

# KARAKTERISTIK, PERILAKU, FUNGSI PARU PEKERJA DAN KADAR PM<sub>2,5</sub> DI INDUSTRI RUMAH TANGGA CECEK KABUPATEN SIDOARJO

## *Characteristic, Behaviour, Lung Function of Workers and PM<sub>2,5</sub> Concentration in Cecek Home Industry Sidoarjo Regency*

Zuhrida Aulia dan R. Azizah

Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Airlangga

[zuhrida.aulia@gmail.com](mailto:zuhrida.aulia@gmail.com)

**Abstrak:** PM<sub>2,5</sub> sebagai salah satu parameter pencemaran udara dapat berasal dari pembakaran kayu. Dampak negatif bagi kesehatan dari pajanan PM<sub>2,5</sub> ini adalah timbulnya gangguan fungsi paru. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik, perilaku, fungsi paru pekerja dan kadar PM<sub>2,5</sub> di industri rumah tangga cecek Desa Katerungan Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini dilaksanakan dengan rancangan *cross sectional*. Besar sampel yang digunakan adalah *total population* yaitu sebanyak 10 orang. Kadar PM<sub>2,5</sub> di udara dalam ruang area produksi dan gudang diukur menggunakan EPAM 5000 dan fungsi paru pekerja diukur menggunakan spirometer. Karakteristik dan perilaku pekerja dianalisis secara deskriptif kuantitatif terhadap fungsi paru. Karakteristik pekerja yang diteliti adalah usia, masa kerja, riwayat penyakit dan status gizi. Perilaku pekerja yang diteliti adalah kebiasaan merokok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar PM<sub>2,5</sub> baik di area produksi dan gudang memenuhi baku mutu (< 10 mg/m<sup>3</sup>). Sebanyak 40% pekerja area produksi dan 80% pekerja gudang mengalami gangguan fungsi paru. Kesimpulan yang dapat ditarik adalah gangguan fungsi paru pekerja di industri rumah tangga cecek bukan disebabkan karena pajanan PM<sub>2,5</sub> namun karena faktor masa kerja, riwayat penyakit, status gizi, lama merokok, dan banyak rokok yang dihisap per hari. Karena gangguan fungsi paru lebih banyak dialami oleh pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun, memiliki riwayat penyakit pernapasan, memiliki status gizi kurus, merokok lebih dari 5 tahun dan menghabiskan rokok lebih dari 1 pak per hari. Saran yang dapat diberikan adalah pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru sebaiknya melakukan diagnosis dan terapi lanjutan, serta mengurangi rokok yang dihisap per hari. Untuk pemilik industri rumah tangga sebaiknya mewajibkan penggunaan masker saat bekerja.

**Kata kunci:** PM<sub>2,5</sub>, fungsi paru, industri rumah tangga cecek

**Abstract:** PM<sub>2,5</sub> as one of the air pollutions parameters can be derived from burning wood. Negative impact from PM<sub>2,5</sub> exposure on health are impaired lung function. This study was conducted to analyze characteristics, behaviors, lung function of workers and PM<sub>2,5</sub> concentration in cecek home industry Katerungan Village, Krian District of Sidoarjo Regency. This research used cross sectional design with total population, 10 workers. Indoor PM<sub>2,5</sub> concentration in production area and warehouse space were measured using EPAM 5000 and workers lung function was measured using spirometry test. Individual characteristics and behaviors of workers were analysed using descriptive quantitatively to lung function. Individual characteristics variable consists of age, job tenure, medical history and BMI. Behavioral variables focus on smoking habit. The result of this research showed that PM 2.5 concentration in production area and warehouse space still under the environmental quality standards (< 10 mg/m<sup>3</sup>). 40% workers in production area and 80% workers in warehouse space got impaired lung function. We can conclude that impaired lung function of workers in cecek home industry Katerungan Village, Krian District of Sidoarjo Regency is not caused of PM<sub>2,5</sub> exposure, but job tenure, medical history, BMI, smoking habit for more than 5 years and more than 1 pack per day. Impaired lung function more likely happen to worker with job tenure more than 5 years, having historical respiration disease, having wasted nutritional status and have been smoked more than 5 years and more than 1 pack per day. The suggestion is that workers with impaired lung function should have advanced diagnosis and therapy. For the owner of a home industry, should require his workers wearing masks at work place.

