

PM₁₀ DAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT PADA PEKERJA INDUSTRI MEBEL

Yusnabeti¹, Ririn Arminsih Wulandari², Ruth Luciana^{2*})

1. Balai Besar Laboratorium, Departemen Kesehatan RI, Jakarta 10560, Indonesia
2. Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

^{*}E-mail: ruthluciana89@yahoo.co.id

Abstrak

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan masalah kesehatan pertama pada sepuluh data penyakit terbesar di Desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pembangunan industri mebel. ISPA menyerang pekerja industri mebel. Desain studi yang digunakan adalah *cross sectional* untuk mengetahui hubungan pajanan (PM₁₀) dengan kejadian ISPA pada pekerja mebel dengan populasi seluruh pekerja mebel di kedua desa. Hasil yang didapat konsentrasi (PM₁₀) 50,3 µg/m³–80 µg/m³ dengan rata-rata 70,6 µg/m³ untuk pengukuran 24 jam. Jumlah pekerja yang mengalami ISPA 43 orang (43,9%). Hasil penelitian ini menunjukkan ada hubungan antara konsentrasi PM₁₀, suhu ruang kerja ($p=0,027$), masa kerja ($p=0,010$), pemakaian alat pelindung diri ($p=0,001$), kebiasaan merokok ($p=0,039$) dengan kejadian ISPA ($p=0,045$). Pengawasan kesehatan lingkungan dan pekerja, pemeriksaan konsentrasi debu (PM₁₀) dan kesehatan pekerja secara berkala, serta penyuluhan dapat dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran semua pihak akan dampak yang ditimbulkan oleh aktivitas industri mebel.

Abstract

PM₁₀ and Acute Respiratory Infection (ARI) in Furniture Industry Workers. Acute Respiratory Infections (ARI) ranks first among the ten largest diseases in West and East Cilebut, caused by the development of furniture industry. Cross sectional method is used in this study to know the relationship between PM₁₀ and ARI among the whole population of workers in the furniture industry in Cilebut, both in the west and the east of this industry area. The study found concentrations of PM₁₀ 50,3 µg/m³–80 µg/m³ with an average of 70,6 µg/m³ in 24 hours of measurement. There were 43 workers who suffered from ARI. The study showed there was a relationship between PM10 concentration, the temperature of the study ($p = 0.027$), years of service ($p = 0.010$), use of personal protective equipment ($p = 0.001$), smoking habits ($p = 0.39$), and ARI incidences. It is, therefore, necessary to control environmental health and the health of workers periodically through examination of PM₁₀ concentration and through workers' health checks. In addition, educative information should be disseminated to all parties concerned in order to increase knowledge and the awareness of the impact created by the furniture industry on both the environment and the workers.

Keywords: acute respiratory infections, furniture industry workers, PM₁₀

Pendahuluan

Indonesia adalah negara berkembang. Pembangunan industri di Indonesia berkembang pesat. Pembangunan industri dapat menciptakan emisi sehingga menyebabkan pencemaran, udara.¹ Salah satu bahan pencemar yang timbul di negara yang sedang berkembang adalah PM₁₀.²

PM₁₀ dapat ditimbulkan oleh industri mebel.³ Dalam kondisi ini, kelompok berisiko rentan terpajan PM₁₀ adalah pekerja. Pekerja industri yang terpajan PM₁₀ dapat terkena gangguan kesehatan pernapasan.⁴⁻⁶ Efek terhadap kesehatan yang ditimbulkan tentunya dipengaruhi oleh intensitas, lamanya terpajanan, dan status kesehatan

pekerja atau penduduk terpajan.⁷ Akan tetapi, pajanan debu jangka pendek, walaupun dengan konsentrasi rendah, dapat merugikan kesehatan pernapasan salah satunya ISPA.⁸

Pada tahun 2007, prevalensi ISPA di Indonesia dengan diagnosis gejala (DG) sebesar 25,5%, sedangkan dengan diagnosis tenaga kesehatan (D) sebesar 8,10%. Di provinsi Jawa Barat, Bogor merupakan kabupaten dengan prevalensi ISPA tinggi. Prevalensi ISPA melalui DG sebesar 30,9%, di atas nilai rata-rata prevalensi kabupaten/kota provinsi Jawa Barat yaitu sebesar 24,7%.^{9,10}

