≤ 10 mikrometer (μm), dikenal juga dengan PM_{10}). Partikel debu yang berukuran lebih besar dari 10 μm akan lebih cepat mengendap ke permukaan, sehingga kesempatan terjadinya pemajanan pada manusia menjadi kecil dan jika terjadi pemajanan akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian atas (WHO, 1986; Weetmen, 1994).

Pengaruh partikel debu bentuk padat maupun cair yang berada di udara sangat tergantung kepada ukurannya, yang menyebabkan dapat dihirup manusia atau *inhalable* dengan ukuran diameter berkisar antara 0,1 mikron sampai 10 mikron. Pada umumnya ukuran partikel debu 5 mikron merupakan partikel udara yang dapat langsung masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di *alveoli*. Partikel di atas 5 mikron yang masuk ke dalam

saluran pernafasan juga dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi. Keadaan ini akan diperparah apabila terjadi reaksi sinergi dengan gas SO_2 yang terdapat di udara. Selain itu partikel debu yang melayang dan beterbangan dibawa angin akan menyebabkan iritasi pada mata dan dapat menghalangi daya tembus pandang. Logam yang terkandung di udara yang terhisap mempunyai pengaruh yang lebih besar dibandingkan dosis yang sama yang berasal dari makanan dan minuman. Oleh karena itu kadar logam di udara yang terikat pada partikel patut mendapat perhatian yang lebih (Depkes, 2001).

Kerusakan yang terjadi pada paru-paru sangat tergantung dari ukuran debu. Menurut Waldboth seperti yang dikutip Munziah (2002) mekanisme partikel dalam saluran pernafasan dibedakan berdasarkan ukuran sebagai berikut :

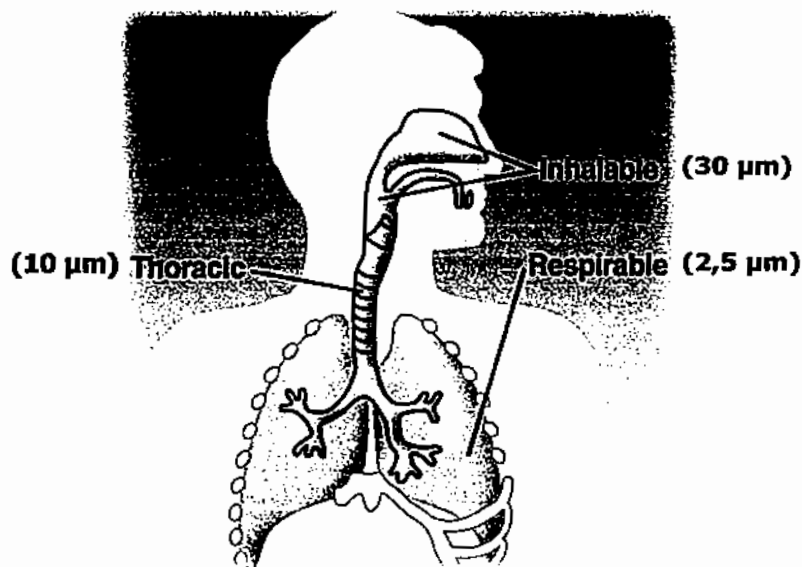
- Ukuran 5 - 10 μm → ditahan oleh saluran pernafasan bagian atas ;
- Ukuran 3 - 5 μm → ditahan oleh saluran pernafasan bagian tengah ;
- Ukuran 1 - 3 μm → di permukaan alveoli ;
- Ukuran 0,1 - 1 μm → melayang di permukaan alveoli ;
- Ukuran $\leq 0,5 \mu\text{m}$ → akan hinggap di permukaan alveoli atau selaput lendir karena *gerak brown*, sehingga dapat menyebabkan fibrosis paru.

Koren seperti yang dikutip Munziah (2002) menyebutkan bahwa dari beberapa penelitian di Philadelphia dan Colorado, terdapat hubungan yang kuat antara pajanan partikulat PM_{10} dengan penderita

cardiopulmonary disease dan asthma yang ditunjukkan dengan tingginya mortalitas dan morbiditas kasus penyakit saluran pernafasan dan kardiovaskular.

Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} sebagaimana rasio konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} sangat terganggu musim, konsentrasi lebih tinggi ditemukan di dalam ruangan dan di luar ruangan selama musim panas. Variasi yang tergantung dengan musim yang serupa juga ditemukan pada pajanan PM_{10} individual. Subjek anak-anak mengalami pajanan konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} yang lebih tinggi di dalam ruangan (Sally Liu dalam Handayani, 2004).

Menurut *U.S. Environment Protection Agency* (2003), dalam artikelnya tentang PM_{10} menyebutkan, *particulate matter* yang terhisap terdiri dari partikel halus ($\leq 2,5 \mu m$) dan partikel kasar ($2,5 - 10 \mu m$). Partikel ini dapat terakumulasi di dalam sistem pernafasan dan dihubungkan dengan banyak efek pada kesehatan. Pemajanan partikel kasar terutama dihubungkan dengan kondisi gangguan pernafasan seperti asthma, sedang efek partikel halus dihubungkan dengan meningkatnya waktu perawatan di rumah sakit dan kunjungan di ruang emergensi karena penyakit jantung dan paru-paru, meningkatnya gejala gangguan saluran pernafasan, menurunnya fungsi paru-paru dan kematian dini.



Gambar 2.1. Ukuran partikulat yang menembus sistem pernafasan

Sumber : US. EPA, 2003

Dua penelitian kohort yang dilakukan di Amerika telah menyatakan bahwa usia harapan hidup manusia menjadi berkurang antara 2 - 3 tahun pada masyarakat dengan kadar *particulate matter* (PM) yang lebih tinggi dibandingkan dengan masyarakat yang tinggal di daerah dengan kadar PM yang lebih rendah.

Penelitian di Amerika, Belanda dan Swiss telah menunjukkan hubungan peningkatan pada gejala saluran pernafasan atas (pilek, tenggorokan sakit, sakit kepala dan sinusitis) serta pada saluran pernafasan bawah (asthma, batuk kering, batuk berdahak dan nafas pendek) dengan peningkatan polusi udara. Hong dkk (1999) menyebutkan bahwa PM₁₀ mempunyai aktivitas radikal bebas yang dapat menyebabkan peradangan pada paru-paru.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tanggal 26 Mei 1999, disebutkan baku mutu untuk $PM_{2,5}$ adalah $65 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (waktu pengukuran 24 jam) dan $15 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (waktu pengukuran 1 tahun), sedangkan untuk baku mutu PM_{10} adalah $150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (waktu pengukuran 24 jam) dengan metode analisis Gravimetric.

2.3. Mekanisme Masuknya Debu pada Saluran Pernafasan

Menurut Ryadi dalam Munziah (2002), mekanisme masuknya debu dalam saluran pernafasan ada 3 macam, yaitu :

- a. *Inersia*, debu akan menimbulkan kelambaban pada debu itu dan terjadi pergerakan karena dorongan aliran udara serta akan melalui saluran yang berbelok-belok. Pada sepanjang jalan pernafasan yang lurus tersebut debu akan langsung ikut dengan aliran, masuk ke dalam saluran pernafasan yang lebih dalam, sedangkan partikel-partikel yang lebih besar akan mencari tempat yang lebih ideal untuk menempel/mengendap seperti pada tempat-tempat yang berlekuk di selaput saluran pernafasan.
- b. *Sedimentasi*, terjadi pada saluran pernafasan di mana kecepatan arus udara kurang dari 1 cm/detik, sehingga memungkinkan partikel debu tersebut mengalami gaya berat dan akan mengendap.
- c. *Gerak Brown*, terjadi pada debu-debu yang mempunyai ukuran kurang dari $0,1 \mu\text{m}$ di mana melalui gerakan udara, debu akan sampai pada permukaan alveoli dan mengendap di situ.

2.4. Industri Batako

Batako merupakan salah satu bahan material buatan manusia sebagai alternatif bahan bangunan selain bata merah. Penggunaan batako sebagai bahan bangunan dianggap lebih praktis dan ekonomis, karena selain lebih mudah dalam pemasangan juga secara matematis lebih murah dibandingkan menggunakan bata merah.

Hampir seluruh pabrik batako di Banyuasin melakukan proses produksi baik penyimpanan bahan, pencampuran, pencetakan, penyimpanan batako tidak dalam bangunan/gedung tertutup, akan tetapi merupakan bangunan beratap tanpa dinding. Dengan kata lain, kondisinya sama dengan lingkungan udara luar dan tidak memerlukan sumber pencahayaan atau lampu.

Bahan dasar pembuatan batako adalah pasir, semen, tanah sirtu dan serbuk/abu batubara. Perbandingan campuran bahan-bahan tersebut bisa disesuaikan dengan kebutuhan dan kualitas yang diinginkan, akan tetapi untuk kualitas standar, 1 zak semen, 3 *angkong* tanah sirtu (12 *angkong/rory* setara dengan 1 m³), 6 *angkong* pasir dan satu karung serbuk batubara bisa untuk produksi 80 sampai 90 buah batako. Seluruh bahan dicampur dengan cara diaduk sampai rata, kemudian dicetak, baik dengan mesin pres maupun dengan tenaga manusia.

Serbuk batubara adalah padatan yang berupa senyawa organik sisa pembakaran batubara secara sempurna berwarna keabu-abuan, terbentuk dari pembakaran bahan mineral. Abu pembakaran tersebut kemudian dimanfaatkan

sebagai bahan campuran batako. Penggunaan serbuk batubara dimaksudkan menghasilkan batako yang lebih putih dan mempunyai daya rekat tinggi.

Bentuk polutan batubara pada umumnya berbentuk padat, cair dan gas. Polutan batubara yang digunakan sebagai salah satu bahan dasar pembuatan batako berwujud padat berupa partikel debu. Organ tubuh manusia yang dapat menjadi sasaran pencemaran partikel debu batubara adalah parenkim paru, kelenjar limfe, bila partikel tersebut melebihi ambang batas dapat menyebabkan *pneumoconiosis* dan efek kronis berupa fibrosis paru (Gregory dalam Hamidi, 2002)

Penggunaan serbuk hasil pembakaran batubara dan bahan lain pada pembuatan batako diduga merupakan pemicu timbulnya partikulat melayang, termasuk PM_{10} , terutama pada saat pencampuran bahan-bahan tersebut. Hal ini akan diperkuat apabila kondisi udara/cuaca panas dan kelembaban udara yang rendah. Penggunaan dan proses pembuatan bahan bangunan yang berasal dari tambang seperti pasir dan abu batu bara merupakan sumber penyumbang tingginya konsentrasi partikulat (Anies, 2006)

2.5. Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)

Infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) yang diadaptasi dari istilah dalam bahasa Inggris *Acute Respiratory Infections* (ARI) mempunyai pengertian sebagai berikut:

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

Penyakit ISPA masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama. Hal ini karena masih tingginya angka kematian karena ISPA terutama pada bayi dan balita (Depkes RI, 1993). Infeksi saluran pernafasan akut, seperti halnya diare, merupakan sebab utama kesakitan dan kematian pada anak-anak balita di negara berkembang. Setiap tahun, ISPA membunuh kira-kira 4 juta anak balita di Asia, Afrika dan Amerika Latin. Pneumonia merupakan ISPA yang paling berat bagi balita dan penyebab utama hampir semua kematian (Depkes RI, 1995).

Kejadian infeksi saluran pernafasan akut merupakan masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh dalam hal ini saluran pernafasan dan

adnexas nya, berkembang biak sampai menimbulkan penyakit dalam waktu yang berlangsung 14 hari.

Depkes membedakan ISPA dan Pneumonia. ISPA dikelompokkan terhadap balita penderita batuk-pilek yang tidak menunjukkan gejala frekuensi nafas dan tidak menunjukkan adanya penarikan dinding dada bagian bawah ke dalam (Depkes, 2000).

ISPA disebabkan oleh beberapa golongan kuman, yaitu, bakteri, virus dan rickettsia yang jumlahnya lebih dari 300 macam. Pada ISPA atas 90-95% penyebabnya adalah virus. Di negara berkembang ISPA bawah, terutama pneumonia disebabkan oleh bakteri dari genus *streptococcus*, *Haemofilus Pneumokokus*, *Bordetella* dan *Korinebakterium*, sedang di negara maju, ISPA bawah disebabkan oleh Virus Miksosvirus, Adenovirus, Koronavirus, Pikornavirus dan Herpesvirus (Parker, 1985).

Patogenesis

Ketahanan saluran nafas terhadap infeksi sangat ditentukan 3 unsur ilmiahnya, yaitu: utuhnya epitel mukosa dan gerak mukosa silia, makofrag alveoli dan antibodi setempat. Secara umum terjadinya infeksi saluran pernafasan selalu diawali adanya kerusakan sel-sel epitel mukosanya.

Kerusakan epitel mukosa dan silia disebabkan oleh :

1. Polutan utama dalam udara tercemar khususnya disebabkan oleh CO₂
2. Sindroma Immotil
3. Pengobatan dengan O₂ konsentrasi tinggi (25% atau lebih)

Terjadinya infeksi saluran pernafasan akut banyak disebabkan oleh karena adanya kerusakan pada mukosa saluran nafas, padahal kebanyakan antibodi saluran nafas (IgA) banyak terdapat pada mukosa saluran nafas. Dengan terjadinya kerusakan mukosa maka akan disertai kerusakan antibodi, yang akan berdampak mudahnya terjadi infeksi saluran nafas, khususnya kejadian ISPA pada bayi dan anak.

Gambaran klinik radang karena ISPA sangat tergantung pada *karakteristik inokulum*, yaitu daya tahan tubuh dan umur seseorang. Yang dimaksud karakteristik inokulum ialah tingkat virulensi mikroorganisme, dan banyaknya mikroorganisme yang masuk. Sedangkan daya tahan tubuh seperti telah disebutkan di atas sangat ditentukan oleh utuh tidaknya sel epitel mukosa dan gerak mukosa, makrofag alveoli dan kemampuan antibodi IgA.

2.6. Hubungan Paparan PM₁₀ dengan Kejadian ISPA

Penyakit saluran pernafasan ditransmisikan melalui partikel-partikel yang ada di dalam rumah, droplets atau kontak langsung / hubungan fisik. Partikel-partikel udara yang menyebabkan iritasi mengawali terjadinya penyakit saluran pernafasan. Sebagai contoh, influenza dan pneumonia sering merupakan infeksi sekunder dari hasil perkembangan suatu iritasi. Hal ini menunjukkan bahwa rumah yang tidak layak huni karena padat penghuni, udara pengap, dan ruang sempit sangat berperan untuk terjadinya penyakit saluran pernafasan (Listiorini, 1989).

Hasil penelitian menyatakan bahwa kadar PM_{10} rumah yang melebihi $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ menimbulkan gangguan saluran pernafasan pada anak balita (Purwana, 1999), dengan resiko 2,94 kali lebih besar dibandingkan dengan PM_{10} yang kadarnya kurang dari $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Munziah, 2002). Hal yang sama di jelaskan oleh Wattimena (2004) dalam penelitiannya di Tangerang, yang menyebutkan balita yang tinggal di rumah dengan kadar $PM_{10} > 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beresiko mengalami ISPA 26,04 kali lebih besar dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan kadar $PM_{10} < 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sementara itu, Johannes (2006) dengan standar yang berbeda dalam penelitiannya di Payakumbuh menyatakan bahwa balita yang tinggal pada rumah dengan kadar $PM_{10} > 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beresiko mengalami ISPA 3,07 kali lebih besar dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan kadar $PM_{10} < 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hasil penelitian yang menyebutkan adanya hubungan yang bermakna antara kadar PM_{10} dengan gangguan saluran pernafasan pada orang dewasa di sampaikan oleh Surjanto (2007) pada penelitiannya di sekitar lokasi pengolahan batu di Sukabumi yang menyebutkan responden dengan asupan $PM_{10} > 0,030 \text{ mg}/\text{kg} \times \text{hari}$ mempunyai peluang 1,70 kali lebih besar terkena gangguan saluran nafas dibandingkan responden dengan asupan $PM_{10} < 0,030 \text{ mg}/\text{kg} \times \text{hari}$.

2.7. Faktor Umur

Salah satu faktor utama peningkatan kerentanan akibat polusi udara adalah adanya riwayat penyakit sebelumnya dan kerentanan yang berkaitan dengan kelompok umur. Misalnya penyakit *cardiopulmonal* berpotensi lebih

tinggi terhadap kelompok usia tua, sedangkan kelompok umur muda mempunyai tingkat penyakit pernafasan yang paling tinggi dalam kaitannya dengan infeksi. (US EPA, 2004).

Beberapa referensi menyebutkan batasan kelompok umur yang mempunyai perbedaan kerentanan terhadap penyakit saluran pernafasan. Kelompok usia lanjut (65 tahun ke atas) mempunyai resiko lebih tinggi terhadap akibat pajanan partikulat (WHO, 2000). Jhonson (2005) menyebutkan bahwa populasi di bawah 18 tahun dan di atas 65 tahun merupakan kelompok yang rentan terhadap efek pajanan partikulat.

2.8. Status Gizi

Status gizi ialah gambaran dari kondisi keseimbangan dalam bentuk tertentu, baik pada individu maupun kondisi suatu masyarakat tertentu. Sebagai contoh, status gondok endemik pada suatu daerah berarti keadaan tidak seimbangnya pemasukan dan pengeluaran zat yodium dalam tubuh manusia. Keadaan gizi yang buruk dipercaya sebagai faktor resiko yang penting untuk terjadinya ISPA. Beberapa literatur menyatakan tentang adanya hubungan antara gizi buruk dan infeksi paru, di mana anak-anak dengan gizi buruk lebih mudah terkena pneumonia (Sutrisna, 1993).