**Keywords:** PM<sub>2,5</sub>, lung function, cecek home industry

## PENDAHULUAN

Aktivitas pembangunan industri yang semakin meningkat memiliki konsekuensi yaitu meningkatnya limbah yang dihasilkan oleh

industri tersebut, termasuk limbah udara yang dapat mengubah kualitas udara ambien maupun udara dalam ruangan (*indoor*) (Mukono, 2011). Beberapa parameter pencemar udara yaitu Sulfur dioksida, Karbon monoksida, Nitrogen dioksida,

Ozon, Hidrokarbon, Klorin, Timah hitam, dan partikel debu (Kementerian Kesehatan RI, 2004).

Paparan debu yang berlebih dapat berdampak pada kerusakan patologis manusia. Namun kerusakan ini tergantung dari sifat, intensitas, lama paparan, dan kerentanan individu (Ekowati, 2012). Menurut EPA (2010) dalam Putri (2012),  $PM_{2,5}$  adalah partikel debu yang berukuran  $\leq 2,5$  mikrometer atau lebih kecil  $1/30$  bagian dari diameter rambut manusia. Sumber utama  $PM_{2,5}$  adalah pembakaran, asap rokok, memasak dengan kayu bakar dan aktivitas pertanian.

Kompur dengan bahan bakar kayu dapat menghasilkan kadar PM (*particulate matter*) yang tinggi apabila dibandingkan dengan bahan bakar yang lainnya terutama LPG. Berikut perbandingan kadar PM berbagai bahan bakar:

**Tabel 1.**  
Perbandingan Kadar PM Berbagai Bahan Bakar

Parameter	LPG	Limbah Kayu
CO (ppm)	1	19
PM ( $mg/m^3$ )	1	26

Sumber: (Smith *et al.*, 2005)

Dampak PM terhadap kesehatan baik bentuk padat maupun cair bergantung pada ukurannya. Ukuran partikulat yang membahayakan bagi kesehatan tersebut umumnya berkisar antara 0,1 mikron sampai dengan 10 mikron. Ukuran PM yang kurang dari 5 mikron dapat masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli, sedangkan yang lebih besar dari 5 mikron dapat mengganggu saluran pernapasan bagian atas dan menyebabkan iritasi. Iritasi tersebut seringkali menyerang mata dan hal ini dapat menghalangi daya tembus pandang mata (Kementerian Kesehatan RI, 2004).

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, kandungan debu maksimal di dalam udara ruangan pada pengukuran rata-rata 8 jam adalah  $10 mg/m^3$ . Kadar debu yang tidak memenuhi baku mutu tersebut tentunya akan menimbulkan risiko gangguan kesehatan.

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang memiliki sektor perekonomian utama berupa industri dan jasa. Dengan 2468 industri yang tersebar di 18 Kecamatan, Kabupaten Sidoarjo menjadi

daerah dengan perkembangan perekonomian yang pesat. Kabupaten Sidoarjo mampu menarik wisatawan dengan beberapa produk tas dan koper yang menjadi unggulan daerah ini tepatnya di Kecamatan Tanggulangin (Anonim, 2013). Di samping pesatnya produk tas dan koper yang menggunakan bahan baku kulit tersebut, industri pengolahan kulit pun juga tidak sedikit jumlahnya di Kabupaten Sidoarjo.

Kabupaten Sidoarjo memiliki 13 (tiga belas) perusahaan besar dan sedang yang bergerak dalam bidang pengolahan kulit. Sedangkan perusahaan kecil yang juga bergerak di bidang yang sama, Kabupaten Sidoarjo memiliki beberapa industri rumah tangga baik yang sudah maupun belum memiliki ijin beroperasi (BPS Kab. Sidoarjo, 2013). Hasil akhir dari industri pengolahan kulit tersebut digunakan untuk berbagai industri tas dan koper, kerupuk rambak dan cecek.