Cilebut Barat dan Cilebut Timur adalah desa di Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Bogor. Prevalensi ISPA di Cilebut Barat dan Cilebut Timur paling tinggi di antara desa-desa lain di Kecamatan Sukaraja. Jumlah penderita ISPA sebesar 13.636 penderita (24,7%) berdasarkan data 10 penyakit tertinggi semua kelompok umur di Puskesmas Cilebut. Dari data 10 penyakit tertinggi kelompok usia 15 sampai ≤ 65 tahun, ISPA juga menduduki peringkat tertinggi dengan jumlah 4.811 penderita (17,9%).¹¹

Dengan bertambahnya jumlah industri mebel informal di daerah pedesaan, dikhawatirkan kejadian ISPA pada pekerja industri mebel juga ikut meningkat. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh PM₁₀ dengan ISPA pada pekerja mebel di desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur.

Metode Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan rancangan *cross sectional*, dimana data dikumpulkan secara bersamaan, yaitu antara konsentrasi PM₁₀ pada industri mebel dan penderita ISPA pada pekerja. Penelitian dilakukan pada bulan November 2009. Populasi penelitian adalah seluruh pekerja mebel di Desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur yang berjumlah 98 orang. Sebagai kriteria inklusi adalah para pekerja mebel yang telah bekerja minimal satu tahun. Adapun jumlah minimal sampel yang diambil didapat dari rumus sebagai berikut,

$$n = \frac{Z_{\alpha} \times p \times (1 - p)}{d^2} \quad (1)$$

dengan

n = Jumlah sampel

Z α = Deviasi Standar Normal

= 1,96; α = 0,05

p = Proporsi kejadian¹⁸

= 36,2%

d = Penyimpangan/tingkat kesalahan

Untuk mengantisipasi adanya kesalahan dalam teknis pelaksanaan pengambilan sampel, maka jumlah sampel

yang awalnya sejumlah 88 orang ditambah 10% sehingga menjadi 98 orang.

Data dikumpulkan dengan pengukuran konsentrasi PM₁₀ di ruang kerja industri mebel saat produksi, pemeriksaan fisik pekerja, pemeriksaan suhu, kelembaban, dan kecepatan angin di ruang kerja. Kuesioner juga digunakan untuk mengetahui umur, kebiasaan merokok, masa kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD). Diagnosis ISPA dilakukan oleh tenaga medis. Pengukuran konsentrasi debu dilaksanakan oleh tenaga ahli Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan (BBTKL) Departemen Kesehatan. Pengukuran kadar debu dilakukan dengan menggunakan alat *high volume dust sampler*, kelembaban dengan *hygrometer*, suhu dengan *thermometer* dan kecepatan angin dengan *anemometer*.

Pengukuran kadar debu (PM₁₀) dilakukan selama 1 jam saat proses produksi, dengan menggunakan *high volume dust sampler*. Prinsip kerja alat adalah udara dihisap melalui penyaring dengan kecepatan aliran 1,13–1,7 m³/menit atau 40-60 ft³/menit. Berat PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per jam dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{berat debu tertangkap (gr)} \times 10^6}{\text{volume udara (m}^3\text{)}} \quad (2)$$

Penetapan adanya ISPA didasarkan pada adanya satu atau lebih tanda gangguan pernapasan dan pemeriksaan fisik oleh tenaga medis. Diagnosis ISPA dilakukan dengan menghitung napas pekerja selama 1 menit (nilai normal adalah lebih dari 16 kali/menit), pemeriksaan keberadaan sekret atau edema dalam lubang hidung, pemeriksaan tenggorokan dan tonsil, pemantauan faring untuk melihat ada atau tidak adanya flika merah, granula, dan sekret. Selain itu, penampakan luar paru-paru juga diperiksa, untuk melihat eksistensi tulang-tulang pernapasan saat bernapas. Auskultasi juga dilakukan dengan menggunakan stetoskop untuk memantau kondisi saat proses bernapas. Pada proses pengambilan napas diperhatikan ada atau tidak adanya bunyi. Jika ada, dinamakan ronki basah yang disebabkan oleh lendir di saluran napas. Proses mengeluarkan napas juga diperhatikan untuk memastikan ada atau tidak adanya *wheezing*, yaitu hembusan yang memanjang disertai bunyi "ngik" yang menunjukkan adanya sumbatan di organ pernapasan, ronki kering, dan slem (dahak).