Menurut WHO (1986), pada bayi dan anak-anak sampai usia 4 tahun, kejadian ISPA rata-rata antara anak yang mempunyai berat badan normal dan anak yang malnutrisi sama besar, akan tetapi anak dengan malnutrisi akan menderita serangan lebih lama dan terjadi komplikasi untuk mendapatkan

pneumonia sembilan belas kali lebih besar dari pada anak dengan berat badan normal.

Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun ke atas) merupakan masalah penting, karena mempunyai resiko penyakit-penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja (Depkes, 2002). Oleh karena itu, pemantauan keadaan tersebut perlu dilakukan oleh setiap orang secara berkesinambungan.

Indeks Masa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI) merupakan alat atau cara yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Berat badan kurang dapat meningkatkan resiko terhadap penyakit infeksi, sedangkan berat badan lebih akan meningkatkan resiko terhadap penyakit degeneratif. Oleh karena itu, mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan yang lebih panjang.

Untuk mengukur indeks masa tubuh orang dewasa digunakan timbangan berat badan dan pengukur tinggi badan. Dengan IMT, akan diketahui apakah berat badan seseorang dinyatakan normal, kurus atau gemuk. Penggunaan IMT hanya untuk orang dewasa berumur lebih dari 18 tahun, tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil dan olahragawan.

Untuk mengetahui nilai IMT dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{IMT} = \frac{\text{berat badan (kg)}}{\text{tinggi badan (m)} \times \text{tinggi badan (m)}}$$

Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO/WHO, yang membedakan batas ambang untuk laki-laki dan perempuan. Disebutkan batas ambang **normal** untuk laki-laki adalah **20,1 - 25,0**, dan untuk perempuan adalah **18,7 - 23,8**.

Untuk kepentingan di Indonesia, batas ambang dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Pada akhirnya diambil kesimpulan batas ambang IMT untuk Indonesia adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Katagori Status Gizi Berdasarkan Indeks Masa Tubuh

Kondisi	Kategori	IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	< 17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0 - 18,4
Normal	Normal	18,5 - 25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,1 - 27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	> 27,0

Jika seseorang termasuk kategori IMT <17,0, keadaan orang tersebut disebut kurus dengan kekurangan berat badan tingkat berat atau Kurang Energi Kronis (KEK) berat. Jika IMT 17,0 - 18,4 keadaan orang tersebut disebut kekurangan berat badan tingkat ringan atau KEK ringan.

2.9. Status Imunisasi

Imunisasi adalah proses dimasukkannya bakteri atau virus tertentu yang telah dilemahkan sedemikian rupa pada tubuh manusia dengan tujuan merangsang timbulnya antibodi untuk penyakit tertentu dalam tubuh. Dengan kata lain, imunisasi adalah pemberian vaksin pada tubuh manusia untuk

mendapatkan kekebalan terhadap penyakit tertentu. Ada dua mekanisme dasar pada tubuh manusia untuk mendapatkan kekebalan ini, yaitu kekebalan secara aktif dan pasif.

Kekebalan aktif terjadi sebagai akibat stimulasi sistem imunitas yang menghasilkan antibodi dan kekebalan seluler. Kekebalan ini biasanya bertahan sampai beberapa tahun, bahkan bisa bertahan seumur hidup. Salah satu cara untuk mendapatkan kekebalan ini adalah dengan vaksinasi. Vaksin akan berinteraksi dengan sistem kekebalan tubuh untuk menghasilkan *immune response* yang setara dengan yang dihasilkan setelah seseorang menderita penyakit secara alami, tetapi tidak menyebabkan orang tersebut sakit dan mengalami komplikasi.

Kekebalan pasif ialah pemberian antibodi yang berasal dari hewan atau manusia kepada manusia lain. Kekebalan pasif memberikan perlindungan terhadap beberapa infeksi, tetapi perlindungan ini bersifat sementara. Bentuk paling umum dari kekebalan pasif adalah pada bayi yang menerima kekebalan dari ibunya.

Imunisasi masal mempunyai nilai yang terbatas dalam penanggulangan ISPA. Studi di India, menurut Bhaskaram seperti yang dikutip Sutrisna (1993), menyebutkan adanya tingkat proteksi tertentu dari antibodi terhadap campak pada anak-anak dengan malnutrisi berat, usia 9 bulan sampai 3 tahun. Penggunaan vaksin campak, pertusis dan difteri walaupun efektif ternyata belum dapat mengurangi masalah ISPA pada negara-negara berkembang karena bukan merupakan bakteri penyebab utama atau virus penyebab utama ISPA.

2.10. Kebiasaan Merokok

Rokok adalah salah satu penyebab kematian terbesar di dunia. Saat ini rokok bertanggungjawab terhadap kematian lebih dari 3 juta kematian dan diperkirakan menjadi 3 kali lipat pada tahun 2030. Tujuh juta diantaranya adalah terjadi di Negara-negara miskin dan berkembang. Menurut Organisasi Kesehatan dunia (WHO), setiap satu jam, tembakau rokok membunuh 560 orang di seluruh dunia. Kalau dihitung satu tahun terdapat 4,9 juta kematian di dunia yang disebabkan oleh tembakau rokok. Kematian tersebut tidak terlepas dari 3.800 zat kimia, yang sebagian besar merupakan racun dan karsinogen (zat pemicu kanker), selain itu juga asap dari rokok memiliki *benzopyrene* yaitu partikel-partikel karbon yang halus yang dihasilkan akibat pembakaran tidak sempurna arang, minyak, kayu atau bahan bakar lainnya yang merupakan penyebab langsung mutasi gen.

Kebiasaan merokok akan dapat membunuh lebih awal satu dari empat pria yang merokok 20 batang atau lebih per harinya. Laporan WHO juga menyebutkan beberapa penyakit yang berhubungan dengan kebiasaan merokok, yaitu kanker paru, bronchitis kronik dan emphysema, penyakit jantung iskemik dan penyakit kardiovaskuler lain, ulkus peptikum kanker mulut/tenggorokan/kerongkongan, penyakit pembuluh darah otak dan gangguan janin dalam kandungan (Aditama, 1995).

Jumlah perokok di Indonesia sangat tinggi. Sebagian besar perokok adalah perokok kretek yang mengandung tar dan nikotin sangat tinggi. Menurut WHO seperti yang dikutip Aditama (2003) saat ini Indonesia menduduki

peringkat keempat jumlah perokok terbesar di dunia, dua per tiganya adalah golongan menengah ke bawah, termasuk pekerja dan buruh kasar.

2.11. Kondisi Kesehatan Lingkungan Hunian

Rumah sebagai tempat tinggal selain berfungsi sebagai tempat untuk berlindung dari panas, dingin dan hujan juga harus memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu, agar rumah dapat mendukung kesehatan penghuni dan dapat memenuhi kebutuhan psikologisnya.

Pertumbuhan ekonomi dan kemajuan di bidang industri yang tidak merata ternyata berdampak pada mobilisasi penduduk ke perkotaan, yang berakibat penambahan penduduk kota yang tidak diimbangi dengan penyediaan infrastruktur tempat tinggal memadai, baik dari kualitas maupun kuantitas. Kondisi demikian tentu akan sangat mempengaruhi kesehatan penghuni.

Di dalam rumah terdapat banyak sumber-sumber yang potensial menyebabkan pencemaran udara, seperti bahan bakar masak, asap rokok, dan penggunaan obat nyamuk bakar. Penggunaan berbagai jenis bahan bakar untuk masak (kayu bakar, minyak tanah, gas dan batubara) berhubungan dengan kejadian penyakit ISPA. Beberapa studi melaporkan bahwa penyakit saluran pernafasan yang terjadi pada ibu maupun anak mempunyai hubungan dengan penggunaan bahan bakar untuk masak dan kepadatan dalam rumah.

2.11.1 Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara. Udara yang mengandung uap air merupakan udara lembab, sebaliknya

udara yang kering tidak mengandung atau sangat sedikit mengandung uap air. Uap air biasanya tidak dianggap sebagai polutan, namun konsentrasinya yang tinggi di dalam lingkungan yang tertutup, dapat menjadi media yang baik bagi jamur, kapang dan tungau debu yang dapat mengakibatkan terjadinya reaksi alergi pada saluran pernafasan.

Kelembaban tinggi dan debu dapat menyebabkan kapang dan kontaminan biologis lainnya berkembang biak. Tingkat kelembaban relatif yang terlalu tinggi dapat mendukung pertumbuhan dan penyebaran polutan biologis penyebar penyakit. Tingkat kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan iritasi membran mukosa, mata kering dan sinusitis (Fitria, 2003).

Kelembaban udara yang dianggap nyaman adalah 40-60%. Bila kelembaban di atas 60 % akan menyebabkan berkembangbiaknya organisme patogen maupun organisme yang bersifat alergen. Sedangkan kelembaban udara di bawah 40% dapat menyebabkan ketidaknyamanan, iritasi mata, dan kekeringan pada membran mukosa (seperti pada tenggorokan). Menurut KEPMENKES RI No. 829/Menkes/SK/III/1999 Tentang Persyaratan Rumah Sehat, persyaratan untuk kelembaban adalah 40 – 70%.

Kelembaban merupakan faktor yang dapat merubah ukuran partikel. Dalam keadaan udara lembab, ukuran volume partikel dapat berubah menjadi besar. Ini terjadi karena partikulat berlaku sebagai *nuclei* yang menyerap uap air dan uap lain. Karena perubahan ukuran ini, maka partikulat yang sebelumnya melayang-layang di udara akan berubah menjadi partikulat yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan dapat mengendap (Purwana, 1999).

2.11.2. Kepadatan Hunian

Kepadatan penghuni dalam rumah merupakan faktor resiko terjadinya infeksi saluran pernafasan akut sebagai akibat penularan antar penghuni. Kepadatan hunian merupakan luas lantai dalam rumah dibagi dengan jumlah anggota keluarga penghuni (Mukono, 2000). Persyaratan kepadatan hunian untuk seluruh rumah biasa dinyatakan dalam m^2 /orang. Luas minimum per orang sangat relatif tergantung dari luas bangunan dan fasilitas yang tersedia.

Menurut ketentuan Departemen Kesehatan RI (Kepmenkes RI No. 829 Tahun 1999), 1 orang dewasa membutuhkan ruangan seluas $4,5 m^2$, sedangkan anak-anak usia 1 - 10 tahun $1,5 m^2$ luas ruangan / lantai. Jika kondisi rumah terlalu padat, yaitu kurang dari $4,5 m^2$ tiap orang dewasa maka udara kurang leluasa bergerak, aliran udara kurang sehingga suplai udara bersih juga berkurang. Keadaan demikian merupakan media yang baik untuk berkembangnya jenis kuman tertentu dan memudahkan terjadinya penularan penyakit, seperti penyakit infeksi saluran pernafasan (Handajani, 1996).

Perumahan yang berpenghuni banyak (*over crowded*) dan tidak memenuhi persyaratan kesehatan dapat mempermudah dan memungkinkan adanya transmisi penyakit menular terhadap penghuni lainnya (Soewarto, 2004). Lingkungan yang padat akan mempercepat penularan batuk dan pilek, meludah di sembarang tempat dan bersin di depan anak-anak juga akan mempermudah penularan.

Menurut Achmadi (1993) anak yang tinggal di rumah yang padat (kurang dari $10 \text{ m}^2/\text{orang}$) akan mendapatkan resiko untuk mengalami ISPA sebanyak 1,75 kali lebih besar dibandingkan dengan anak yang tinggal di rumah yang tidak padat. Sementara itu, Poerno(1983) menyebutkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara jumlah koloni bakteri dengan kepadatan penghuni per m^2 , sehingga memudahkan terjadinya penularan penyakit terutama penyakit saluran pernafasan.

*Kelala
jauh*

2.11.3. Perhawaan (Ventilasi)

Faktor kondisi fisik rumah lainnya yang berpengaruh terhadap gangguan saluran pernafasan adalah ventilasi rumah. Pertukaran hawa (ventilasi) yaitu proses penyediaan udara segar dan pengeluaran udara kotor secara alamiah dari suatu ruangan atau rumah. Pergantian udara dalam suatu rumah sangat diperlukan untuk menukar udara yang sudah dipergunakan oleh aktivitas penghuni maupun proses lainnya, agar tidak mudah terjadi penularan penyakit yang berasal dari penderita penyakit menular dalam rumah.

Berdasarkan standar Departemen Kesehatan RI, syarat minimal luas total ventilasi untuk rumah sehat adalah 10% dari luas lantai rumah. (Kepmenkes RI No. 829/MENKES/SK/VII/1999 Tahun 1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan). Ventilasi yang tidak cukup akan menyebabkan kurangnya kadar oksigen di udara dalam ruang hunian, bertambahnya karbon dioksida dari pernafasan manusia, suhu udara dalam ruang hunian karena panas yang

dikeluarkan oleh hasil metabolisme tubuh manusia, kelembaban udara dalam ruang hunian bertambah karena penguapan air dari kulit dan pernafasan manusia. Penelitian yang dilakukan oleh Situmorang (1991) menunjukkan bahwa masalah sirkulasi udara dan kelembaban dalam rumah berhubungan dengan kejadian penyakit ISPA pada anak balita.

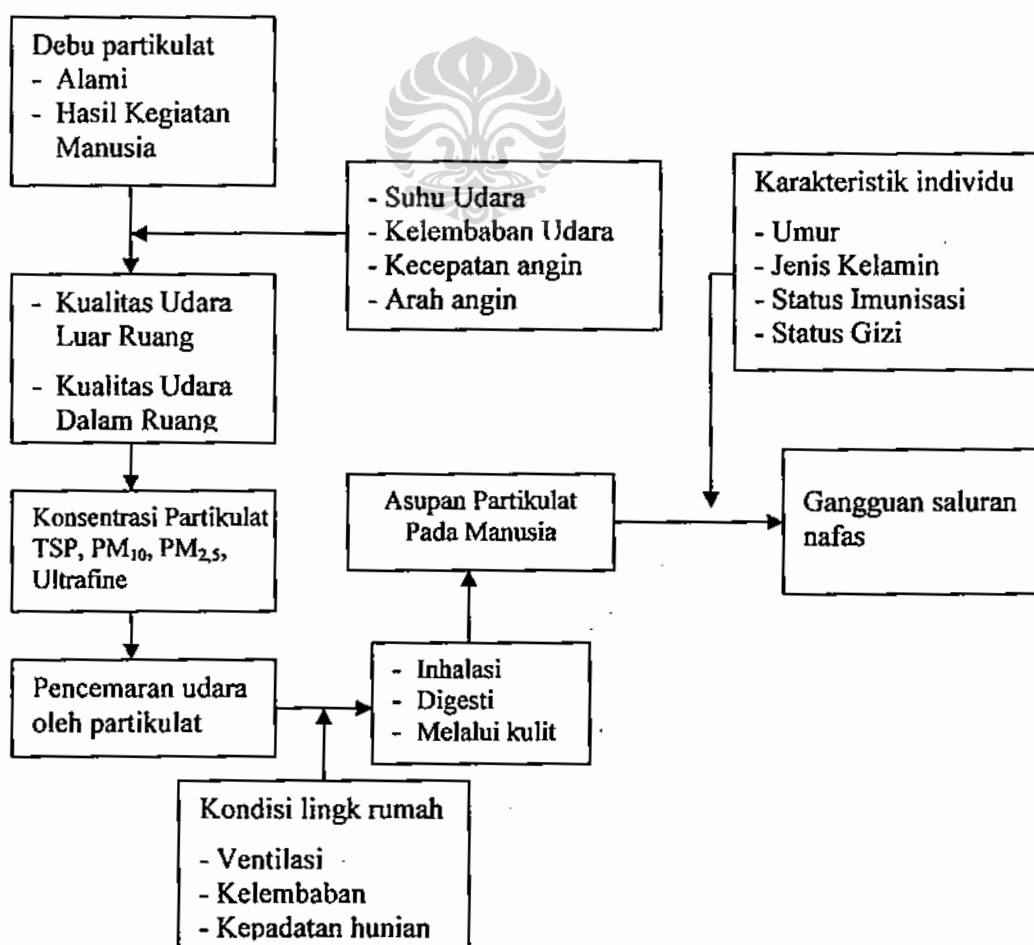


BAB 3

KERANGKA TEORITIS, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1. Kerangka Teoritis

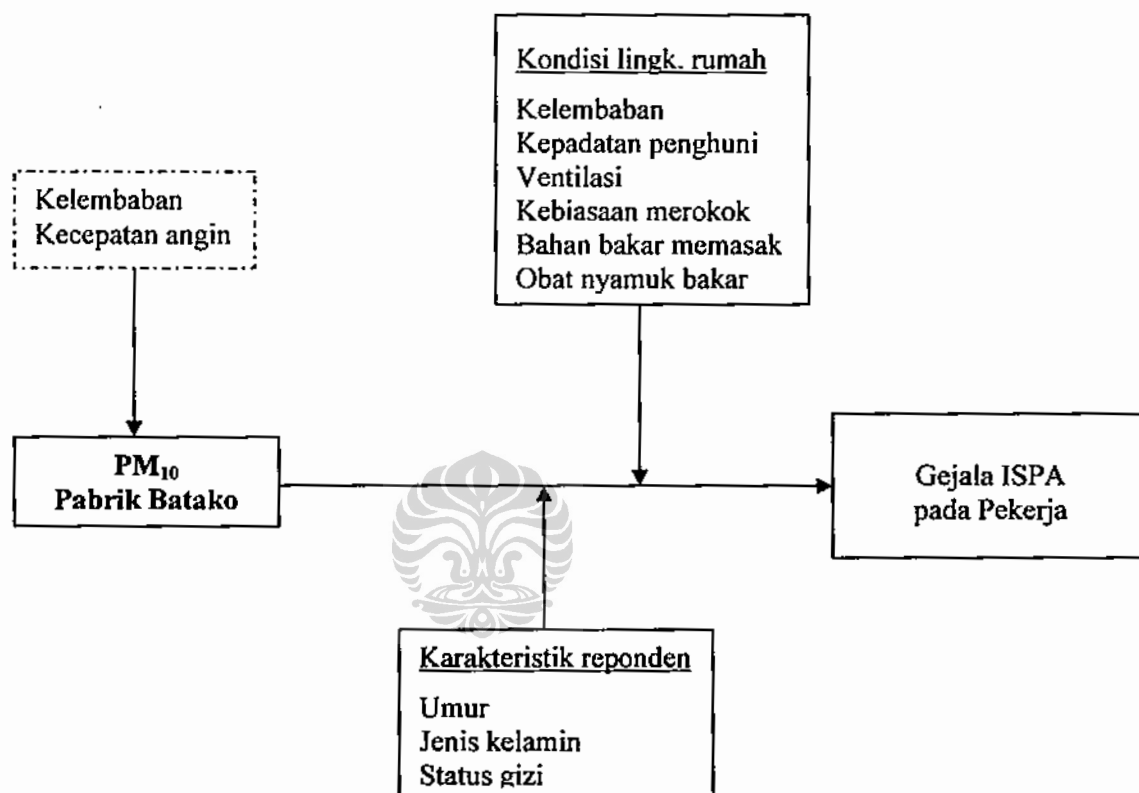
Dari beberapa teori di atas, maka didapat kerangka pikir sedemikian rupa, di mana dampak kesehatan yang terjadi selalu didahului dari eksposur pada sumber pencemar, selanjutnya sumber pencemar tersebut menghasilkan debu yang beterbangan dan dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui inhalasi, maka kerangka pikir dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1. Kerangka Teori