Cecek adalah makanan yang berasal dari kulit sapi. Cecek sama dengan rambak, hanya saja rambak diolah dengan cara digoreng, namun cecek direbus. Sehingga, cecek sering disebut dengan rambak sayur. Kulit sapi sebagai bahan baku cecek didapat dari pengusaha kulit sapi. Salah satu proses pembuatan cecek adalah pembakaran kulit sapi untuk perontokan bulu dan perebusan kulit. Dalam proses tersebut, ada yang masih menggunakan kayu bakar. Hal tersebut merupakan sumber polutan yang dapat membahayakan kesehatan khususnya bagi pekerja.

Industri rumah tangga yang masih menggunakan bahan bakar kayu dalam proses produksinya dapat mempengaruhi kesehatan pekerja. Hal ini disebabkan karena pekerja merupakan orang yang selalu terpapar asap pembakaran kayu tersebut. Menurut Kryling, *et al* (2006) dalam Primelya, dkk. (2011), sejumlah studi menemukan bahwa terdapat hubungan antara partikulat hasil pembakaran dengan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Studi tersebut juga menghubungkan dampak tersebut dengan konsentrasi massa partikulat meliputi  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$  dan ultrafine partikel dalam angka konsentrasi. Dalam sumber yang sama juga menyebutkan bahwa proses pembakaran kayu menghasilkan tingkat pencemaran udara dalam ruang yang tinggi berupa CO dan  $PM_{2,5}$  di Guatemala dan  $PM_{2,5}$  di Meksiko.

Dalam Santiasih (2012) juga menyebutkan bahwa terdapat korelasi positif antara konsentrasi  $PM_{2,5}$  dengan gangguan pernapasan pada tenaga

kerja di dalam ruangan. Hasil pembakaran kayu bakar seperti pada proses pembuatan cecek tentunya dapat menimbulkan risiko gangguan fungsi paru bagi pekerja. Hal ini karena  $PM_{2,5}$  bersifat mudah terhirup karena ukurannya yang kecil. Selain itu, karena ukurannya tersebut  $PM_{2,5}$  dapat mencapai alveoli dan dapat mengakibatkan inflamasi pada paru-paru, pembuluh darah, bahkan hati serta organ lainnya (EPA, 2013).

Kecamatan Krian merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan ini memiliki ketinggian 12 m dari permukaan laut dan luas 32,5 km<sup>2</sup>. Dengan 19 desa dan 3 kelurahan di dalamnya, Kecamatan Krian merupakan salah satu daerah yang memiliki industri rumah tangga cecek di Kabupaten Sidoarjo. Desa Katerungan memiliki 3 (tiga) industri rumah tangga cecek dan proses pembuatan cecek di dua industri rumah tangga masih menggunakan kayu bakar. Penggunaan kayu bakar dalam proses produksi tersebut berisiko mengganggu fungsi paru pekerjanya karena setiap hari terpapar asap kayu bakar tersebut. Penelitian ini dilakukan di salah satu industri rumah tangga cecek dengan pertimbangan bahwa industri rumah tangga ini memiliki pekerja paling banyak dan paling besar daripada dua industri rumah tangga lainnya. Industri rumah tangga ini sudah memiliki ruang yang terpisah antara area produksi dan gudang penyimpanan cecek. Selain itu, bakar yang digunakan dalam proses produksi menggunakan kayu sehingga berpotensi menimbulkan polutan udara berupa  $PM_{2,5}$ . Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik, perilaku, fungsi paru pekerja dan kadar  $PM_{2,5}$  di industri rumah tangga cecek tersebut.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di industri rumah tangga cecek milik Bp. H. Muzaki di Desa Katerungan, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo. Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional dan merupakan penelitian lapangan. Berdasarkan waktunya, penelitian ini menggunakan rancangan studi *cross sectional*, sedangkan berdasarkan sifat dan analisis masalahnya, penelitian ini termasuk deskriptif kuantitatif. Waktu penelitian adalah bulan Oktober 2013 hingga Mei 2014.