Hasil dan Pembahasan

Di Kabupaten Bogor, jumlah industri mebel dan kayu atau rotan yang berdiri secara formal berjumlah 103 unit usaha, sedangkan non formal berjumlah 75 unit usaha.¹² Di desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur terdapat 19 industri mebel informal. Lokasi industri terletak di pinggir jalan dengan jumlah pekerja 2–14 orang. Aktivitas yang dilakukan di industri mebel adalah

pemotongan kayu dengan gergaji mesin, penyerutan, pembelahan, penghalusan, pengamplasan. Semua tahapan proses menghasilkan debu kayu berukuran besar dan kecil.

Konsentrasi PM₁₀. Konsentrasi PM₁₀ di lokasi penelitian sebesar 50,3–85 µg/m³, rata-rata 70,6 µg/m³ untuk pengukuran 24 jam. Dari hasil estimasi interval, 95% diyakini konsentrasi PM₁₀ di lokasi penelitian sebesar 68,32–72,90 µg/m³ (Tabel 1). Hasil ini dibawah nilai ambang batas (NAB) zat kimia di udara tempat kerja yang ditetapkan oleh standar nasional Indonesia (SNI) untuk debu kayu (PM₁₀) sebesar 1 mg/m³ kayu lunak dan 5 mg/m³ untuk kayu keras. Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menghasilkan nilai *p* = 0,211 dengan distribusi data tidak normal. Sedangkan untuk uji Mann-Whitney didapatkan nilai *p* = 0,045 yang menyatakan adanya hubungan yang bermakna.

Suhu ruangan kerja. Dari hasil estimasi interval, 95% diyakini suhu ruang kerja di lokasi penelitian berkisar antara 31,60–31,99 °C (Tabel 1). Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menghasilkan nilai *p* = 0,191 dengan distribusi

data tidak normal. Pada uji Mann-Whitney, didapatkan nilai *p* sebesar 0,027 yang menyatakan hubungan yang bermakna (Table 2 dan Tabel 3).

Kelembaban ruang kerja. Hasil estimasi interval menyimpulkan 85% diyakini kelembaban ruang kerja di lokasi penelitian sebesar 69,75–70,99 (Tabel 1). Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menghasilkan nilai *p* = 0,107 dengan distribusi data tidak normal. Sedangkan pada uji Mann-Whitney, didapatkan nilai *p* sebesar 0,563 yang menyatakan hubungan yang tidak bermakna.

Kecepatan angin. Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menghasilkan nilai *p* = 0,171 dengan distribusi data tidak normal. Pada uji Mann-Whitney, didapatkan nilai *p* sebesar 0,456 yang menyatakan hubungan yang tidak bermakna.

Masa kerja. Dari hasil estimasi interval menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan nilai *p* = 0,208 dengan distribusi data tidak normal, sedangkan dengan menggunakan uji Mann-Whitney didapatkan nilai *p* value 0,010 yang menyatakan adanya hubungan yang bermakna.

Tabel 1. Distribusi Lingkungan Fisik Ruang Kerja dan Masa Kerja di Industri Mebel di Desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur 2009

Variabel	Mean	Median	Min-Maks	95% CI	SD
Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)	70,60	71,50	50,3-85,00	68,32-72,90	0,011
Suhu (°C)	31,80	31,80	30,3-33,50	31,60-31,99	0,961
Kelembaban (%)	70,50	70,50	64,4-75,20	69,75-70,99	3,099
Kecepatan angin (m/det)	0,95	0,95	0,85- 1,11	0,89- 0,98	0,079
Masa kerja (tahun)	4,00	4,00	1-24	5,08- 7,34	5,639

Tabel 2. Distribusi ISPA dan Karakteristik Pekerja Mebel di Desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur 2009