3.2. Kerangka Konsep

Berdasarkan pada beberapa hasil penelitian ada beberapa variabel yang diduga mempunyai hubungan kuat dengan kejadian gangguan saluran pernapasan, maka kerangka konsep yang diajukan dalam penelitian ini adalah :



Gambar 3.2. Kerangka Konsep

Pekerja pabrik batako bisa terkena gangguan gejala ISPA diperkirakan berkaitan beberapa variabel, baik yang berada di pabrik maupun faktor lain yang berkaitan dengan kondisi lingkungan rumah tinggal. Pada penelitian ini ada dua bagian variabel bebas, yaitu kadar PM₁₀ di pabrik batako dan kondisi rumah/tempat tinggal responden, meliputi kepadatan penghuni, ventilasi, kelembaban, kebiasaan merokok, bahan bakar merokok dan penggunaan obat

nyamuk bakar. Konsentrasi PM_{10} ikut dipengaruhi oleh kualitas udara pabrik seperti kelembaban dan kecepatan angin. Variabel lain yang diperkirakan ikut mempengaruhi variabel terikat adalah karakteristik individu, meliputi umur, jenis kelamin dan status gisi responden.

Yang dimaksud variabel terikat dalam penelitian ini adalah kejadian gejala ISPA pada responden berupa batuk dan/atau pilek dengan karakteristik tertentu yang diukur dengan wawancara langsung pada responden.

3.3. Definisi Operasional

Variabel	Definisi operasional	Cara ukur	Alat ukur	Hasil ukur	Skala
Gejala ISPA	Gejala pada saluran nafas yang dialami responden dalam 1 tahun terakhir yaitu terdapatnya satu atau lebih gejala batuk, pilek, demam, berdahak dan gejala lain. Responden dinyatakan mengalami gejala ISPA bila maupun terdapat gangguan batuk atau pilek bisa disertai dahak/reak.	Wawancara	Chek list	1 Ya 2 Tidak	Ordinal
PM_{10} Pabrik	Konsentrasi kelompok partikulat berukuran kurang dari 10 mikrometer (μm) dalam satuan mikrogram per meter kubik ($\mu g/Nm^3$) pada saat pengukuran di lokasi pembuatan batako.	Pengukuran	Haz-Dust model EPAM-5000	$\mu g/Nm^3$	Rasio
Umur	Umur responden pada saat penelitian diukur berdasarkan ulang tahun terakhir.	Wawancara	Kuesioner	1. ≤ 20 th 2. 21 - 30 th 3. 31 - 40 th 4. 41 th keatas	Ordinal
Jenis kelamin	Jenis kelamin responden	Pengamatan dan wawancara	Kuesioner	1 Laki 2 Perempuan	Nominal

Variabel	Definisi operasional	Cara ukur	Alat ukur	Hasil ukur	Skala
Status gizi	Keadaan gizi responden dengan Indeks Masa Tubuh yang diukur dengan membandingkan berat badan (BB) terhadap tinggi badan (TB) dan dikonversikan dengan standar status gizi Depkes RI Tahun 2002	Pengukuran	Kuesioner, timbangan BB dan meteran untuk TB	1 Gizi kurang (bila $IMT \leq 18,4$) 2 Gizi cukup (bila $IMT > 18,4$)	Ordinal
Kelembaban udara rumah	Banyaknya uap air yang terdapat di udara dibandingkan dengan banyaknya uap air yang dapat bertahan dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Kelembaban yang dimaksud adalah kelembaban yg diukur di salah satu ruangan rumah tempat tinggal responden.	Pengukuran	Termohy-grometer	1 TMS, bila kelembaban < 40% dan > 70% 2 MS, bila kelembaban antara 40% - 70%	Ordinal
Kepadatan penghuni rumah	Luas bangunan rumah untuk setiap penghuni tetap di dalam rumah. Rumah dinyatakan padat apabila tidak sesuai dengan Permenkes RI No 829 Tahun 1999 yaitu minimal 4,5 m ² untuk satu orang.	Wawancara	Kuesioner	1 padat 2 tidak padat	Ordinal
Ventilasi / lubang Angin rumah	Rasio luas jendela atau lubang angin rumah untuk aliran udara dari luar rumah ke dalam rumah atau sebaliknya. Diukur dengan membandingkan luas ventilasi di seluruh bangunan rumah responden dengan total luas bangunan. Ventilasi dinyatakan kurang bila < 10% (Permenkes 829 Tahun 1999).	Pengukuran	Meteran	1 Kurang 2 Cukup	Ordinal
Jenis bahan bakar masak	Jenis bahan bakar yang biasa digunakan oleh keluarga responden untuk memasak di rumah	Wawancara	Kuesioner	1 kayu bakar 2 minyak tanah 3 gas	Nominal
penggunaan obat nyamuk bakar	Menggunakan atau tidak menggunakan obat nyamuk bakar sehari-hari di rumah	Wawancara	Kuesioner	1 Ya 2 Tidak	Ordinal
Kebiasaan merokok responden	kebiasaan merokok yang dilakukan responden minimal satu batang setiap hari.	Wawancara	Kuesioner	1 merokok 2 tidak merokok	Ordinal

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi analitik dengan menggunakan rancangan *cross sectional* atau potong-lintang. Data yang dikumpulkan adalah konsentrasi PM₁₀ pada perusahaan pembuat batako, data kejadian gejala infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) dan variabel-variabel lainnya. Pendekatan *cross sectional* digunakan dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran asosiasi antara pajanan utama dan variabel independen lain dengan outcome, dan pengambilan data baik variabel dependen maupun variabel independen diambil dalam waktu yang bersamaan.



4.2. Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan, di mana terdapat lebih dari 30 perusahaan / pabrik pembuatan batako yang tersebar di beberapa kecamatan. Pemilihan lokasi penelitian berdasarkan tempat yang dekat dengan daerah pemukiman, atau yang relatif mudah dijangkau, serta pada umumnya tempat tinggal karyawan tidak terlalu jauh dengan lokasi pabrik. Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Maret 2008.

4.3. Populasi dan sampel

4.2.1. Populasi

Populasi penelitian ini adalah pekerja pada pabrik pembuat batako bagian produksi yang berlokasi di Kabupaten Banyuasin.

4.2.2. Sampel

Sampel adalah pekerja pada pabrik pembuat batako bagian produksi dan telah bekerja lebih dari 1 bulan. Dari data resmi yang didapat dari Dinas Koperasi, Perindustrian Perdagangan, UKM & Penanaman Modal Kabupaten Banyuasin, dari 42 perusahaan batako diketahui jumlah tenaga kerja adalah 310 orang, dengan rata-rata 3 - 12 orang pekerja tiap perusahaan.

Menurut Lemeshow (1997), besar sampel minimal yang diambil dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 P (1-P) N}{D^2(N-1)+Z_{1-\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

di mana :

- n = Jumlah sampel yang minimal
- $Z_{1-\alpha/2}$ = Deviasi standar normal, $\alpha = 0,05$
- N = Besar populasi
- P = Proporsi kejadian
- d = Penyimpangan / tingkat kesalahan

Jika prevalensi ISPA semua di Banyuasin diketahui sebesar 24,7%, dan besar populasi 310 orang, maka minimal besar sampel penelitian ini setelah dihitung menggunakan rumus dalam *sample size* adalah 150.

Untuk mengantisipasi adanya kesalahan-kesalahan tertentu, maka besar sampel ditambah 10% sehingga total besar sampel yang digunakan oleh peneliti adalah 165 orang. Untuk menghindari kekeliruan maka jika ada 2 orang /sampel yang tinggal dalam satu rumah akan diambil salah satu saja, kemudian dicari penggantinya dengan cara yang sama.

Pengambilan sampel dilakukan secara *propotional sampling* di mana pengambilan sampel dilakukan dengan menghitung jumlah pekerja yang akan dijadikan sebagai sampel pada tiap-tiap pabrik, sesuai dengan jumlah pekerja pada pabrik tersebut. Karena jumlah karyawan masing-masing perusahaan batako sangat bervariasi, dari 3 orang sampai 40 orang, maka untuk menghindari ketidakseimbangan proporsi, perusahaan dengan jumlah karyawan 3 orang tidak diikutkan. Maka jumlah perusahaan yang ikut sebagai sampel adalah 30 perusahaan batako.

Rumus penentuan jumlah sampel pada setiap perusahaan adalah sebagai berikut:

$$X = \frac{\text{Jumlah karyawan}}{266} \times 165$$

Proporsi sampel tiap perusahaan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Proporsi Sampel Tiap Perusahaan Batako

Nama Perusahaan	Jml Karyawan	Jml Sampel
Pabrik 1	20	12
Pabrik 2	40	25
Pabrik 3	8	5
Pabrik 4	10	6
Pabrik 5	4	2
Pabrik 6	8	5
Pabrik 7	7	4
Pabrik 8	9	6
Pabrik 9	7	4
Pabrik 10	7	4
Pabrik 11	8	5
Pabrik 12	9	6
Pabrik 13	7	4
Pabrik 14	6	4
Pabrik 15	12	7
Pabrik 16	9	6
Pabrik 17	12	7
Pabrik 18	6	4
Pabrik 19	4	2
Pabrik 20	6	4
Pabrik 21	6	4
Pabrik 22	5	3
Pabrik 23	6	4
Pabrik 24	6	4
Pabrik 25	6	4
Pabrik 26	6	4
Pabrik 27	12	7
Pabrik 28	6	4
Pabrik 29	8	5
Pabrik 30	6	4
Jumlah	266	165

4.4. Bahan, Alat dan Proses Pengumpulan Data

4.4.1. Bahan dan Alat

Pengukuran konsentrasi PM_{10} dilakukan dengan menggunakan **Haz-Dust** model **EPAM 5000**. Alat ini selain untuk mengukur konsentrasi PM_{10} juga dapat untuk mengukur partikel debu yang berukuran $1,0 \mu m$ dan $2,5 \mu m$ secara digital. Hasil dapat langsung dibaca tanpa diolah lagi. Untuk keperluan penelitian ini maka alat diset untuk mengukur konsentrasi partikel debu dengan ukuran $10 \mu m$. Waktu pengukuran dilakukan selama 5 menit sampai dengan 60 menit. Hasil pengukuran kemudian dikonversi ke 24 jam untuk mendapatkan konsentrasi rata-rata PM_{10} untuk 24 jam (BTKL Palembang, 2008).

Perhitungan konversi hasil pengukuran menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TSP = \text{konsentrasi} \left[\frac{\text{Lama pengukuran}}{\text{Baku mutu pengukuran}} \right]^{0,0185}$$

Dengan satuan pengukuran $\mu g/Nm^3/24 \text{ jam}$.

Pengukuran kecepatan angin di lokasi pabrik dilakukan dengan menggunakan anemometer. Pengukuran dilakukan di sekitar tempat di mana pengukuran konsentrasi PM_{10} akan dilakukan.

Pengukuran kelembaban dilakukan dengan menggunakan thermohyrometer **Hana type Hi 93640**. Alat ini selain untuk mengukur kelembaban udara juga sekaligus dapat untuk mengukur suhu yang dilakukan secara bersamaan. Kelembaban udara rumah diukur untuk mengetahui kadar uap

air di rumah responden yang diduga dapat mempengaruhi gejala ISPA pada responden.

Sedangkan untuk pengumpulan data kondisi fisik rumah maupun karakteristik individu, seperti kondisi ventilasi, kepadatan rumah, status gisi dan lain-lain dilakukan dengan observasi, wawancara dan dilengkapi dengan cek list maupun kuesioner yang telah disiapkan.

4.2.2. Proses Pengumpulan Data

Pengumpulan data baik exposure maupun outcome dilakukan oleh peneliti dengan dibantu 6 orang petugas lapangan yang terdiri dari 2 orang petugas BTKL Palembang, 2 orang perawat dan 2 orang Bidan Desa. Petugas BTKL bertugas untuk melakukan pengukuran di lokasi pabrik, baik pengukuran kadar PM_{10} , kelembaban maupun kecepatan angin.

Perawat Puskesmas dan kader kesling desa bertugas membantu pengumpulan data pada responden di rumah, baik pengumpulan data kasus maupun data variabel lain dengan menggunakan kuesioner yang telah tersedia. Sebelum pelaksanaan pengambilan data, terlebih dahulu diadakan pelatihan singkat pada petugas, untuk lebih memahami maksud penelitian agar dapat terlaksana dengan tepat dan efektif.

Pengambilan data pada responden dengan cara wawancara dilakukan di pabrik maupun di rumah, akan tetapi untuk variabel fisik rumah diobservasi langsung di rumah responden.

4.5. Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan beberapa tahap :

1. Editing

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu apakah sesuai seperti yang diharapkan atau tidak, yaitu :

- pemeriksaan dan mengamati semua jawaban yang telah ada atau belum
- pemeriksaan semua jawaban dapat dinilai atau tidak
- pemeriksaan apakah ada kesalahan.

2. Coding

Memberikan kode pada setiap jawaban yang telah dibuat pada lembar yang tersedia.

3. Entry Data

Entri data dilakukan dengan cara memasukan data yang telah dikumpulkan ke dalam komputer, baik yang berasal dari kuesioner maupun dari check list pengukuran variabel. Program yang digunakan adalah SPSS versi 11.0.

4. Cleaning Data

Meneliti apakah semua data yang sudah dientry telah sesuai apa belum.

4.6. Analisa data

Analisa data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak komputer, tahapan analisis data sebagai berikut :

1. Analisis Univariat

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui distribusi frekuensi masing-masing variabel yang diteliti. Hasil analisis ditampilkan secara deskriptif berupa data kejadian gejala Infeksi Saluran Pernafasan Atas pada pekerja pabrik pembuatan batako, variabel bebas dan variabel pendahulu yang masuk dalam penelitian. Bentuk data yang ditampilkan berupa data numerik dan data katagorik. Untuk semua variabel yang berupa data numerik yang akan dilakukan analisis bivariat terlebih dahulu dijadikan data katagorik agar dapat dilakukan uji Chi-Square.

2. Analisa Bivariat

Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan proporsi dan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat dengan menggunakan tabel silang (*Chi-Square/X²*). Analisis yang dilakukan bertujuan untuk melihat apakah hubungan yang terjadi memang bermakna secara statistik atau hanya terjadi secara kebetulan.

Uji signifikansi antar data yang diobservasi dengan data yang diharapkan dalam pemanfaatan pelayanan kesehatan, dilakukan dengan menggunakan batas kemaknaan ($\alpha = 0,05$), artinya bila diperoleh $p < \alpha$ maka secara signifikan ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dan bila $p > \alpha$ berarti tidak ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis multivariat antara variabel pajanan utama dengan variabel independen lain, karena secara substansi berbeda dan tidak bisa dilakukan uji regresi untuk mendapatkan model akhir.

Dan bila $p > \alpha$ berarti tidak ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis multivariat antara variabel pajanan utama dengan variabel independen lain, karena secara substansi berbeda dan tidak bisa dilakukan uji regresi untuk mendapatkan model akhir.



BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Kabupaten Banyuasin terletak antara 1,3° sampai 4° Lintang Selatan dan 104° sampai 105° Bujur Timur dengan luas wilayah 11.832,99 Km² atau sekitar 12,18% dari luas wilayah Provinsi Sumatera Selatan. Kabupaten Banyuasin mempunyai iklim tropis dan basah dengan variasi curah hujan antara 1,07 - 13,32 mm sepanjang tahun. Kabupaten Banyuasin sebagian besar terdiri dari daerah rawa dan sungai besar serta kecil, seperti Sungai Musi, Air Sugihan, Air Salek dan Sungai Batang Hari Leko. Untuk aliran Sungai Musi yang berada di bagian Timur dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut.

Batas-batas wilayah Kabupaten Banyuasin adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Berbatasan dengan Kabupaten Muara Jambi Propinsi Jambi dan Selat Bangka ;
- Sebelah Timur: Berbatasan dengan Kecamatan Pampangan dan Air Sugihan Kabupaten Ogan Komering Ilir;
- Sebelah Barat : Berbatasan dengan Kecamatan Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin, dan
- Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir, Kota Palembang, Kecamatan Gelumbang, Kecamatan Talang Ubi Kabupaten Muara Enim.