Populasi meliputi seluruh pekerja industri rumah tangga cecek milik Bp. H. Muzaki yaitu sebanyak 10 orang yang terbagi menjadi 5 pekerja

area produksi dan 5 pekerja gudang. Pengukuran  $PM_{2,5}$  dilakukan menggunakan EPAM 5000 yang diletakkan di area produksi dan gudang pada tiga waktu yaitu sebelum, saat, dan setelah proses produksi. Masing-masing pengukuran  $PM_{2,5}$  dilakukan selama 30 menit menggunakan EPAM5000. Sedangkan fungsi paru pekerja diukur menggunakan spirometri. Fungsi paru dikatakan normal apabila nilai %FVC ( $FVC/pred$ )  $\geq 80$  dan %FEV ( $FEV1/FVC$ )  $\geq 75$ . Sedangkan gangguan restriksi apabila %FVC ( $FVC/pred$ )  $< 80$  dan %FEV ( $FEV1/FVC$ )  $\geq 75$ . Gangguan fungsi paru obstruksi pada pekerja terjadi apabila nilai %FVC ( $FVC/pred$ )  $\geq 80$  dan %FEV ( $FEV1/FVC$ )  $< 75$ . Untuk karakteristik dan perilaku individu diukur menggunakan kuisisioner.

Karakteristik yang diukur adalah usia, masa kerja, riwayat penyakit, dan status gizi. Usia yang dimaksud dalam penelitian ini adalah jumlah tahun dari kelahiran pekerja hingga saat penelitian berlangsung (umur dalam tahun). Variabel usia dikategorikan menjadi 15–24 tahun, 25–34 tahun, 35–44 tahun. Sedangkan masa kerja adalah lama pekerja tersebut bekerja di industri rumah tangga cecek dalam hitungan tahun yang dikelompokkan menjadi  $< 5$  tahun, 5 tahun, dan  $> 5$  tahun.

Untuk variabel riwayat penyakit, yang dimaksud dalam penelitian ini adalah beberapa penyakit pernapasan seperti gangguan paru sebelum berusia 16 tahun, pneumonia, bronchitis kronis, emfisema, dan asthma. Riwayat penyakit dapat diketahui menggunakan panduan kuisisioner dari ATS (*American Thoracic Society*) yang dikelompokkan menjadi ada dan tidak ada riwayat penyakit pada pekerja. Sedangkan status gizi diukur menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT), yaitu perbandingan antara berat badan dan tinggi badan<sup>2</sup> yang digolongkan menjadi kurus, normal, *overmeight*, dan *obese*. Perilaku pekerja terdiri dari kebiasaan merokok, lama merokok dan jumlah rokok yang dihisap per hari. Variabel kebiasaan merokok dikelompokkan menjadi pernah merokok, pernah merokok dan berhenti, serta tidak pernah merokok. Untuk lama merokok, dikelompokkan menjadi merokok  $< 5$  tahun, 5 tahun dan  $> 5$  tahun. Sedangkan untuk variabel jumlah rokok yang dihisap per hari, dikelompokkan menjadi  $< 1$  pak, 1 pak, dan  $> 1$  pak.

Penelitian ini sudah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dengan Nomor sertifikat kaji etik: 87-KEPK.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Industri Rumah Tangga Cecek Desa Katerungan Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo

Desa Katerungan merupakan salah satu desa yang berada di wilayah Kecamatan Krian – Kabupaten Sidoarjo. Dengan luas wilayah sebesar 66.175 Ha, Desa Katerungan terbagi menjadi 2 rukun warga (RW) yang kemudian terbagi lagi menjadi 12 rukun tetangga (RT) (BPS Kab. Sidoarjo, 2013). Di Desa Katerungan terdapat tiga industri rumah tangga cecek yang sudah lama beroperasi. Ketiga pelaku industri rumah tangga cecek itu adalah Bapak Hj. Muzaki, Bapak Baihaqi, dan Bapak Nanang.