Variabel	n (%)
<i>ISPA</i>	
Mengalami ISPA	43 (43,9)
Tidak Mengalami ISPA	55 (56,1)
<i>Penggunaan APD</i>	
Menggunakan APD	18 (18,4)
Tidak menggunakan APD	80 (81,6)
<i>Kebiasaan Merokok</i>	
Merokok	88 (89,8)
Tidak Merokok	10 (10,2)
<i>Jumlah Rokok</i>	
≥12 batang per hari	54 (61,36)
<12 batang per hari	34 (38,64)
<i>Masa Merokok</i>	
≥5 tahun	71 (80,68)
<5 tahun	17 (19,32)

Tabel 3. Hasil Analisis Mann-Whitney Lingkungan Fisik Ruang Kerja dan Masa Kerja dengan ISPA pada Pekerja Mebel di Desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur 2009

Variabel	Peringkat Rerata	Mann-Whitney	Z	Nilai <i>p</i>
Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)	56,00	903,0	-2,007	0,045*
Suhu (°C)	56,64	875,0	-2,211	0,027*
Kelembaban (%)	51,37	1102,0	-0,578	0,563**
Kecepatan Angin (m/det)	47,09	1079,0	-0,745	0,456**
Masa kerja (tahun)	57,81	825,0	-2,587	0,010*

Keterangan:
 Z = deviasi standar norma
 * = signifikan
 ** = tidak signifikan

Tabel 4. Hubungan Penggunaan APD dan Kebiasaan Merokok dengan ISPA pada Pekerja Industri Mebel di Desa Cilebut Barat dan Cilebut Timur 2009

Variabel	Kejadian ISPA		p	OR	95% CI
	ISPA n (%)	Tidak ISPA n (%)			
<i>Penggunaan APD</i>					
Tidak menggunakan	42 (52,2)	38 (47,5)	0,001	18,789	2,39-148,010
Menggunakan	1 (5,6)	17 (94,4)			
<i>Kebiasaan Merokok</i>					
Merokok	42 (47,7)	46 (52,3)	0,039	8,217	0,998-67,637
Tidak merokok	1 (10,0)	9 (90,0)			
<i>Jumlah Rokok</i>					
≥12 batang/hari	35 (64,8)	19 (35,2)	0,000	7,105	2,610-19,343
<12 batang/hari	7 (20,6)	27 (79,4)			
<i>Masa Merokok</i>					
≥5 tahun	39 (54,9)	32 (54,1)	0,013	5,688	1,502-21,541
<5 tahun	3 (17,6)	14 (82,4)			

Ket. OR = *odd ratio*CI = *confident interval* (derajat kepercayaan)

Hubungan konsentrasi PM₁₀ dengan ISPA. Konsentrasi PM₁₀ yang tinggi berhubungan dengan kejadian ISPA. PM₁₀ ditemukan pada proses pengerjaan industri mebel ataupun dapat juga ditemukan pada pemakaian bahan bakar di rumah.¹³⁻¹⁵ Partikel PM₁₀ terdiri dari partikel kompleks berukuran 0,1 µm–10 µm, mencakup semua ukuran virus (0,1 µm–1 µm) dan bakteri (0,5 µm–5 µm). Patogen tersebut melayang bebas dan dapat berpindah tempat di udara.¹⁶ Penemuan terbaru menyatakan pajanan debu jangka pendek berhubungan dengan dampak kesehatan walaupun dalam konsentrasi yang rendah ≤100 µg/m³.⁸ Dalam penelitian ini ditemukan bahwa rata-rata konsentrasi PM₁₀ sebesar 70,60 µg/m³ mengakibatkan ISPA pada pekerja industri mebel. PM₁₀ merupakan salah satu oksidan pencemar yang dapat dihisap oleh saluran pernapasan. Oksidan adalah bahan kimia elektrofilik yang dapat memindahkan elektron dari berbagai molekul dan menghasilkan oksidasi dari molekul-molekul tersebut. Oksidan dapat merusak sel tubuh melalui sel parenkim paru, baik sel-sel alveolus maupun matriksnya.