Sebagian besar atau 80% wilayah Kabupaten Banyuasin merupakan dataran rendah pesisir yang terletak di bagian hilir Sungai Musi dan Sungai Banyuasin, sedangkan sisanya merupakan dataran tinggi dan berbukit-bukit dengan ketinggian 20 - 140 meter di atas permukaan laut. Wilayahnya pada umumnya lahan basah yang terpengaruh air pasang surut. Sehingga sebagian besar lahan tersebut dimanfaatkan untuk pertanian pangan dan lahan basah, khususnya persawahan pasang surut.

Luas Kabupaten Banyuasin rata-rata per Kecamatan 11,83 km² dengan jumlah penduduk 757.401 jiwa, berarti mempunyai kepadatan penduduk rata-rata 64,01 jiwa per km². Dari 26 Puskesmas yang ada di Kabupaten Banyuasin, wilayah Puskesmas Talang Jaya Betung mempunyai kepadatan penduduk yang tertinggi sebesar 194 orang per km². Sedangkan kepadatan penduduk yang paling rendah adalah wilayah Puskesmas Sungsang yaitu 17 orang per km². Penduduk menurut kelompok umur menunjukkan bahwa 35,05% penduduk Banyuasin berusia 20 - 35 tahun (197.258 orang), 30,82% berusia 10 - 19 tahun (173.445 orang) dan hanya 0,25 yang berusia 35 - 59 tahun (1.067 orang).

Wilayah Kabupaten Banyuasin yang sebagian besar berupa dataran rendah pesisir mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi sentra pertanian tanaman pangan dan perkebunan, serta industri kecil dan menengah yang berbahan baku hasil sumber daya lokal. Tanaman perkebunan yang terbukti potensial dikembangkan di lahan kering antara lain karet dan kelapa sawit, sedangkan pada lahan pasang surut bisa dikembangkan kelapa, kopi varietas tertentu serta kelapa sawit. Industri kecil dan menengah yang

banyak berkembang adalah industri genteng, batako, perikanan, pabrik pengolahan karet dan pengolahan sawit. Wilayah pesisir Kabupaten Banyuasin dikenal sejak lama sebagai sentra perikanan laut, seperti di daerah Sungsang dan Sembilang.

Sektor pertambangan Kabupaten Banyuasin merupakan sektor yang dapat diunggulkan, namun potensinya belum banyak dikelola dan diolah untuk kesejahteraan masyarakat. Potensi deposit mineral yang ada diantaranya, batu bara, kaolin, pasir silica, gambut, minyak dan gas bumi yang tersebar di hampir seluruh wilayah Kabupaten Banyuasin, semuanya masih memerlukan pendayagunaan yang optimal. Kurangnya promosi di samping medan yang cukup berat diperkirakan sebagai masalah yang menghambat pemanfaatan potensi alam tersebut secara optimal.

Berdasarkan data dari Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan, UKM & Penanaman Modal Kabupaten Banyuasin, di wilayah Kabupaten Banyuasin terdapat enam puluh lebih usaha industri kecil dan menengah di bidang bahan bangunan berupa pabrik genteng, batu bata, batako dan *paving block* yang tersebar di enam kecamatan. Dari beberapa jenis usaha ini, pabrik bata dan batako merupakan jenis usaha yang paling dominan, dengan mengandalkan bahan baku dan sumber daya manusia yang mudah didapat di sekitar tempat usaha.

5.2. Analisis Univariat

Analisis univariat menjelaskan distribusi frekuensi masing masing variabel dalam penelitian ini. Dari 12 variabel independen yang diteliti, hanya tujuh

variabel yang dianalisis secara bivariat, yaitu kadar PM_{10} pabrik, kelembaban rumah, luas ventilasi rumah, kebiasaan merokok dan pemakaian obat nyamuk bakar. Variabel independen lainnya tidak dilakukan analisis bivariate antara lain karena data relatif homogen, yaitu variabel umur, jenis kelamin dan status gizi, serta variabel kepadatan rumah dan jenis bahan bakar masak yang terdiri dari 3 katagori. Sedangkan variabel kualitas udara pabrik yang tidak dianalisis adalah kecepatan angin di pabrik, suhu dan kelembaban pabrik.

5.2.1. Karakteristik Responden

Karakteristik responden dalam penelitian ini meliputi umur, jenis kelamin dan status gizi.

a. Umur

Distribusi umur menunjukkan rata-rata kisaran umur responden yang termuda adalah 19 tahun dan tertua adalah 45 tahun. Distribusi responden dapat dilihat pada tabel 5.1.

b. Jenis Kelamin

Distribusi jenis kelamin tidak menggambarkan adanya variasi justru cenderung homogen, karena dari 165 responden yang diteliti hanya terdapat 1 orang pekerja wanita.

c. Status Gizi

Variabel status gizi merupakan variabel numerik yang dikategorisasikan berdasarkan buku Pedoman Praktis Memantau Status Gizi Orang Dewasa terbitan Depkes RI. Setelah dilakukan pengukuran tinggi badan dan berat badan

dan dikonversikan untuk mendapatkan status gizi dewasa menurut standar dari Depkes RI, maka didapatkan responden dengan status gizi kurang hanya 6 orang (3,7%) dibandingkan responden dengan status gizi baik sebanyak 159 orang (96,3%) dari 165 responden.

Tabel 5.1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Pekerja Pabrik Batako di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008

Karakteristik	Jumlah	Persen (%)
Umur		
0 - 20 tahun	6	3,6
21 - 30 tahun	61	37,0
31 - 40 tahun	68	41,2
≥ 41 tahun	30	18,2
Status Gizi		
Gizi cukup/baik	159	96,3
Gizi kurang	6	3,7

Pengelompokan umur responden pada penelitian ini dibagi dalam 4 kelompok seperti lazimnya pengelompokan umur produktif di Indonesia, dengan prosentase responden yang cukup berimbang. Namun demikian secara umum responden berada pada kelompok umur produktif, dan menurut Johnson (2005), merupakan kelompok umur yang tidak rentan terhadap gangguan kesehatan akibat pajanan polusi udara. Dengan kata lain, secara substansi data variabel umur sangat homogen sehingga tidak bisa dilakukan analisis lebih lanjut.

Demikian juga variabel jenis kelamin dan variabel status gizi tidak dilakukan analisis lebih lanjut karena data yang ada relatif homogen, tidak

bervariasi seperti dalam tabel di atas, sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan analisis bivariat.

5.2.2. Kualitas Udara Pabrik

Kualitas udara pabrik yang diukur adalah konsentrasi PM_{10} ambien, suhu ruang, kecepatan angin dan kelembaban. Pada penelitian ini konsentrasi PM_{10} dijadikan sebagai pajanan utama terhadap kemungkinan terjadinya outcome dibanding tiga parameter udara lainnya. Pengukuran dilakukan satu titik di dalam pabrik pada 30 pabrik di mana aktifitas produksi dilaksanakan dan merupakan tempat terjadinya kontak antara eksposur (PM_{10}) dengan pekerja.

Hasil pengamatan diambil kesimpulan bahwa lokasi pabrik tersebar pada kondisi alam serta lingkungan yang relatif homogen di mana semua pabrik berada di pinggir jalan. Hal ini dikarenakan maksud pemilik agar proses pemasaran produk dapat dilakukan dengan lancar karena alat transportasi mudah dijangkau. Hasil pengukuran kualitas udara di pabrik batako dapat dilihat pada tabel 5.2. berikut.

Tabel 5.2. Kualitas Udara Ambient Pada 30 Pabrik Batako Di Kabupaten Batnyuasin Tahun 2008

Nama Pabrik	Kec. Angin (meter/detik)	Suhu (°C)	Kelembaban (% RH)	PM ₁₀ (µg/Nm ³ /24 jam)
Pabrik 1	1,3	34,2	53,5	160
Pabrik 2	1,7	33,9	54,2	162
Pabrik 3	1,1	33,8	54,2	169
Pabrik 4	0,9	33,0	54,7	135
Pabrik 5	1,5	31,9	57,6	188
Pabrik 6	2,3	32,6	56,3	185
Pabrik 7	2,0	33,1	54,6	160
Pabrik 8	1,9	32,7	56,3	118
Pabrik 9	2,2	33,9	54,7	120
Pabrik 10	1,9	32,7	55,9	117
Pabrik 11	1,6	33,6	54,4	142
Pabrik 12	0,7	32,1	55,9	150
Pabrik 13	1,4	31,9	56,8	88
Pabrik 14	2,0	32,7	55,3	136
Pabrik 15	1,2	33,1	54,2	153
Pabrik 16	0,7	32,0	56,1	98
Pabrik 17	1,4	33,3	55,4	135
Pabrik 18	2,1	33,4	55,4	146
Pabrik 19	1,9	31,8	57,0	125
Pabrik 20	1,4	33,2	56,3	110
Pabrik 21	1,2	31,8	57,1	136
Pabrik 22	1,9	33,1	56,2	116
Pabrik 23	1,5	35,2	53,3	102
Pabrik 24	2,8	32,7	56,3	125
Pabrik 25	2,6	34,1	54,0	153
Pabrik 26	1,8	33,7	55,6	156
Pabrik 27	1,9	34,7	55,0	168
Pabrik 28	0,9	32,1	56,6	94
Pabrik 29	1,3	33,2	56,8	85
Pabrik 30	2,1	33,3	56,4	96
Rata-rata	1,64	33,09	55,54	134,27
Median	1,65	33,10	55,75	135,50
Min - Maks	0,7 - 2,8	31,8 - 35,2	53,3 - 57,6	85 - 188

Dari tabel di atas dapat dilihat kecepatan angin di depot batako terendah adalah 0,7 meter per detik (m/s) dan tertinggi 2,8 m/s. Suhu pabrik terendah 31,8 °C dan suhu tertinggi 35,2 °C. Kelembaban pabrik batako terendah adalah 53,3 dan kelembaban tertinggi 57,6. Sedangkan konsentrasi PM₁₀ pabrik batako terendah 85 µg/Nm³/24 jam dan tertinggi 188 µg/Nm³/24 jam.

Dari hasil pengukuran tersebut disimpulkan terdapat 30 % dari 30 pabrik yang diukur mempunyai konsentrasi PM_{10} di atas baku mutu lingkungan ($150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3/24$ jam) seperti yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 17 Tanggal 13 Mei 2005.

5.2.3. Kondisi Lingkungan Rumah

Variabel-variabel kondisi lingkungan rumah yang diukur meliputi kelembaban dalam rumah, kepadatan penghuni, luas ventilasi total, jenis bahan bakar memasak yang digunakan, kebiasaan penggunaan obat nyamuk bakar dan kebiasaan merokok responden. Pengukuran dilakukan oleh petugas secara langsung ke rumah responden serta wawancara. Responden adalah pekerja pada pabrik batako yang diukur kualitas udaranya, untuk dianalisis ada-tidaknya hubungan kualitas udara pabrik dengan gangguan kesehatan responden, terutama gejala ISPA berupa batuk dan pilek.

Hasil pengukuran kondisi lingkungan fisik rumah dapat dilihat pada tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5.3. Distribusi Frekuensi Responden Menurut Lingkungan Fisik Rumah Pegawai Pabrik Batako di Kabupaten Banyuasin Tahun 2008

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Kelembaban rumah		
TMS	53	32,12
MS	112	67,88
Kepadatan penghuni		
Padat	3	1,81
Tidak padat	162	98,19
Luas ventilasi rumah		
TMS	9	5,45
MS	156	94,55
Jenis Bahan Bakar Masak		
Kayu bakar	14	8,48
Minyak tanah	139	84,24
Gas	12	7,27
Pemakaian obat nyamuk bakar		
Ya	102	61,82
Tidak	63	38,18
Kebiasaan merokok		
Ya	87	52,73
Tidak	78	47,27

Keterangan :

MS = Memenuhi syarat

TMS = Tidak memenuhi syarat

Hasil pengukuran kondisi lingkungan rumah responden adalah berupa data numerik dan kategorik. Data numerik untuk variabel kelembaban rumah, kepadatan penghuni, dan luas ventilasi, sedangkan data kategorik untuk variabel jenis bahan bakar masak, kebiasaan pemakaian obat nyamuk bakar dan kebiasaan merokok responden. Untuk keperluan analisis, semua data numerik telah dikategorisasikan, dengan mengacu kepada peraturan yang berlaku, yaitu Kepmenkes RI No. 829 Tahun 1999 tentang Persyaratan Kesehatan Permukiman.

Dari tabel di atas dapat dilihat jumlah rumah responden yang memenuhi syarat kelembaban adalah 112 rumah (67,88%) dibandingkan yang tidak memenuhi

Dari tabel di atas dapat dilihat jumlah rumah responden yang memenuhi syarat kelembaban adalah 112 rumah (67,88%) dibandingkan yang tidak memenuhi syarat sebanyak 53 rumah (32,12%) dari 165 rumah. Syarat kelembaban rumah menurut Kepmenkes RI No. 829 Tahun 1999 adalah antara 40% - 60%. Rumah dengan jumlah penghuni yang dikategorikan padat hanya berjumlah 3 rumah, sisanya 162 rumah tergolong tidak padat. Dari data tersebut ternyata diketahui rumah dengan penghuni padat adalah rumah mes yang disediakan pabrik untuk tinggal sementara bagi pekerja yang tidak pulang ke rumah.

Dari perbandingan jumlah rumah yang padat dan tidak padat, yaitu 3 berbanding 162, tidak dapat dilakukan uji chi-square lebih lanjut karena dalam tabel 2 x 2 terdapat 2 sel yang nilainya kurang dari 5.

Untuk luas ventilasi rumah diukur dengan menghitung jumlah luas jendela/ventilasi yang terbuka untuk sirkulasi udara, tidak termasuk jendela kaca yang tertutup. Dari hasil pengukuran diketahui hanya terdapat 9 rumah responden (5,45%) dengan luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat rumah sehat, sedangkan sisanya, 156 rumah (94,55%) mempunyai ventilasi yang cukup memenuhi syarat. Minimum luas ventilasi menurut Permenkes RI No. 289 Tahun 1999 adalah 10% dari luas lantai rumah.

Jenis bahan bakar terbanyak yang digunakan oleh responden adalah minyak tanah, yaitu digunakan pada 139 rumah (84,24%), sedangkan rumah yang menggunakan kayu bakar sebanyak 14 rumah (8,48%) dan yang menggunakan gas ada sebanyak 12 rumah (7,27%). Tidak ada peraturan resmi tentang penggunaan jenis bahan bakar untuk rumah sehat, cuma disebutkan

dibanding minyak tanah dan gas. Apabila tidak disediakan tempat pembuangan asap ke luar rumah maka akan berpotensi mengganggu saluran pernafasan.

Dari 165 rumah responden 102 rumah (61,82%) mempunyai kebiasaan menggunakan obat nyamuk bakar di malam hari. Selain itu, diketahui pula sebanyak 87 responden (52,73%) adalah perokok, sedangkan sisanya, 78 orang (47,27%) bukan perokok.

5.2.4. Gejala ISPA

Kejadian gejala ISPA pada penelitian ini didasarkan ada tidaknya gangguan saluran pernafasan berupa batuk dan atau pilek pada responden baik disertai demam atau tidak yang dialami selama bekerja di pabrik batako. Setelah dilakukan wawancara oleh petugas dengan alat bantu kuesioner, diketahui sebanyak 41 orang dari 165 responden (24,85%) mengalami gejala ISPA berupa batuk dan atau pilek dan yang tidak mengalami gangguan gejala tersebut sebanyak 124 orang (75,15%), data dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.4. Distribusi Frekuensi Gejala ISPA Pada Pekerja Pabrik Batako di Kabupaten Banyuwangi Tahun 2008

Gejala ISPA	Jumlah	Persentase (%)
Sakit	41	24,85
Tidak sakit	124	75,15

5.3. Analisis Bivariat

Analisis bivariat ini bertujuan untuk mendapatkan perbedaan proporsi dan mengetahui hubungan atau mengetahui hubungan variabel independen dengan variabel terikat. Pada penelitian ini, semua analisa bivariat dilakukan dengan menggunakan uji *Chi-square* (X^2). Pada uji ini, semua data yang dianalisis adalah berupa data katagorik, baik data dari variabel independen maupun variabel dependen. Beberapa data independen adalah merupakan data numerik yang dikategorisasikan dengan berdasar pada peraturan pemerintah yang ada, seperti data konsentrasi PM_{10} , kelembaban rumah, kepadatan hunian rumah, luas ventilasi dan status gizi. Sedangkan data yang memang merupakan data katagorik adalah kebiasaan merokok, penggunaan obat nyamuk bakar dan kejadian gejala ISPA.

Pengujian yang dilakukan adalah dengan melihat hubungan variabel terikat/ dependen, yang dalam penelitian ini adalah kejadian gejala ISPA berupa batuk pilek dengan variabel-variabel bebas/independen yang diduga berpengaruh atau ada hubungan dengan terjadinya variabel terikat. Variabel-variabel tersebut antara lain konsentrasi PM_{10} , kelembaban rumah, kepadatan hunian rumah, luas ventilasi status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan penggunaan obat nyamuk bakar.

Penelitian ini adalah menggunakan desain studi cross sectional, maka untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat dilihat dari nilai Odds Rasio (OR). Untuk variabel pendahulu seperti kecepatan

angin, suhu dan kelembaban di pabrik tidak bisa optimal jika dianalisis karena jumlah sampel yang minim (30 pabrik).

5.3.1. Hubungan Konsentrasi PM_{10} Pabrik dengan Kejadian Gejala ISPA pada Pegawai Pabrik Batako.

Hubungan konsentrasi PM_{10} Pabrik dengan Kejadian Gejala ISPA pada Pegawai Pabrik Batako diperoleh bahwa ada 34 pekerja (45,3%) dari 75 pekerja dengan kadar PM_{10} pabrik tinggi (di atas $150\mu g/m^3/24jam$) mengalami gangguan gejala ISPA, sedangkan pada pabrik dengan kadar PM_{10} rendah (kurang dari $150\mu g/m^3/24jam$) hanya diperoleh 7 pekerja (7,8%) dari 90 pekerja. Hubungan konsentrasi PM_{10} pabrik dengan gangguan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako dapat dilihat pada tabel 5.5.