Industri rumah tangga cecek milik Bapak Hj. Muzaki sudah berdiri selama 10 tahun dan merupakan yang terbesar di antara ketiganya. Terletak di Desa Katerungan RT 9 RW 2, jumlah karyawan yang dimiliki yaitu sebanyak 10 orang (terbagi menjadi 5 orang di area produksi dan 5 orang di area gudang). Jumlah kulit sapi yang diolah untuk menjadi cecek yaitu sebanyak 500 kg/hari. Dari 500 kg kulit sapi tersebut akan menjadi 1,5 ton cecek yang siap jual dengan harga Rp 29.000/kg.

Area industri rumah tangga cecek ini memiliki luas kurang lebih  $14 \times 10$  m yang terbagi menjadi  $7 \times 10$  m untuk area produksi dan  $7 \times 10$  m untuk gudang. Lokasi tempat ini bersifat semi terbuka, yaitu tidak ada dinding yang menutupi area produksi, tidak terdapat pintu yang menutupi area produksi dan gudang, serta atap terbuat dari asbes. Aktivitas pembuatan cecek dimulai pukul 07.00 WIB dan berakhir pada pukul 16.00 WIB. Waktu kerja para pekerja yaitu hari Senin hingga Minggu. Proses pembuatan cecek masih secara tradisional, yaitu mengandalkan panas matahari untuk penjemuran kulit sapi dan kayu bakar untuk merebus atau membakar kulit sapi. Masih belum terdapat IPAL (Instalasi Penampungan Air Limbah) untuk limbah yang dihasilkan dari proses produksi cecek, sehingga limbah yang dihasilkan langsung dialirkan menuju sungai yang berada tepat di depan industri rumah tangga cecek ini. Berdasarkan wawancara dan observasi yang dilakukan, cara pengolahan kulit sapi menjadi cecek yaitu dimulai dari penimbangan dan menghilangkan lemak yang menempel pada kulit sapi, lalu diawetkan dengan garam selama tiga hari. Setelah itu kulit sapi direndam dengan

perontok bulu. Tahap selanjutnya adalah kulit sapi dijemur, lalu dibakar atau digoreng dan direbus. Pada tahap ini, kulit sapi menjadi empuk dan dicuci sebelum dijual.

### Hasil Pengukuran Kadar $PM_{2,5}$ di Area Produksi dan Gudang

$PM_{2,5}$  diukur menggunakan EPAM5000 yang diletakkan di area produksi dan gudang pada sebelum, saat, dan setelah proses produksi. Berikut hasil pengukuran  $PM_{2,5}$  di area produksi dan gudang:

**Tabel 2.**

Kadar  $PM_{2,5}$  di Area Produksi dan Gudang Industri Rumah Tangga Cecek Bapak H. Muzaki Kabupaten Sidoarjo Tahun 2014

Tempat Pengukuran	Sebelum Proses	Saat Proses	Setelah Proses
Area Produksi	0,301 mg/ m <sup>3</sup>	0,481 mg/ m <sup>3</sup>	0,387 mg/ m <sup>3</sup>
Gudang	0,233 mg/ m <sup>3</sup>	0,396 mg/ m <sup>3</sup>	0,340 mg/ m <sup>3</sup>

Tabel 2. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar  $PM_{2,5}$  di ketiga waktu pengukuran. Terjadi peningkatan kadar  $PM_{2,5}$  dari sebelum hingga saat proses produksi. Setelah itu terjadi penurunan dari saat hingga setelah proses produksi. Kadar tertinggi  $PM_{2,5}$  yaitu sebesar 0,481 mg/m<sup>3</sup>, yang terukur di area produksi pada saat proses produksi. Hal ini dikarenakan pada saat proses produksi terjadi proses perebusan kulit sapi hingga berjam-jam menggunakan bahan bakar kayu. Bahan bakar kayu akan menghasilkan kadar  $PM_{2,5}$  yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan bahan bakar lainnya (Smith, *et al.*, 2005).