Hubungan suhu ruang kerja dengan ISPA. Suhu yang rendah dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer terperangkap dan tidak menyebar karena peningkatan suhu dapat mempercepat reaksi kimia perubahan suatu polutan udara. Pada penelitian ini dihasilkan bahwa suhu ruang kerja berhubungan dengan ISPA. Suhu udara rata-rata penelitian sebesar 31,8 °C. Suhu ruang kerja yang sesuai dengan standar sebesar 18 °C–28 °C pada Kepmenkes No. 1405/Menkes/SK/XI/02.¹⁷ Hal ini dapat dikatakan bahwa suhu ruang kerja di lokasi penelitian adalah tinggi. Tingginya suhu udara akan menyebabkan partikel debu (PM₁₀) bertahan lebih lama di udara sehingga memungkinkan terhisap oleh pekerja besar. Hal itu yang menjadikannya faktor risiko terjadinya ISPA.

Hubungan kelembaban ruang kerja dengan ISPA.

Kelembaban ruang kerja berhubungan dengan ISPA pada pekerja.^{14,18} Udara yang lembab menyebabkan bahan pencemar berbentuk partikel dapat berikatan dengan air di udara sehingga membentuk partikel yang berukuran lebih besar. Partikel tersebut mudah mengendap.¹⁹ Kelembaban di lokasi penelitian sebesar 70,4%, yang berarti tidak memenuhi syarat kelembaban ruang kerja sebesar 40-60%.¹³ Kelembaban yang tinggi di ruang kerja dapat disebabkan oleh adanya penumpukan sisa barang bekas pakai produksi di lokasi kerja yang secara tidak langsung menghambat sirkulasi udara.

Hubungan kecepatan angin dengan ISPA.

Kecepatan angin tidak berhubungan dengan ISPA. Hubungan tidak bermakna kemungkinan disebabkan oleh adanya gerak partikel debu yang mengikuti turbulensi udara sehingga konsentrasi debu tidak tersebar secara merata.¹⁷ Kondisi fisik bangunan setengah terbuka diperkirakan dapat menimbulkan gerakan angin yang cukup tinggi.

Hubungan masa kerja dengan ISPA.

Masa kerja berhubungan dengan ISPA. Pekerja yang bekerja ≥10 tahun lebih berisiko terkena ISPA dibandingkan dengan pekerja yang bekerja <10 tahun. Masa kerja dapat meningkatkan lamanya pekerja terpajan dengan PM₁₀. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata waktu kerja selama 9–0 jam/hari selama 7 hari dalam satu minggu. Lamanya bekerja umumnya 6–8 jam/hari dan 40 jam dalam satu minggu atau 5–6 hari dalam satu minggu.²⁰

Hubungan penggunaan alat pelindung diri dengan kejadian ISPA.

Dari 43 pekerja mebel yang mengalami ISPA, hampir semua pekerja tidak menggunakan APD, seperti masker atau penutup hidung yang lain. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara,

penggunaan masker selama kerja dapat mengganggu kenyamanan pekerja. Pekerja di lokasi penelitian hanya menggunakan masker jika kayu yang diolah berupa kayu kering oven karena debu dari kayu tersebut lebih tajam mempengaruhi mata dan pernapasan.

Hubungan kebiasaan merokok dengan ISPA. Hasil penelitian menunjukkan risiko terjadinya ISPA pada pekerja mebel yang merokok di daerah penelitian jumlahnya lebih besar. Hasil statistik juga menunjukkan hubungan antara jumlah rokok yang dihisap per hari dengan ISPA dan hubungan masa merokok dengan

kejadian ISPA (Tabel 4). Rokok meningkatkan kelainan paru. Asap rokok menyebabkan iritasi persisten pada saluran pernapasan, perubahan struktur jaringan paru-paru. Dengan perubahan anatomi saluran pernapasan akan timbul perubahan fungsi paru-paru. Hal ini menjadi dasar terjadinya obstruksi paru menahun.