Hasil uji *Chi-square* diperoleh nilai $p=0,00$ maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara tingginya kadar PM_{10} pabrik batako dengan peningkatan kejadian gejala ISPA pada pekerja pabrik batako. Keeratan hubungan kedua variabel tersebut diperoleh dengan nilai OR 9,83, artinya pekerja pabrik batako dengan kadar PM_{10} lebih dari $150\mu g/m^3/24jam$ akan mempunyai peluang terkena gangguan gejala ISPA hampir 10 kali lebih besar dibanding pekerja pada pabrik batako dengan kadar PM_{10} di bawah $150\mu g/m^3/24jam$.

Tabel 5.5. Distribusi Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako Menurut Kadar PM₁₀ Pabrik, Kondisi Lingkungan Rumah dan Karakteristik Individu di Kabupaten Banyuwangi Tahun 2008

Variabel	Gejala ISPA (%)		p value	OR (95% CI)
	Sakit	Tidak sakit		
PM ₁₀ Pabrik				
TMS (>150µg/m ³ /24jam)	34 (45,3)	41 (54,7)	0,00	9,83
MS (≤150µg/m ³ /24jam)	7 (7,8)	83 (92,2)		4,92 - 24,07
Kelembaban rumah				
TMS	23 (43,4)	30 (56,6)	0,00	4,00
MS	18 (16,1)	94 (83,9)		1,91 - 8,40
Luas Ventilasi				
TMS (< 10%)	5 (55,6)	4 (44,4)	0,04 *)	4,17
MS (≥ 10%)	36 (23,1)	120 (76,9)		1,06 - 16,34
Jenis Bahan Bakar Masak				
Kayu bakar	1 (7,1)	13 (92,9)	0,19 *)	0,21
Minyak dan gas	40 (26,5)	111(73,5)		0,03 - 1,68
Obat Nyamuk Bakar				
Ya	26 (25,5)	76 (74,5)	0,95	1,09
Tidak	15 (23,8)	48 (76,2)		0,53 - 2,27
Merokok				
Ya	33 (37,9)	54 (62,1)	0,00	5,35
Tidak	8 (10,3)	70 (89,7)		2,28 - 12,51

Keterangan :

*) p value Fischer's Exact .

5.3.2. Hubungan Kelembaban Rumah dengan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.

Variabel kelembaban rumah merupakan data primer yang didapat dari hasil pengukuran. Data ini merupakan data numerik yang dikategorisasikan menjadi dua kategori, yaitu kelembaban yang memenuhi syarat (MS) dan yang tidak memenuhi syarat (TMS). Penentuan dua katagori ini berdasarkan standar yang ditentukan Pemerintah melalui Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 829/MENKES/ SK/VII/1999 Tanggal 20 Juli 1999 Tentang Persyaratan

Kesehatan Perumahan, sama dengan nilai ambang beberapa variabel lain pada penelitian ini.

Hubungan antara kelembaban rumah dengan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako diperoleh hasil, 23 orang dari 53 responden (43,4%) yang tinggal di rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat mengalami gangguan gejala ISPA, sedangkan dari 112 responden yang tinggal di rumah dengan kelembaban yang memenuhi syarat terdapat 18 orang (16,1 %) yang mengalami gejala ISPA. Hubungan kelembaban rumah dengan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako dapat dilihat pada tabel 5.5.

Hasil uji Chi-Square diperoleh nilai $p = 0,00$, maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara kelembaban rumah dengan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako. Keeratan hubungan kedua variabel tersebut diperoleh dengan nilai OR 4,00 (95% CI 1,91-8,40), artinya pekerja pabrik batako dengan kelembaban rumah yang tidak memenuhi syarat akan mempunyai peluang terkena gejala ISPA 4 kali lebih besar dibanding pekerja pada pabrik batako dengan kelembaban rumah yang memenuhi syarat.

5.2.3. Hubungan Jenis Bahan Bakar Masak dengan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.

Untuk analisa bivariat variabel bahan bakar masak terhadap gejala ISPA dilakukan penggabungan katagori, dari tiga katagori menjadi dua katagori. Katagori yang digabung adalah minyak tanah dan gas, sehingga didapat dua katagori, yaitu kayu bakar, sebagai katagori resiko tinggi dan minyak tanah dan gas.

Hasil analisa hubungan variabel jenis bahan bakar masak terhadap gejala ISPA responden diperoleh hanya 1 orang dari 14 rumah yang menggunakan kayu bakar mengalami gejala ISPA, sedangkan dari 151 rumah pekerja yang menggunakan minyak tanah atau gas, 40 orang (26,5%) mengalami gejala ISPA. Uji Chi-Square menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara jenis bahan bakar memasak dengan kejadian gejala ISPA pada pegawai pabrik batako.

5.3.4. Hubungan Luas Ventilasi Rumah dengan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.

Variabel luas ventilasi rumah merupakan data numerik yang dikategorisasikan berdasar Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999. Luas ventilasi rumah dianggap cukup atau memenuhi syarat (MS) apabila total luas ventilasi $\geq 10\%$ dari luas lantai rumah, sebaliknya dikatakan kurang atau tidak memenuhi syarat (TMS) jika $<10\%$ luas lantai rumah. Dari hasil pengukuran dan wawancara diperoleh hasil, 5 dari 9 responden (55,6%) yang memiliki ventilasi rumah tidak memenuhi syarat mengalami gejala ISPA, sedangkan dari 156 responden dengan ventilasi rumah yang memenuhi syarat 36 di antaranya (23,1%) mengalami gejala ISPA. Hubungan luas ventilasi rumah dengan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako dapat dilihat pada tabel 5.5.

Setelah dilakukan analisis chi-square dengan *Fischer's exact test*, terbukti ada hubungan yang bermakna antara luas ventilasi rumah dengan kejadian gejala ISPA pada pekerja pabrik batako, dengan nilai $p=0,043$.

5.3.5. Hubungan Penggunaan Obat Nyamuk Bakar dengan Kejadian Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.

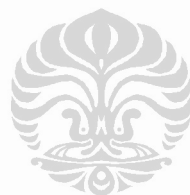
Variabel penggunaan obat nyamuk bakar adalah data katagorik dan diperoleh melalui wawancara kepada responden. Dalam penelitian ini sengaja hanya ditanyakan penggunaan obat nyamuk bakar dan tidak termasuk jenis racun nyamuk lainnya, karena secara teori hanya jenis obat nyamuk bakar yang paling berpotensi meningkatkan kejadian gangguan pernafasan termasuk batuk pilek. Dari hasil wawancara diketahui 26 dari 102 responden (25,5%) yang mempunyai kebiasaan menggunakan obat nyamuk bakar mengalami gejala ISPA. Sementara dari 63 responden yang tidak menggunakan obat nyamuk bakar, 15 di antaranya (23,8%) mengalami gejala ISPA. Hubungan penggunaan obat nyamuk bakar dengan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako dapat dilihat pada tabel 5.5.

Uji Chi-square pada hubungan kedua variabel ini diperoleh nilai $p = 0,95$, berarti tidak ada hubungan yang bermakna antara penggunaan obat nyamuk bakar dengan kejadian gejala ISPA pada pekerja pabrik batako.

5.3.6. Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Gejala ISPA pada Pekerja Pabrik Batako.

Dari hasil wawancara diperoleh 33 orang dari 87 responden perokok (37,9%) mengalami gejala ISPA, sedangkan dari 78 pekerja yang tidak merokok, 8 orang (10,3%) mengalami gejala ISPA. Uji Chi-Square menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara kebiasaan merokok dengan kejadian gejala ISPA pada pegawai pabrik batako. Keeratan hubungan dapat diketahui dengan nilai $P = 0,00$, sedangkan $OR = 5,34$ (95% CI 2,28-

12,51). Dapat disimpulkan, pekerja pabrik batako dengan kebiasaan merokok mempunyai peluang 5,35 kali lebih besar untuk terkena gejala ISPA dibandingkan pekerja pabrik batako yang tidak merokok.



BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Keterbatasan Penelitian

Sebagai penelitian yang menggunakan desain studi cross-sectional atau potong lintang, penelitian ini mempunyai kelebihan dan kelemahan dibandingkan dengan jenis penelitian kuantitatif yang menggunakan desain studi *cohort* maupun *case control*. Studi cross-sectional lebih representatif dalam mendiskripsikan karakteristik populasi dan lebih efisien untuk merumuskan hipotesis baru dibanding *case control* maupun *cohort*, akan tetapi lebih lemah untuk pengujian hipotesis kausal (Murti, 2003).

Beberapa kelemahan dan keterbatasan dalam penelitian ini antara lain adalah :

- Karena menggunakan desain studi cross-sectional, maka kasus yang ditemukan adalah prevalens bukan insidens, sehingga untuk kasus yang sudah sembuh dalam waktu lebih dari sebulan sebelum dilaksanakan penelitian ini berpotensi terjadi bias akibat responden tidak ingat secara jelas gangguan gejala ISPA yang dideritanya waktu itu.
- Karena baik pengukuran pajanan serta variabel-variabel independen lain dan pengukuran kasus dilakukan dalam waktu yang bersamaan, maka tidak sesuai jika digunakan untuk mengamati adanya hubungan temporal atau menyimpulkan adanya kausalitas antara pajanan dengan kasus pada penelitian ini.

- Analisis statistik pada penelitian ini adalah uji chi-square, hanya dapat menyimpulkan ada tidaknya perbedaan proporsi antar kelompok atau dengan kata lain kita hanya dapat menyimpulkan ada/tidaknya hubungan dua variabel katagorik. Dengan demikian hasil penelitian ini tidak dapat mengetahui kelompok mana yang memiliki resiko lebih besar dibanding kelompok lain.
- Untuk pertanyaan tentang perilaku dan kasus pada beberapa responden terpaksa ditanyakan kepada anggota keluarga lain yang kebetulan berada di rumah, karena untuk efisiensi waktu petugas pada saat pengukuran kondisi fisik rumah tidak dapat menunggu responden pulang dari tempat kerja, sehingga keakuratan jawaban sangat dipengaruhi daya ingat penjawab dengan kebiasaan responden. Untuk lebih akurat petugas harus menjumpai responden untuk pengukuran kasus dan indeks masa tubuh responden di tempat kerja.
- Karena pengukuran dilakukan pada musim hujan, maka variabel kelembaban rumah relatif lebih tinggi dibandingkan pada musim kemarau, sehingga dikhawatirkan hasil pengukuran tidak dapat sepenuhnya menggambarkan kondisi kelembaban rata-rata rumah responden.
- Karena sebelumnya peneliti menjelaskan tentang maksud dan tujuan penelitian ini, maka ada kemungkinan pihak manajemen pabrik berpesan kepada pekerja yang kebetulan terpilih menjadi responden untuk memberikan jawaban yang tidak memberikan citra negatif terhadap

pabrik, dengan kata lain, ada kemungkinan responden memberikan keterangan yang tidak benar tentang status gejala ISPA apabila dirasakan dapat merugikan pabrik.

6.2. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Desember 2007 sampai Januari 2008 bersamaan dengan musim hujan, dan menurut Badan Meteorologi dan Geofisika merupakan musim hujan yang panjang dengan curah hujan relatif tinggi dibanding tahun sebelumnya. Titik pengambilan sampel pabrik didasarkan pada asumsi homogenitas pabrik batako di Kabupaten Banyuasin, dengan mempertimbangkan kemudahan akses petugas dalam melakukan pengukuran.

Penentuan titik pengukuran kualitas udara pabrik baik PM_{10} , kelembaban pabrik, kecepatan angin dan suhu didasarkan pada pengamatan atas lokasi dalam pabrik yang paling sibuk atau merupakan tempat kontak antara pajanan dengan pekerja. Untuk pengukuran kondisi fisik rumah dan kualitas udara rumah responden dilakukan pada saat sore hari, di mana diharapkan bisa bertemu dengan responden. Apabila tidak bertemu dengan responden di rumah, maka pengukuran tetap dilakukan dengan dibantu oleh anggota keluarga responden, akan tetapi untuk karakteristik individu sebisa mungkin bertemu langsung dengan responden, sehingga beberapa responden ditanyakan di tempat kerja.

6.3. Gejala ISPA

Yang dimaksud gejala ISPA dalam penelitian ini adalah kondisi tidak normal gangguan saluran nafas pada responden pekerja pabrik batako yaitu

adanya kelainan satu atau lebih berupa batuk dan/atau pilek, tidak dimaksudkan spesifik kepada ISPA yang disebabkan oleh mikroba, sehingga dalam menentukan kasus pada penelitian ini berdasarkan pengakuan responden terhadap ada tidaknya gejala yang dimaksud, tidak melalui uji laboratorium terhadap spesimen responden maupun dengan diagnosa dokter.

Seperti dijelaskan di atas, karena kasus yang ditemukan adalah prevalens bukan insidens, sehingga untuk kasus yang sudah sembuh dalam waktu lebih dari sebulan sebelum dilaksanakan penelitian ini berpotensi terjadi bias akibat responden tidak ingat secara jelas gangguan gejala ISPA yang dideritanya waktu itu. Sehingga untuk menghindari kemungkinan bias, petugas menanyakan juga tentang kesehatan responden yang berkaitan dengan kasus ini baik kepada anggota keluarga yang lain atau kepada rekan responden di tempat kerja.

Dari 41 responden yang mengalami gejala ISPA, tidak ada satu pun yang dalam bekerja menggunakan alat pelindung pernafasan, karena beranggapan akan mengurangi kenyamanan dalam bekerja (jawa = *sumpek*). Bahkan pada beberapa pabrik batako ditemukan sebagian besar pekerjanya bertelanjang dada, dan menandakan kurangnya kepedulian mereka terhadap kesehatan.

Saluran nafas merupakan organ tubuh yang paling dirugikan oleh pengaruh polutan debu. Gejala ISPA dan gangguan nafas lain mendapatkan pemicu melalui saluran nafas. Faktor yang paling berpengaruh adalah ukuran partikel, karena ukuran ini menentukan seberapa jauh penetrasi partikel ke dalam sistem pernafasan (Fardiaz, 1992). Gejala ISPA yang diderita responden

tidak bisa lepas dari pengaruh pencemaran udara berupa partikel debu di tempat kerja, walaupun bisa juga disebabkan faktor lain.

6.4. Karakteristik Responden

Hampir seluruh responden (99,4%) adalah laki-laki dengan variasi umur antara 19 tahun sampai 41 tahun, dengan kelompok umur terbanyak adalah 31 - 40 tahun 41,21%. Ini menunjukkan bahwa seluruh responden berada pada usia produktif, dengan demikian dapat dianggap bahwa sebagian besar responden berada dalam kondisi fisik yang optimum dan diharapkan mempunyai daya tahan tubuh yang lebih baik.

Status gizi dari responden sebagian besar (96,3%) mempunyai status gizi yang baik, ini barangkali dari tingkat perekonomian pekerja yang relatif baik, karena rata-rata penghasilan mereka dari pekerjaan produksi batako menurut mereka lebih dari cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar sehari-hari. Apalagi ditunjang dengan mudahnya pemenuhan bahan makanan yang sederhana tapi sehat di daerah penelitian, sehingga memudahkan dalam pemenuhan asupan gizi yang baik. Dengan status gizi yang baik, diharapkan daya tahan tubuh responden akan terjaga dengan baik untuk dapat mencegah terjadinya penyakit.

Karena tidak seimbang antara jumlah responden dengan status gizi yang baik dan responden dengan status gizi yang kurang (96,3% : 3,7%) dan dalam tabel 2 x 2 terdapat dua sel yang nilainya kurang dari 5, maka untuk variabel status gizi tidak dapat diteruskan dengan uji Chi-Square, sehingga tidak dapat ditarik kesimpulan ada tidaknya hubungan antara status gizi responden dengan gangguan gejala ISPA.

6.5. Kadar PM₁₀ Pabrik

Sebanyak 30% dari 30 pabrik batako di Banyuasin yang diperiksa terdapat kadar PM₁₀ ambien lebih dari ambang batas yang ditetapkan pemerintah (150µg/m³). Setelah dilakukan katagorisasi selanjutnya terhadap variabel kadar PM₁₀ pabrik dilakukan analisis bivariat dengan uji Chi-Square.

Dari tabel 5.5. dapat diketahui secara statistik ada hubungan yang bermakna antara kadar PM₁₀ pabrik dengan gangguan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako. Kekuatan hubungan kedua variabel tersebut dapat ditunjukkan dengan nilai p 0,00 dan Odds Ratio 9,83 (95%CI 4,016 - 24,074). Angka ini menunjukkan kekuatan hubungan antara kadar PM₁₀ pabrik dengan gangguan gejala ISPA yang cukup erat. Dari uji ini dapat diambil kesimpulan pekerja yang bekerja pada pabrik batako dengan kadar PM₁₀ lebih dari 150 µg/m³ akan berpotensi terkena gangguan gejala ISPA 9 kali lebih besar dari pada pekerja pabrik batako dengan kadar PM₁₀ kurang dari 150 µg/m³.

Karena nilai p<0,25 maka variabel kadar PM₁₀ pabrik dimasukkan sebagai variabel kandidat ke dalam analisi multivariat dengan uji regresi logistik tahap I. Dari hasil uji ini didapatkan nilai p<0,05, yaitu 0,00, sehingga variabel ini dapat diikutkan ke dalam uji regresi logistik berikutnya dengan variabel lain.

Dari analisis regresi logistik tahap II didapatkan variabel kadar PM₁₀ pabrik ternyata merupakan variabel yang mempunyai hubungan paling bermakna terhadap kejadian gejala ISPA dibandingkan dengan dua variabel lain, kebiasaan merokok dan kelembaban rumah.

Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan WHO (1979) bahwa pajanan debu dalam waktu yang lama dengan rata-rata tahunan $150-225 \mu\text{g}/\text{m}^3$ akan menaikkan prevalensi penyakit saluran pernafasan pada orang dewasa. Purwana (1999) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa PM_{10} bersama dengan asap rokok dan faktor kegiatan rumah tangga ikut berperan dalam meningkatkan resiko anak terkena batuk dan pilek.

Dalam penelitian lain, di antara berbagai gejala ISPA, gejala batuk dan pilek merupakan gejala yang paling sering dikaitkan dengan penyebab berupa partikulat yang ada di dalam bangunan/ruangan baik rumah maupun gedung. Pudjiastuti (1998) dalam bukunya menyebutkan, penemuan sejumlah zat pencemar salah satunya *particulate matter* berukuran sampai dengan $10\mu\text{m}$ diketahui dan diperkirakan (pada konsentrasi yang cukup) dapat meningkatkan ketidaknyamanan, ketidakfungsian, timbulnya penyakit bahkan kematian. Bukti yang paling nyata adalah terjadinya penyakit pernafasan, alergi, iritasi membran mukus dan kanker paru.

Menurut Koren seperti yang dikutip Handajani (2004) menyebutkan terdapat hubungan yang kuat antara pajanan partikulat PM_{10} dengan penderita *cardiopulmonary disease* dan asma yang ditunjukkan dengan tingginya mortality dan morbidity kasus penyakit saluran pernafasan dan kasus *cardiovascular*.

Dari penelitian Hong dan kawan-kawan (1999) menyebutkan bahwa PM_{10} baik secara terpisah maupun bersama-sama dengan bahan polutan lainnya terbukti berpengaruh terhadap peningkatan kematian akibat *cardiovascular* dan kematian akibat gangguan saluran pernafasan. Disebutkan setiap peningkatan

kadar PM_{10} sebesar $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dipercaya berhubungan dengan peningkatan kejadian kematian akibat gangguan saluran pernafasan per hari sebesar 0,5 % - 1,5% .

Sementara itu, Pope et.al.(1999), seperti yang dituturkan oleh Jansen dan kawan-kawan (2005) menyebutkan hasil penelitian lain yang berhubungan dengan saluran pernafasan, ditemukan penurunan kejenuhan oksigen dalam darah atau SaO_2 (*Saturation of arterial blood*) berhubungan konsentrasi PM_{10} di Utah Valley, tetapi secara statistik tidak signifikan dan kemungkinan dipengaruhi oleh faktor tekanan atmosfer.

PM_{10} ambien dikenal sebagai *coarse particles* atau *coarse mode (CM) aerosols*. Partikel debu ini mungkin mengandung beberapa komponen yang beracun, seperti partikel yang terlepas dari jalan beraspal maupun tidak beraspal, bahan industri, sepatu rem, ban bekas, besi bekas dan *bioaerosol*. Karena besarnya korelasi antara PM_{10} dan pencemar udara lain, termasuk partikel yang lebih kecil maka PM_{10} dianggap sebagai parameter pengukuran yang baik terhadap campuran partikel dan debu yang sangat kompleks, misalnya hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor dan generator listrik (Misra, Chandan, et.al, 2001).

Dilihat dari jenis pekerjaan yang dilakukan, tidak ada perbedaan di antara jenis pekerjaan yang dilakukan pekerja di pabrik batako terhadap kemungkinan terpajan PM_{10} karena lokasi pabrik yang relatif sempit memungkinkan debu PM_{10} dapat terdistribusi ke seluruh penjuru pabrik batako, terutama di lokasi produksi. Tingginya kadar PM_{10} di pabrik batako disebabkan

bahan baku batako semuanya mengandung unsur debu, seperti pasir, semen, tanah sirtu dan abu batubara (*fly ash*). Kesemua bahan tersebut dalam proses pengadukan akan menimbulkan debu sebelum ditambahkan air. Bahan baku yang paling berpotensi menimbulkan debu pada saat pengadukan adalah abu batubara.

Bentuk polutan batubara pada umumnya berbentuk padat, cair dan gas. Polutan batubara yang digunakan sebagai salah satu bahan dasar pembuatan batako berwujud padat berupa partikel debu. Organ tubuh manusia yang dapat menjadi sasaran pencemaran partikel debu batubara adalah parenkim paru, kelenjar limfe, bila partikel tersebut melebihi ambang batas dapat menyebabkan pneumokoniosis dan efek kronis berupa fibrosis paru (Gregory dalam Hamidi, 2002). Penggunaan serbuk hasil pembakaran batubara dan bahan lain pada pembuatan batako diduga merupakan pemicu timbulnya partikulat melayang, termasuk PM_{10} , terutama pada saat pencampuran bahan-bahan tersebut. Hal ini akan diperkuat apabila kondisi udara/cuaca panas dan kelembaban udara yang rendah. Penggunaan dan proses pembuatan bahan bangunan yang berasal dari tambang seperti pasir dan abu batu bara merupakan merupakan sumber penyumbang tingginya konsentrasi partikulat (Anies, 2006)

Parameter udara pabrik lainnya yang diukur selain PM_{10} adalah kecepatan angin, suhu dan kelembaban. Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara parameter-parameter tersebut dengan gangguan gejala ISPA pekerja, ataupun analisis ada tidaknya

hubungan dengan kadar PM_{10} pabrik dengan alasan unit analisis yang terlalu kecil/sedikit.

6.6. Kelembaban Rumah

Kelembaban relatif udara, temperatur, kecepatan udara, bau dan turbulensi merupakan parameter-parameter kualitas udara yang mempengaruhi kenyamanan dalam gedung atau ruangan. Kelembaban relatif (RH) berpengaruh terhadap tingkat panas yang nyaman untuk penghuni. Pada lingkungan yang ada dalam ruangan, sekitar 25% dari panas tubuh diemisikan oleh tranpirasi. Kelembaban ruangan yang tidak sehat dapat membuat kehilangan transpirasi dan mengakibatkan dehidrasi. (Pudiastuti, 1998).

Pada penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kelembaban rumah dengan gangguan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako di Kabupaten Banyuasin. Nilai p 0,00 dan OR 4,00 (95% CI 1,908 - 8,401) menunjukkan keeratan hubungan antara kedua variabel tersebut. Hasil yang dapat diinterpretasikan bahwa responden yang tinggal pada rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat kesehatan mempunyai resiko terkena gejala ISPA 4 kali lebih besar dibanding responden yang tinggal dalam rumah dengan kelembaban yang memenuhi syarat.

Dari 165 rumah responden, terdapat 53 rumah yang tidak memenuhi syarat kelembaban udara. Kelembaban udara yang memenuhi syarat kesehatan perumahan adalah antara 40% - 70% (Kepmenkes RI No. 829/MENKES/VII/1999). Dari 53 rumah yang tidak memenuhi syarat kelembaban di atas, semuanya memiliki kelembaban di atas 70%. Tidak ada

analisis lebih lanjut dalam penelitian ini apakah kelembaban dipengaruhi oleh sirkulasi udara atau karena faktor lain, akan tetapi menurut asumsi peneliti karena pengukuran dilakukan pada pada musim hujan, sedangkan lokasi penelitian merupakan daerah dengan curah hujan relatif tinggi, yaitu dengan variasi antara 1,07 - 33,32 mm sepanjang tahun.

Beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan kelembaban rumah menyebutkan kesamaan hasil dengan penelitian ini, di antaranya Purwana (1999) dan juga Hamidi (2002) yang menyebutkan bahwa kelembaban rumah merupakan salah satu faktor resiko terjadinya gangguan saluran pernafasan.

Meskipun responden hampir 8 jam setiap hari berada di luar rumah, kelembaban dalam rumah dapat menjadi faktor resiko kejadian gejala ISPA karena rumah merupakan tempat responden beristirahat dan menghabiskan waktu untuk bersosialisasi sebagai anggota rumah tangga. Dengan kata lain, paparan kelembaban yang tidak memenuhi syarat yang didapatkan responden dalam rumah sangat mungkin ikut berkontribusi terhadap kesehatan responden, dalam hal ini gejala ISPA.

Pada hasil analisis multivariat dengan uji regresi logistik tahap II didapat nilai p 0,008 dengan OR 3,204, rentang kepercayaan 95% pada 1,355 - 7,575.

6.7. Kepadatan Hunian Rumah

Sebagian besar rumah responden mempunyai kepadatan penghuni rata-rata di atas $4,5\text{m}^2/\text{orang}$, atau memenuhi syarat Rumah Sehat (98,19%), sedangkan yang katagori padat hanya 3 rumah (1,81%). Batas kepadatan hunian

4,5m²/orang (dewasa) yang ditetapkan pemerintah melalui Permenkes RI No. 289/MENKES/SK/V/1999 karena disesuaikan dengan kondisi di Indonesia, di mana kondisi hunian yang terlalu padat menyebabkan sirkulasi udara kurang lancar, sehingga dapat menjadi media media yang baik berkembangbiaknya berbagai jenis kuman dan mempermudah terjadinya penularan penyakit terutama penyakit saluran pernafasan.

Seperti halnya status gizi, karena yang relatif homogen serta dalam tabel 2 x 2 terdapat dua sel yang nilainya kurang dari 5, maka untuk variabel kepadatan hunian rumah tidak dapat diteruskan dengan uji Chi-Square, sehingga tidak dapat ditarik kesimpulan ada tidaknya hubungan antara status kepadatan rumah responden dengan gejala ISPA.

6.8. Luas Ventilasi Rumah

Sebanyak 94,55% rumah responden mempunyai luas ventilasi dengan katagori cukup atau baik, yaitu dengan luas ventilasi rumah keseluruhan lebih dari 10% (Peraturan Pemerintah), sedangkan sisanya (5,45%) mempunyai total luas ventilasi yang kurang.

Analisis bivariat untuk luas ventilasi dengan uji Chi-Square menunjukkan nilai $p=0,07$ (lebih besar dari 0,05) yang berarti luas ventilasi secara statistik tidak berhubungan secara bermakna dengan gangguan gejala ISPA. Karena nilai $p<0,25$ maka variabel luas ventilasi dimasukkan sebagai variabel kandidat ke dalam analisi multivariat dengan uji regresi logistik tahap I. Dari hasil uji ini didapatkan nilai $p>0,05$, yaitu 0,089, sehingga tidak dapat diikutkan ke dalam uji regresi logistik berikutnya.

Sebenarnya pada penelitian yang dilakukan Poerno (1983) dan Kaswadi (1995) menunjukkan bahwa keadaan ventilasi rumah yang buruk ikut berperan dalam terjadinya infeksi saluran pernafasan akut bagi penghuninya (terutama balita) dibandingkan dengan rumah yang mempunyai ventilasi yang cukup/baik. Secara teori dengan ventilasi yang baik udara akan leluasa bergerak sehingga udara dalam rumah dapat terus berganti, apalagi jika sinar matahari juga dapat masuk, karena sinar ultraviolet pada pagi hari dari matahari terbukti efektif membunuh kuman, terutama pada penyakit yang ditularkan melalui udara. Upaya untuk memperbaiki ventilasi dapat mengurangi kasus-kasus infeksi saluran pernafasan akut (Situmorang, 1991).

6.9. Jenis Bahan Bakar Masak

Untuk analisa bivariat variabel bahan bakar masak terhadap gejala ISPA dilakukan penggabungan katagori, dari tiga katagori menjadi dua katagori. Katagori yang digabung adalah minyak tanah dan gas, sehingga didapat dua katagori, yaitu kayu bakar, sebagai katagori resiko tinggi dan minyak tanah dan gas.

Hanya satu orang dari 14 rumah yang menggunakan kayu bakar mengalami gejala ISPA, sedangkan dari 151 rumah pekerja yang menggunakan minyak tanah atau gas, 40 orang (26,5%) mengalami gejala ISPA. Uji Chi-Square menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara jenis bahan bakar memasak dengan kejadian gejala ISPA pada pegawai pabrik batak.

Kayu bakar merupakan salah satu jenis bahan bakar memasak yang berpotensi menghasilkan bahan pencemar berupa partikel di dalam rumah. Kayu

bakar merupakan bahan bakar biomasa yang jika digunakan saat proses memasak akan menghasilkan asap yang mudah lengkat dan butiran-butiran debu yang melayang terbawa udara bersama-sama dengan asap. Proses pembakaran kayu juga menghasilkan endapan berupa abu yang sewaktu-waktu akan berhamburan ke udara bila tertiup angin sehingga mencemari ruangan dalam rumah dan mengakibatkan gangguan pernafasan.

6.10. Kebiasaan Merokok

Pada penelitian ini responden yang mempunyai kebiasaan merokok sebanyak 87 (52,73%) dan dari yang merokok ditemukan 37,90 % mengalami gejala ISPA. Dari uji Chi-Square yang dilakukan pada analisis bivariat terhadap variabel ini menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara kebiasaan merokok dengan kejadian gangguan gejala ISPA pada pegawai pabrik batako. Keeratan hubungan dapat diketahui dengan nilai $P = 0,00$, sedangkan $OR = 5,34$ (95% CI 2,285-12,511).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa resiko pekerja pabrik batako dengan kebiasaan merokok mempunyai peluang 5 kali lebih besar untuk terkena gangguan gejala ISPA dibandingkan pekerja pabrik batako yang tidak merokok.

Hal ini sesuai dengan teori yang menjelaskan bahwa asap rokok dapat menyebabkan iritasi persisten pada saluran pernafasan sehingga dapat menyebabkan kerentanan terhadap berbagai penyakit, termasuk ISPA (WHO, 2007). Hubungan rokok dengan timbulnya ISPA bawah didapat secara statistik bermakna; hal ini juga diperkuat oleh Aditama (1992) yang menerangkan bahwa

merokok akan mempengaruhi klirens mukosilier sehingga menyebabkan kegagalan fungsi pertahanan tubuh terhadap infeksi.

6.11. Kebiasaan Menggunakan Obat Nyamuk Bakar.

Obat nyamuk bakar, dalam berbagai merek yang dijual di pasaran, merupakan salah satu insektisida yang banyak digunakan rumah tangga. Sama halnya racun nyamuk jenis lain, obat nyamuk bakar adalah sejenis racun organofosfat dengan katagori toksisitas tinggi terutama apabila terkontaminasi per oral. Racun bisa bersifat akut maupun kronik tergantung dosis dan cara masuknya ke tubuh manusia.

Responden yang mempunyai kebiasaan menggunakan obat nyamuk bakar relatif tinggi, yaitu sebesar 61,82%. Tidak ada keterangan tentang responden yang menggunakan racun nyamuk jenis lain, tetapi alasan responden menggunakan jenis bakar adalah selain ekonomis juga dianggap lebih nyaman dibanding menggunakan jenis *aerosol* (semprot).

Dari 102 responden yang menggunakan obat nyamuk bakar, 26 diantaranya (25,5%) mengaku menderita gangguan gejala ISPA berupa batuk atau pilek. Dari analisis bivariat terbukti secara statistik tidak ada hubungan signifikan antara kebiasaan penggunaan obat nyamuk bakar dengan kejadian gejala ISPA pada pekerja pabrik batako.

Beberapa penelitian yang ada adalah hubungan penggunaan obat nyamuk bakar dengan peningkatan konsentrasi PM_{10} dalam rumah. Fitria (2003) menyebutkan pada rumah yang menggunakan obat nyamuk bakar mempunyai peluang 4 kali lebih besar untuk mengalami kadar PM_{10} di atas ambang batas 90

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ dibandingkan dengan rumah yang tidak menggunakan obat nyamuk bakar.

6.12. Rangkuman

Hasil analisis bivariat dari masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen menunjukkan secara statistik adanya hubungan yang signifikan pada beberapa variabel dan tidak signifikan pada variabel lain. Variabel independen yang terdapat hubungan signifikan dengan gejala ISPA pekerja adalah kadar PM₁₀ pabrik, kelembaban rumah, luas ventilasi rumah dan kebiasaan merokok pekerja. Sedangkan variabel independen yang tidak terdapat hubungan signifikan dengan gejala ISPA pekerja batako adalah penggunaan obat nyamuk bakar. Karakteristik responden, seperti umur, jenis kelamin dan status gizi, serta kepadatan penghuni rumah tidak dapat dilakukan uji *Chi-square* karena mempunyai data yang relatif homogen.

Pada penelitian ini kadar PM₁₀ pabrik batako sebagai pajanan utama adalah termasuk pencemar udara luar ruangan, sedangkan variabel kelembaban rumah, luas ventilasi rumah, jenis bahan bakar masak dan penggunaan obat nyamuk bakar adalah variabel yang berhubungan dengan kualitas udara dalam ruang, sehingga tidak dapat dilakukan uji multivariat antara pajanan utama dengan variabel independen lainnya.

Hasil analisis bivariat antara variabel independen dengan variabel dependen memperlihatkan beberapa hal yang menarik untuk diperhatikan. Variabel kualitas udara luar-ruang, yang diwakili oleh kadar PM₁₀ pabrik menunjukkan hubungan yang bermakna terhadap kejadian gejala ISPA pada

pekerja pabrik batako. Sejumlah 34 orang dari 41 orang yang terkena gejala ISPA ternyata bekerja pada pabrik batako dengan kadar $PM_{10} > 150\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ jam, dan cuma 7 orang yang mengalami gejala ISPA dari sebanyak 90 orang yang bekerja pada pabrik batako dengan kadar $PM_{10} < 150\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ jam.

Karakteristik responden tidak menunjukkan distribusi normal, bahkan cenderung homogen, sehingga tidak dapat dilakukan analisis bivariat terhadap gejala ISPA. Data karakteristik responden yang diukur pada penelitian ini adalah umur, jenis kelamin, status gizi dan status imunisasi.

Hasil dari analisis bivariat antara variabel-variabel lingkungan fisik rumah dengan gejala ISPA pekerja batako juga menunjukkan beberapa hal yang menarik untuk diperhatikan. Variabel kelembaban rumah merupakan faktor lingkungan rumah yang mempunyai hubungan bermakna terhadap gejala ISPA pekerja batako, selain variabel luas ventilasi rumah. Analisis bivariat menunjukkan, pekerja batako yang tinggal di rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat kesehatan akan berpeluang terkena gejala ISPA 4 kali lebih besar dibanding pekerja batako yang tinggal di rumah dengan kelembaban memenuhi syarat.

Data kepadatan hunian rumah responden didapat, rumah dengan jumlah penghuni yang dikategorikan padat hanya berjumlah 3 rumah, sisanya 162 rumah tergolong tidak padat. Perbandingan jumlah rumah yang padat dan tidak padat, yaitu 3 berbanding 162, tidak dapat dilakukan uji chi-square lebih lanjut karena dalam tabel 2×2 terdapat 2 sel yang nilainya kurang dari 5.

Variabel lingkungan fisik rumah lainnya yang secara statistik terdapat hubungan bermakna terhadap gejala ISPA pekerja pabrik batako adalah luas ventilasi rumah. Dengan menggunakan *Fischer's Exact Ttest*, dapat diambil kesimpulan bahwa responden yang tinggal di rumah dengan luas ventilasi tidak memenuhi syarat rumah sehat sesuai yang ditetapkan Pemerintah melalui Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 829/MENKES/ SK/VII/1999 Tanggal 20 Juli 1999 Tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan yaitu minimal 10% dari total luas bangunan, akan berpeluang terkena gejala ISPA 4 kali lebih besar dibanding pekerja yang tinggal di rumah dengan luas ventilasi memenuhi syarat.

Jenis bahan bakar memasak di rumah yang digunakan responden ada 3 jenis, yaitu kayu bakar, tetapi untuk keperluan analisa bivariat dilakukan penggabungan katagori, menjadi katagori kayu bakar, dan minyak tanah dan gas. Tidak ada hubungan yang signifikan antara penggunaan jenis bahan bakar masak dengan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako.

Variabel lain yang ikut diteliti adalah kebiasaan merokok dan penggunaan obat nyamuk bakar di rumah. Pengujian hubungan penggunaan obat nyamuk bakar dengan gejala ISPA pekerja pabrik batako menunjukkan tidak ada hubungan signifikan antara keduanya, sedangkan pada variabel merokok, diketahui ada hubungan yang signifikan dengan gejala ISPA pada pekerja batako, di mana pekerja pabrik batako dengan kebiasaan merokok mempunyai peluang 5,347 kali lebih besar untuk terkena gejala ISPA dibandingkan pekerja pabrik batako yang tidak merokok

6.13. Upaya yang bisa dilakukan

Untuk dapat mengurangi gejala ISPA pada pekerja pabrik batako di Kabupaten Banyuasin dapat dilakukan dengan melaksanakan intervensi untuk menurunkan tingkat resiko terhadap variabel-variabel yang berpengaruh tersebut.

6.13.1. Kadar PM₁₀ pabrik batako

Untuk efektivitas intervensi, hal pertama kali yang harus dilakukan ialah dengan memberikan pemahaman tentang kualitas udara, pencemaran udara, penyebab dan resikonya terhadap kesehatan manusia, baik kepada pengusaha maupun pekerja pabrik batako. Selanjutnya kepada pemilik perusahaan untuk mengupayakan cara mengurangi pencemaran udara (dalam hal ini debu) dalam proses produksinya, melokalisasi dan memberikan perlindungan terhadap pekerja yang secara langsung maupun tidak langsung kontak dengan bahan baku batako yang berpotensi menimbulkan debu.

Proses pengadukan bahan hendaknya dilakukan sedekat mungkin dengan tempat penyimpanan bahan, sehingga mengurangi kemungkinan banyaknya debu yang beterbangan akibat proses pengangkutan bahan tersebut. Pekerja dianjurkan untuk menggunakan masker yang ringan, praktis tetapi efektif untuk mencegah debu terhisap.

Akan lebih bijaksana apabila pihak pabrik jika memungkinkan, memberlakukan sistem *rolling* atau bergantian tempat kerja di antara pekerja tersebut. Sebagai contoh, pekerja di bagian pengadukan bertukar tempat dengan pekerja di bagian penjemuran atau pencetakan batako setelah dua hari, dan

sebaliknya. Hal ini dimaksudkan untuk meringankan akumulasi debu yang mungkin terhisap pada pekerja di bagian pengadukan bahan, yang merupakan tempat dengan potensi pencemaran partikel debu terbesar dibanding tempat lainnya pada pabrik batako.

6.11.2. Kebiasaan Merokok

Pemerintah melalui Dinas Kesehatan Kabupaten maupun Puskesmas hendaknya selalu mengagendakan program penyuluhan tentang bahayanya merokok bagi kesehatan tubuh, tidak terkecuali terhadap gangguan saluran napas kepada pekerja batako, yang bisa dilakukan secara formal melalui penyuluhan-penyuluhan dari petugas yang berwenang maupun dengan memberikan penerangan melalui pamflet dan poster tentang bahaya merokok. Dalam penyuluhan perlu dijelaskan penyakit-penyakit yang sangat berbahaya yang mungkin timbul akibat kebiasaan merokok, bila perlu diperlihatkan foto-foto kelainan organ atau kerusakan jaringan akibat kebiasaan merokok untuk memberikan peringatan apa yang dapat mereka alami apabila kebiasaan merokok tidak dihentikan.

Kepada pengusaha pabrik batako dianjurkan untuk menerapkan peraturan dilarang merokok di tempat kerja, dengan diterapkan sanksi atas pelanggaran peraturan tersebut. Hal ini dimaksudkan minimal untuk mengurangi frekuensi merokok pekerja, apabila tidak bisa menghentikannya sama sekali. Apabila memungkinkan pekerja diberikan bantuan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 3 bulan sekali ke tempat pelayanan kesehatan terdekat. Diharapkan pekerja selain mendapatkan pemeriksaan medis juga mendapatkan

pelayanan konsultasi kesehatan lingkungan, termasuk masalah lingkungan perumahan serta perilaku hidup bersih dan sehat.

6.11.3. Kelembaban Rumah

Kelembaban rumah, bersama dengan faktor lingkungan fisik rumah lainnya seperti kepadatan, rasio luas ventilasi rumah, jenis bahan bakar yang biasa digunakan dan penggunaan obat nyamuk bakar seringkali menunjukkan kecenderungan untuk berhubungan dengan kualitas udara dan kesehatan rumah. Sebagai contoh, rumah dengan kelembaban yang tinggi atau terlalu rendah, dengan luas ventilasi yang kurang dari 10% dari luas bangunan, biasa menggunakan bahan bakar minyak tanah atau kayu bakar serta kebiasaan menggunakan obat nyamuk bakar, tentu akan dapat menciptakan kualitas udara yang buruk di rumah.

Oleh karena itu variabel-variabel di atas perlu mendapat prioritas dalam Program Penyehatan Lingkungan Permukiman dari Pemerintah Kabupaten Banyuasin. Intervensi yang mungkin dilakukan pemerintah ialah dengan penyuluhan, baik oleh petugas kesehatan kabupaten atau Puskesmas maupun melalui Bidan Desa atau Kader Kesehatan Lingkungan di desa. Penyuluhan dilakukan secara menyeluruh bukan hanya untuk pekerja pabrik batako. Apabila memungkinkan, diadakan dana stimulan untuk perbaikan kondisi rumah yang tidak memenuhi syarat rumah sehat. Khusus untuk kelembaban, perbaikan dapat dilakukan dengan menambah jumlah jendela atau ventilasi untuk memudahkan masuknya sinar matahari dan pertukaran udara pada rumah dengan kelembaban tinggi.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari uraian hasil dan pembahasan variabel-variabel dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar PM_{10} pabrik batako yang diukur paling rendah $85 \mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{jam}$, tertinggi $188 \mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{jam}$, dan 30% diantaranya diketahui terdapat kadar PM_{10} lebih tinggi dari batas ambang baku yang ditetapkan, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{jam}$.
2. Jumlah responden yang mengalami gangguan gejala ISPA pada penelitian ini adalah 41 orang (24,85%) dari total 165 responden.
3. Terdapat hubungan yang bermakna antara pajanan PM_{10} pabrik dengan kejadian gejala ISPA pada pekerja pabrik batako.

7.2. Saran

7.2.1. Bagi Ilmu Pengetahuan

1. Hasil penelitian menunjukkan pekerja pada pabrik batako dengan kadar PM_{10} pabrik di atas ambang batas ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3/24 \text{ jam}$) berpeluang mengalami gejala ISPA 7,6 kali lebih besar dibanding pada pabrik dengan kadar PM_{10} di bawahnya, akan tetapi karena desain penelitian cross-sectional maka tidak dapat ditarik

kausalitas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan desain kohort untuk mendapatkan hubungan kausalitas apakah benar kadar PM_{10} yang tinggi menyebabkan gangguan gejala ISPA pada pekerja pabrik batako.

2. Untuk penelitian selanjutnya, bila memungkinkan dilakukan analisis parameter lingkungan pabrik yang dianggap berpengaruh terhadap konsentrasi PM_{10} , sehingga dapat dicari kemungkinan upaya menurunkan konsentrasi PM_{10} dan parameter debu lainnya terutama pada pabrik dengan konsentrasi debu yang relatif tinggi.

7.2.2. Bagi Pabrik Batako

1. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi wacana bagi industri batako untuk memperhatikan kondisi kesehatan pekerja pabrik batako, terutama yang berhubungan dengan paparan PM_{10} dan parameter kualitas udara lainnya dan dampaknya terhadap gangguan saluran pernafasan.
2. Untuk upaya pencegahan terhadap bahaya pajanan PM_{10} pada pekerja, pihak perusahaan hendaknya menyediakan alat pelindung diri, minimal masker pernafasan dan membuat aturan agar pekerja selalu menggunakannya selama bekerja.

7.2.3. Bagi Pemerintah

1. Pemerintah Kabupaten diharapkan memberikan perhatian yang lebih besar terhadap masalah keselamatan di tempat kerja, misalnya dengan melakukan seleksi yang ketat dan menetapkan persyaratan-persyaratan untuk ijin pendirian usaha pabrik pembuatan batako maupun industri lainnya yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, termasuk persyaratan penggunaan alat pelindung diri terhadap bahaya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja sesuai dengan jenis pekerjaannya dan memberikan sanksi yang tegas atas pelanggaran yang dilakukan terhadap peraturan tersebut. Bila perlu untuk setiap ijin pendirian usaha tersebut harus dilengkapi dengan dokumen AMDAL maupun dokumen lain yang berisi rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan, termasuk terhadap bahan-bahan yang digunakan dalam proses produksinya.
2. Dinas Kesehatan Kabupaten diharapkan melakukan pemantauan terhadap kualitas lingkungan tempat kerja terutama pada pabrik batako baik secara komprehensif maupun uji petik untuk memantau parameter udara dan parameter lingkungan lainnya dengan melibatkan laboraorium kesehatan lingkungan, dan segera diberikan umpan balik terhadap hasil pemeriksaan yang berpotensi menimbulkan bahaya kepada pabrik tersebut.

Selanjutnya apabila ada diberikan cara-cara untuk mencegah atau meminimalkan dampak kesehatan yang timbul akibat kondisi tersebut.

3. Dinas Kesehatan Kabupaten bekerja sama dengan instansi terkait, misalnya Dinas Perindustrian dan Perdagangan diharapkan dapat melakukan pembinaan secara berkala, baik melalui penyuluhan di tempat kerja, sosialisasi peraturan dan standar-standar parameter lingkungan, misalnya ambang batas yang diperbolehkan serta dampaknya terhadap kesehatan apabila aturan-aturan tersebut diabaikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, UF, 2006, *Imunisasi, Mengapa Perlu?*, Penerbit Buku Kompas, Jakarta.
- Aditama. Y. T, 1992, *Polusi Udara dan Kesehatan*, Penerbit Arcan Jakarta.
- Aditama, Y.T, 2003, *TB & Tobacco*, Medical Journal of Indonesia ; 12 No.1 : 48-52.
- Anies, 2005, *Penyakit Akibat Kerja*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Armstrong, Sue, 1992, *Rokok dan Kesehatan Anda*. Percetakan Arcan, Jakarta.
- Budiman Chandra, 2006, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI, 1993, *Kesehatan Dalam Angka (Health and Figure Health)*, Pusat Data Depkes RI, Jakarta.
- Ditjen Bin Kes Mas, 2002, *Pedoman Praktis Memantau Status Gizi Orang Dewasa*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Ditjen PPM & PL, 2000, *Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Prtnafasan Akut*, Departemen Kesehatan, Jakarta.
- Fardiaz, S, 1992. *Polusi Air dan Udara*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fitria, Laila, 2003, *Analisis Terhadap PM10 dan TPCM ikroorganisme Udara Dalam Rumah Dalam Hubungannya dengan Gangguan Pernafasan Pada Balita (Studi di Kelurahan Cisalak Kota Depok Tahun 2003)*, Tesis, Universitas Indonesia, Depok.
- Handajani, I.S, 1986, *Hubungan Kualitas Udara Dalam Rumah dengan Gangguan ISPA pada Anak Balita di Pemukiman Kumuh Kelurahan Kalianyar Jakarta Barat*. Tesis Universitas Indonesia, Depok.

- Handajani, Ruli, 2004, *Analisis Konsentrasi PM_{2.5} dan Gangguan Saluran Pernafasan pada Anak Sekolah Dasar Negeri di Kota Palembang Tahun 2004*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Hastono, P, 2001, *Analisis Data*, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok.
- Hunter, B.T, 2006, *Udara dan Kesehatan Anda*, Bhuana Ilmu Populer, Jakarta.
- Johanes, 2006, *Particulate Mater (PM₁₀) Dalam Rumah Sebagai Faktor Kejadian ISPA Balita di Kecamatan Payakumbuh Kabupaten Lima Puluh Kota Tahun 2006*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Johnson Philip, Graham John (2005), *Fine Particulate Matter National Ambient Air Quality Standards: Public Health Impact on Populations in the Northeastern United States*. Environmental Health Perspective 113:1140–1147
- Karen L. Jansen, Timothy V. Larson, Jane Q. Koenig, Therese F. Mar, Carrie Fields, et.al,(2005) *Associations between Health Effects and Particulate Matter and Black Carbon in Subjects with Respiratory Disease*, Environmental Health Perspective 113:1741–1746.
- Kaswadi, 1995, *Hubungan Unsur-Unsur Lingkungan Fisik Perumahan dengan Insiden Diare dan ISPA Balita Di Jawa Timur Tahun 1992*, Tesis, Fakultas Kesehatan Masyarakat, UI, Depok.
- Lemeshow, S et al, 1997, *Besar Sampel Dalam Penelitian Kesehatan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Menteri Kesehatan R.I, 2002, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999 Tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1997, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-45/MENLH/10/1997 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara*, Kantor Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta

- Misra, Chandan, et.al, 2001, *Development And Evaluation Of A Continuous Coarse (Pm10 - Pm2.5) Particle Monitor*, Civil and Environmental Engineering University of Southern California 3620 South Vermont Avenue Los Angeles.
- Moertjohjo, 2002, *Azas, prinsip dan indikator Kota Sehat*, Serial Semiloka Kesehatan Lingkungan Perkotaan, Jakarta.
- Munziah, 2002, *Hubungan Konsentrasi Partikulat Melayang (PM₁₀) Rumah dengan Kejadian Gangguan Saluran Pernafasan, studi pada Bayi dan Balita di Kecamatan Inderalaya Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2002*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Murti, Bhisma, 2003, *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Navianti, Diah, 2002, *Analisis Pemajanan Amonia dan PM10 Udara Ambient Serta Faktor Resiko yang Berhubungan dengan Kejadian Gejala Penyakit Saluran Pernafasan*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Poemo K, 1983, *Pengaruh Cuaca serta Lingkungan Rumah Terhadap Jumlah Koloni Kuman di Komplek Perumahan TNI-AL Surabaya*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Pudjiastuti, dkk, 1989, *Kualitas Udara Dalam Ruang*, Ditjen Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Purwana, R, 1999, *Partikulat Rumah Sebagai Faktor Resiko Gangguan Pernafasan Anak Balita (Penelitian di Kelurahan Pekayon, Jakarta)*, Disertasi Universitas Indonesia, Depok.
- Sastrawijaya.AT, 2000, *Pencemaran Lingkungan*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Sintorini, 1998, *Hubungan kadar PM10 Udara Ambient dengan Kejadian Penyakit Saluran Pernafasan (Studi kasus pada Penduduk di Pemukiman Sekitar Pabrik Semen Cileungsi, Bogor)*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.

- Situmorang, C, 1992, *Pengaruh Lingkungan Rumah terhadap Terjadinya ISPA pada Balita di Kelurahan Kebon Kacang Kecamatan Tanah Abang, Jakarta Pusat*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Soedomo, 2001, *Pencemaran Udara*, Penerbit ITB, Bandung.
- Sutrisna, B, 1993, *Polusi Udara Indoor (IP) Sebagai Faktor Resiko ISPA*, Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia, Tahun XXVII, Nomor 6.
- Surjanto, 2007, *Hubungan Antara Pakanan Total Suspended Particulate Matter (TSP) dan Particulate Mater 10 μ m(PM_{10}) di Udara Ambien dengan Gangguan Saluran Pernafasan*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Tanjung, A, 1993, *Branhamella catarrhalis* merupakan salah satu kuman patogen penting penyebab ISPA, *Cermin Dunia Kedokteran No. 84, 1993 27*, Accessed www.calbe.co.id, 12 April 2008.
- US. Environmental Protection Agency, *Particulate Matter 10 (PM_{10})*, Accessed March, 10, 2007, from <http://www.epa.gov/>
- Wardhana, 2004, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Percetakan Andi, Yogyakarta.
- Wattimena, C.S, 2004, *Faktor Lingkungan Rumah yang Mempengaruhi Hubungan Kadar PM_{10} Dengan Kejadian ISPA pada Balita di Wilayah Puskesmas Curug Kabupaten Tangerang Tahun 2004*, Tesis Universitas Indonesia, Depok.
- Weetman, D.F, 1994, *Categories of Adverse Health Effects From Indoor Air Pollution*, Medical and Scientific Pub, Sidney.
- World Health Organization, 1986, *What Happen in Field? Acute Respiratory Infection in Children*. WHO, Geneva.
- World Health Organization, 2007, *Air Pollution*. Accessed April, 17, 2007, from [http://www.wpro.int/internet/files/hse/Indoor air /](http://www.wpro.int/internet/files/hse/Indoor air/)

Wright, G.W, 1991, *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, Fourth Edition, Vol I Part A, John Walley and Son Inc, New York, Singapore.