Simpulan

Kehadiran PM₁₀ sebagai hasil buangan proses produksi dan aktivitas industri berhubungan dengan kejadian ISPA. Hal tersebut didukung dengan kondisi lingkungan kerja yang tidak sesuai dengan syarat kesehatan dan kebiasaan pekerja. Dengan penelitian ini diharapkan ada kerja sama lintas sektoral untuk menurunkan angka kejadian ISPA di Desa Cilebut. Puskesmas dapat melakukan pemeriksaan PM₁₀ terhadap pekerja industri mebel secara berkala serta mengadakan penyuluhan untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran pemilik usaha dan pekerja. Dinas kesehatan dapat melakukan pemantauan terhadap kondisi tempat kerja, sanitasi, dan keselamatan kerja. Pemilik usaha dapat melakukan pengaturan ruang kerja untuk menciptakan ruang kerja yang sesuai dengan standar ruang kerja sehat, menyediakan APD berupa masker dan mewajibkan pekerja memakai APD saat pekerjaan berlangsung. Untuk pengembangan ilmu, penelitian tentang PM₁₀ dan kejadian ISPA perlu dilakukan di lokasi penelitian yang lain dengan tujuannya untuk didapatkan hasil yang lebih baik dan spesifik.

Daftar Acuan

- Mulia RM. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2005.
- Das M, *et al.* Distribution of PM_{2.5} and PM_{10-2.5} in PM₁₀ Fraction in Ambient Air due to Vehicular Pollution in Kolkata Megacity. *Environ. Monit. Assess.* 2006; 122:111-123.
- Fischer *et al.* PM₁₀ Emissions Caused by the Woodworking Industry in Switzerland. *Eur. J. Wood Wood Prod.* 2005; 63:245-250.
- Osman E, Kayihan P. Occupational Exposure to Wood Dust and Health Effects on the Respiratory System in A Minor Industrial Estate in Bursa/Turkey. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 2009; 22(1):43-50.
- Weinmayr G, *et al.* Short-Term Effects of PM₁₀ and NO₂ on Respiratory Health among Children with Asthma or Asthma-like Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ. Health Perspect* 2010; 181(4):449-457.
- Bernstein, *et al.* The Health Effects of Nonindustrial Indoor Air Pollution. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2008; 121:585-591.
- Kusnoputranto H. *Pengantar Toksikologi Lingkungan*. Jakarta: UI Press, 2000.
- Air Quality Guidelines for Europe, Regional Publications European Series. 2nd ed. *World Health Organization* 2005. Report No. 91.
- Departemen Kesehatan RI. *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Indonesia Tahun 2007*, Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008.
- Departemen Kesehatan RI. *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Provinsi Jawa Barat Tahun 2007*, Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008.
- UPF Puskesmas Cilebut. *Laporan Tahunan Tahun 2008*, 2008.
- Profil Investasi Bidang Industri dan Perdagangan. Pemerintah Kota Bogor Industri. (internet) 2007 [diakses 15 November 2010]. Tersedia di: http://kotabogor.go.id/index.php?option=com_content&task=view&task=view&id=3231&Itemid=693.
- Ezzati M. Quantifying the Effects of Exposure to Indoor Air Pollution from Biomass Combustion on Acute Respiratory Infections in Developing Countries. *Environ. Health Perspect.* 2001; 109:481-488.
- Wijayanto A. *Pajanan PM₁₀ dan Kejadian Gejala ISPA Pada Pekerja Pabrik Pembuatan Batako di Kabupaten Banyuwangi tahun*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, 2008.
- Balakrishnan, *et al.* Daily Average Exposures to Respirable Particulate Matter from Combustion of Biomass Fuels in Rural Households of Southern India. *Environ. Health Perspect* 2002; 110(11):1069-1075.
- Lai, *et al.* Outdoor Environments and Human Pathogen in Air. *Environ. Health* 2009; 8(1):S1-15.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/02 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. Departemen Kesehatan RI. Jakarta. 2002.
- Purnomo A. *Pajanan Debu Kayu (PM₁₀) dan Gejala Penyakit Saluran Pernapasan pada Pekerja Mebel Sektor Informal di Kota Pontianak Kalimantan Barat*. Tesis. Program Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, 2007.

19. Mukono HJ. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya: Airlangga University Press, 2003.
20. Suma'mur. *Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Gunung Agung, 1995.