Yun-Chul Hong, Jong-Han Leem, Eun-Hee Ha, David C. Christiani (1999), *PM₁₀ Exposure, Gaseous Pollutants, and Daily Mortality in Incheon, South Korea*, *Environmental Health Perspective* 107:873–878.





KUESIONER PENELITIAN
PAJANAN PM₁₀ DAN KEJADIAN GEJALA ISPA PADA PEGAWAI PABRIK
PEMBUATAN BATAKO DI KABUPATEN BANYUASIN TAHUN 2008

No. Responden :
Tanggal :
Petugas :

I. LEMBAR DATA UMUM

1. Nama Responden : L/P:
2. Alamat :
3. Umur :
4. Agama :
5. Pendidikan : 1. Tidak tamat SD
2. Tamat SD
3. Tamat SLTP
2. Tamat SLTA
3. Perguruan Tinggi
6. Tinggi Badan : cm
7. Berat Badan : cm
6. Lama bekerja : bulan

II. DATA PEKERJAAN DAN PERILAKU

7. Sudah berapa lama Anda bekerja di tempat ini ?

1. < 1 tahun
2. 1 - 5 tahun
3. > 5 tahun

8. Berapa jauh jarak tempat tinggal Anda dengan tempat kerja ?

1. < 100 meter
2. 100 m - 1 km
3. > 1 km

9. Jam berapa Anda mulai bekerja :

10. Jam berapa Anda selesai bekerja :

11. Jam berapa Anda istirahat bekerja siang hari :

12. Apakah dalam bekerja Anda menggunakan Alat Pelindung Diri ?
(observasi langsung)

1. Ya sebutkan
2. Tidak

13. Apakah Anda tahu resiko kesehatan bekerja di tempat ini ?

1. Tahu sebutkan
2. Tidak tahu

14. Jenis pekerjaan berikut apa yang paling sering Anda kerjakan ?

1. Mengangkut bahan
2. Mencampur/mengaduk bahan
3. Mencetak batako
4. Ketiga-tiganya

III. LINGKUNGAN FISIK HUNIAN

15. Tempat tinggal yang dihuni sekarang :
1. Rumah sendiri/orang tua
 2. Rumah sewa/kontrak
 3. Mess/rumah pabrik
 4. Lainnya
16. Sudah berapa lama Anda tinggal di tempat ini ?
1. < 1 tahun
 2. ≥ 1 tahun
17. Berapa luas lantai (dalam ruangan) rumah ini ? m²
18. Apakah type rumah ini ?
1. Permanen
 2. Bukan permanen
19. Berapa luas ventilasi total rumah ini ?m²
- Kategori luas ventilasi rumah ini :
1. Tidak memenuhi syarat (TMS)
 2. Memenuhi syarat (MS)
- (diukur menggunakan meteran dan dibandingkan dengan luas seluruh ruangan rumah. Standar Depkes RI minimum 10%).
20. Lantai rumah ini terbuat dari :
1. Tanah
 2. Semen/ubin
21. Berapa jumlah penghuni rumah ini ? orang
- Kategori kepadatan rumah ini :
1. Tidak memenuhi syarat (TMS)
 2. Memenuhi syarat (MS)
- (Kepadatan diukur dengan banyaknya penghuni per luas ruangan. Standar Depkes : 1 orang dewasa = 4,5 m²)
22. Apakah rumah ini setiap malam menggunakan obat nyamuk bakar ?
1. Ya
 2. Tidak
23. Berapakah kelembaban rumah ini ? %RH
- Kategori kelembaban rumah ini :
1. Tidak memenuhi syarat (TMS)
 2. Memenuhi syarat (MS)
- (diukur menggunakan *thermohygrometer*, MS jika kelembaban 40% - 70%; TMS jika <40% atau >70%, Kepmenkes No. 829 Tahun 1999)

IV. GANGGUAN PERNAFASAN

Diadopsi dari *American Thoracic Society* dan telah dimodifikasi untuk mengukur gejala penyakit saluran saluran pernafasan bagian atas.

BATUK

24. Apakah Anda biasanya batuk? (berdehem tidak termasuk batuk)
1. Ya
 2. Tidak
25. Apakah Anda biasanya batuk sampai 4 - 6 kali setiap hari sekurang-kurangnya 4 hari dalam seminggu?
1. Ya
 2. Tidak
26. Apakah Anda biasanya batuk pada waktu bangun tidur?
1. Ya
 2. Tidak
27. Apakah Anda biasanya batuk sepanjang hari (pagi, siang dan malam)?
1. Ya
 2. Tidak
28. Sudah berapa lama Anda batuk seperti ini?
1. Kurang dari setahun
 2. Lebih dari setahun



DAHAK/REAK

29. Apakah Anda biasanya mengeluarkan dahak/reak dari dalam dada?
1. Ya
 2. Tidak
30. Apakah Anda biasanya mengeluarkan dahak/reak seperti ini sampai dua kali sehari sekurang-kurangnya 4 hari dalam seminggu?
1. Ya
 2. Tidak
31. Apakah Anda biasa mengeluarkan dahak/reak pada waktu bangun tidur?
1. Ya
 2. Tidak
32. Apakah Anda biasanya mengeluarkan dahak/reak sepanjang hari, baik siang atau malam?
1. Ya
 2. Tidak

V. RIWAYAT MEROKOK

33. Apakah Anda pernah merokok ?

1. Ya
2. Tidak pernah → selesai.

34. Bila pernah, apakah dalam 1 bulan terakhir ini Anda masih merokok ?

1. Ya
2. Tidak

35. Bila Ya, berapa batang rokok Anda hisap rata-rata dalam sehari?batang.

36. Bila tidak, sudah berapa bulan Anda berhenti merokok ?bulan

SEKIAN DAN TERIMA KASIH





CHEK LIST

**PAJANAN PM₁₀ TERHADAP KEJADIAN GEJALA ISPA PADA PEGAWAI PABRIK
PEMBUATAN BATAKO DI KABUPATEN BANYUASIN TAHUN 2008**

DATA PENGAMATAN DAN PENGUKURAN PABRIK BATAKO

Nama Perusahaan :

Alamat :

Nama Pemilik :

No. Kode Pabrik :

No.	Parameter	Satuan	Hasil	MS	TMS	Keterangan
1.	Kadar PM ₁₀					
2.	Suhu					
3.	Kelembaban					
4.	Kecepatan angin					

Petugas,

.....

LAMPIRAN
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 41 TAHUN 1999
TANGGAL : 26 MEI 1999

BAKU MUTU UDARA AMBIEN NASIONAL

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	900 µg/Nm ³ 365 µg/Nm ³ 60 µg/Nm ³	Pararosanilin	Spektrofotometer
2	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	30.000 µg/Nm ³ 10.000 µg/Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer
3	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Thn	400 µg/Nm ³ 150 µg/Nm ³ 100 µg/Nm ³	Saltzman	Spektrofotometer
4	O ₃ (Oksidan)	1 Jam 1 Thn	235 µg/Nm ³ 50 µg/Nm ³	Chemiluminescent	Spektrofotometer
5	HC (Hidro Karbon)	3 Jam	160 µg/Nm ³	Flame Ionization	Gas Chromatografi
6	PM ₁₀ (Partikel < 10 µm)	24 Jam	150 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol
	PM _{2,5} * (Partikel < 10 µm)	24 Jam 1 Thn	65 µg/Nm ³ 15 µg/Nm ³	Gravimetric Gravimetric	Hi - Vol Hi - Vol
7	TSP (Debu)	24 Jam 1 Thn	230 µg/Nm ³ 90 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi - Vol
8	Pb (Timah Hitam)	24 Jam 1 Thn	2 µg/Nm ³ 1 µg/Nm ³	Gravimetric Ekstraktif Pengabuan	Hi - Vol AAS
9	Dustfall (Debu Jatuh)	30 hari	10 Ton/Km ² /Bulan (Pemukiman) 20 Ton/Km ² /Bulan (industri)	Gravimetric	Cannister

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
10	Total Fluorides (as F)	24 Jam 90 hari	3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 0,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Spesific ion Electrode	Impinger atau Continuous Analyzer
11	Fluor Indeks	30 hari	40 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ dari kertas limed filter	Colourimetric	Limed filter paper
12	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 Jam	150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Spesific ion Electrode	Impinger atau Continuous Analyzer
13	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg $\text{SO}_2/100 \text{ Cm}^3$ Dari Lead Peroksida	Colourimetric	Lead Peroxide Candle

Catatan : - (*) $\text{PM}_{2,5}$ mulai diberlakukan tahun 2002
 - Nomor 10 s/d 13 Hanya diberlakukan untuk daerah/kawasan
 Industri Kimia Dasar
 Contoh : Industri Petro Kimia
 Industri Pembuatan Asam Sulfat



PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd.

BACHARUDDIN JUSUF HABIBIE

Salinan sesuai dengan aslinya
 SEKRETARIAT KABINET RI

1. Univariate

1.1. Jenis Kelamin

Jenkelamin

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	L	164	99,4	99,4	99,4
	P	1	,6	,6	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.2. Status Gizi

Status Gizi

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kurang	6	3,6	3,6	3,6
	Cukup	159	96,4	96,4	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.3. Umur

Umur kategorik

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	<20 Tahun	6	3,6	3,6	3,6
	21 - 30 Tahun	61	37,0	37,0	40,6
	31 - 40 Tahun	68	41,2	41,2	81,8
	> 40 Tahun	30	18,2	18,2	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.4. Kelembaban Rumah

Kelembaban

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	TMS	53	32,1	32,1	32,1
	MS	112	67,9	67,9	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.5. Kepadatan Penghuni

Kepadatan Rumah

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Padat	3	1,8	1,8	1,8
	Tidak Padat	162	98,2	98,2	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.6. Luas ventilasi

Luas Ventilasi

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kurang	9	5,5	5,5	5,5
	Cukup	156	94,5	94,5	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.7. Jenis Bahan Bakar Masak

Jenbbmasak

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Gas	12	7,3	7,3	7,3
	Kayu Bakar	14	8,5	8,5	15,8
	Minyak tanah	139	84,2	84,2	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.8. Pemakaian Obat Nyamuk Bakar

Obat Nyamuk Bakar

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ya	102	61,8	61,8	61,8
	Tidak	63	38,2	38,2	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.9. Kebiasaan Merokok

Merokok

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Merokok	87	52,7	52,7	52,7
	Tidak	78	47,3	47,3	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

1.10. Gangguan Gejala ISPA

Gejala Ispa

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ya	41	24,8	24,8	24,8
	Tidak	124	75,2	75,2	100,0
	Total	165	100,0	100,0	

2. Bivariate

2.1. PM₁₀ dengan Gejala ISPA

Kadar PM10 * Gejala Ispa Crosstabulation

			Gejala Ispa		Total
			Ya	Tidak	
Kadar PM10	TMS	Count	34	41	75
		% within Kadar PM10	45,3%	54,7%	100,0%
	MS	Count	7	83	90
		% within Kadar PM10	7,8%	92,2%	100,0%
Total		Count	41	124	165
		% within Kadar PM10	24,8%	75,2%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	30,898 ^b	1	,000		
Continuity Correction ^a	28,920	1	,000		
Likelihood Ratio	32,506	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	30,711	1	,000		
N of Valid Cases	165				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18,64.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kadar PM10 (TMS / MS)	9,833	4,016	24,074
For cohort Gejala Ispa = Ya	5,829	2,743	12,383
For cohort Gejala Ispa = Tidak	,593	,478	,735
N of Valid Cases	165		

2.1. Kelembaban Rumah dengan Gejala ISPA

Kelembaban * Gejala Ispa Crosstabulation

			Gejala Ispa		Total
			Ya	Tidak	
Kelembaban	TMS	Count	23	30	53
		% within Kelembaban	43,4%	56,6%	100,0%
	MS	Count	18	94	112
		% within Kelembaban	16,1%	83,9%	100,0%
Total		Count	41	124	165
		% within Kelembaban	24,8%	75,2%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	14,384 ^b	1	,000		
Continuity Correction ^a	12,958	1	,000		
Likelihood Ratio	13,722	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	14,297	1	,000		
N of Valid Cases	165				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,17.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kelembaban (TMS / MS)	4,004	1,908	8,401
For cohort Gejala Ispa = Ya	2,700	1,600	4,556
For cohort Gejala Ispa = Tidak	,674	,526	,865
N of Valid Cases	165		

2.3. Jenis Bahan Bakar dengan Gejala ISPA

Jenis Bahan Bakar * Gejala Ispa Crosstabulation

			Gejala Ispa		Total
			Ya	Tidak	
Jenis Bahan Bakar	Kayu Bakar	Count	1	13	14
		% within Jenis Bahan Bakar	7,1%	92,9%	100,0%
	Minyak dan Gas	Count	40	111	151
		% within Jenis Bahan Bakar	26,5%	73,5%	100,0%
Total		Count	41	124	165
		% within Jenis Bahan Bakar	24,8%	75,2%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,568 ^b	1	,109		
Continuity Correction ^a	1,637	1	,201		
Likelihood Ratio	3,222	1	,073		
Fisher's Exact Test				,192	,093
Linear-by-Linear Association	2,553	1	,110		
N of Valid Cases	165				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,48.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Jenis Bahan Bakar (Kayu Bakar / Minyak dan Gas)	,213	,027	1,685
For cohort Gejala Ispa = Ya	,270	,040	1,816
For cohort Gejala Ispa = Tidak	1,263	1,061	1,503
N of Valid Cases	165		

2.4. Luas Ventilasi dengan Gejala ISPA

Luas Ventilasi * Gejala Ispa Crosstabulation

			Gejala Ispa		Total
			Ya	Tidak	
Luas Ventilasi	Kurang	Count	5	4	9
		% within Luas Ventilasi	55,6%	44,4%	100,0%
	Cukup	Count	36	120	156
		% within Luas Ventilasi	23,1%	76,9%	100,0%
Total		Count	41	124	165
		% within Luas Ventilasi	24,8%	75,2%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,807 ^b	1	,028		
Continuity Correction ^a	3,225	1	,073		
Likelihood Ratio	4,110	1	,043		
Fisher's Exact Test				,043	,043
Linear-by-Linear Association	4,778	1	,029		
N of Valid Cases	165				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,24.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Luas Ventilasi (Kurang / Cukup)	4,167	1,062	16,340
For cohort Gejala Ispa = Ya	2,407	1,256	4,615
For cohort Gejala Ispa = Tidak	,578	,277	1,206
N of Valid Cases	165		

2.5. Penggunaan Obat Nyamuk Bakar dengan Gejala ISPA

Obat Nyamuk Bakar * Gejala Ispa Crosstabulation

			Gejala Ispa		Total
			Ya	Tidak	
Obat Nyamuk Bakar	Ya	Count	26	76	102
		% within Obat Nyamuk Bakar	25,5%	74,5%	100,0%
	Tidak	Count	15	48	63
		% within Obat Nyamuk Bakar	23,8%	76,2%	100,0%
Total		Count	41	124	165
		% within Obat Nyamuk Bakar	24,8%	75,2%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,059 ^b	1	,808		
Continuity Correction ^a	,003	1	,954		
Likelihood Ratio	,059	1	,808		
Fisher's Exact Test				,855	,480
Linear-by-Linear Association	,059	1	,809		
N of Valid Cases	165				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15,65.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Obat Nyamuk Bakar (Ya / Tidak)	1,095	,527	2,274
For cohort Gejala Ispa = Ya	1,071	,616	1,860
For cohort Gejala Ispa = Tidak	,978	,818	1,169
N of Valid Cases	165		

2.6. Kebiasaan Merokok dengan Gejala ISPA

Merokok * Gejala Ispa Crosstabulation

			Gejala Ispa		Total
			Ya	Tidak	
Merokok	Merokok	Count	33	54	87
		% within Merokok	37,9%	62,1%	100,0%
Tidak	Merokok	Count	8	70	78
		% within Merokok	10,3%	89,7%	100,0%
Total		Count	41	124	165
		% within Merokok	24,8%	75,2%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	16,868 ^b	1	,000		
Continuity Correction ^a	15,418	1	,000		
Likelihood Ratio	17,945	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	16,765	1	,000		
N of Valid Cases	165				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 19,38.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (Merokok / Tidak)	5,347	2,285	12,511
For cohort Gejala Ispa = Ya	3,698	1,819	7,517
For cohort Gejala Ispa = Tidak	,692	,577	,829
N of Valid Cases	165		



Gambar 1. Pabrik batako di lihat dari jalan raya



Gambar 2. Peralatan produksi pabrik batako



Gambar 3. Debu batubara (*fly ash*) salah satu bahan baku batako



Gambar 4. Pekerja pabrik batako dalam proses produksi sehari-hari



Gambar 5. Proses pengukuran PM_{10} pada salah satu pabrik.



Gambar 6. Pengukuran kecepatan angin pada salah satu sudut pabrik batako.