Meskipun angka tersebut merupakan kadar  $PM_{2,5}$  yang tertinggi, hasil tersebut masih memenuhi baku mutu lingkungan Peraturan Pemerintah RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri yaitu sebesar 10 mg/m<sup>3</sup>. Area produksi yang bersifat semi terbuka menjadi salah satu penyebab rendahnya kadar  $PM_{2,5}$  yang terukur. Debu yang timbul dapat langsung terbawa angin karena dekat dengan areal persawahan.

### Karakteristik, Perilaku dan Fungsi Paru Pekerja

Karakteristik pekerja diketahui menggunakan kuisisioner. Beberapa variabel yang diteliti adalah usia, masa kerja, riwayat penyakit pernapasan,

dan status gizi. Berikut tabel distribusi pekerja menurut karakteristik, perilaku, dan fungsi paru pekerja di area produksi dan gudang industri rumah tangga cecek Desa Katerungan Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo

Tabel 3. menunjukkan bahwa untuk variabel usia, distribusi usia pekerja di area produksi paling banyak adalah usia 15-24 tahun dan 35-44 tahun yaitu sebanyak 40%, sedangkan distribusi usia pekerja di gudang paling banyak adalah usia 25–34 tahun yaitu sebanyak 80%. Distribusi usia pekerja di area produksi lebih merata daripada pekerja di bagian gudang. Pengkategorian usia ini didasarkan pada risiko masing-masing usia tersebut untuk mengalami gangguan fungsi paru dengan pajanan debu kayu. Tenaga kerja usia 15–25 tahun yang terpapar debu kayu akan mengalami penurunan kemampuan kerja. Sedangkan tenaga kerja yang berusia 25–35 tahun, akan menimbulkan batuk dan penurunan FEV1. Tenaga kerja yang berusia 45–55 tahun akan menderita sesak dan hiposekemia (Suma'mur, 2009). Untuk kemudahan analisis, peneliti mengelompokkan usia tersebut menjadi 15–24 tahun, 25–34 tahun, dan 35–44 tahun.

Masa kerja sebagai pekerja industri rumah tangga cecek digunakan untuk mengetahui berapa lama pekerja tersebut terpajan polutan PM<sub>2,5</sub> di lokasi tempat ia bekerja dalam hitungan tahun. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa masa kerja lebih dari 5 tahun paling banyak dimiliki oleh pekerja di bagian gudang yaitu sebanyak 100%.

Hasil penelitian terhadap riwayat penyakit menunjukkan bahwa sebanyak 60% pekerja di gudang memiliki riwayat penyakit pernapasan, sedangkan pekerja di area produksi tidak ada yang memiliki riwayat penyakit pernapasan. Berdasarkan hasil kuisisioner, pekerja di gudang tersebut mengalami bronchitis sebanyak 2 orang, dan menderita asthma sebanyak 1 orang. Hal ini juga menjadi salah satu penyebab bahwa pekerja di bagian gudang lebih banyak yang mengalami gangguan fungsi paru daripada pekerja di area produksi.

Tabel 3 menunjukkan bahwa di area produksi sebanyak 20% pekerja memiliki status gizi kurus, 40% pekerja memiliki status gizi normal, 20% pekerja memiliki status gizi *overweight*, dan 20% memiliki status gizi *obese*. Sedangkan untuk pekerja di bagian gudang, sebanyak 40% pekerja memiliki status gizi normal, dan 60% pekerja memiliki status gizi *obese*. Status gizi turut mempengaruhi fungsi paru seseorang karena

**Tabel 3.**  
Karakteristik, Perilaku, dan Fungsi Paru Pekerja di Industri Rumah Tangga Cecek Bapak H. Muzaki Kabupaten Sidoarjo Tahun 2014

Variabel	Pekerja				Total	
	Area Produksi (N = 5)		Gudang (N = 5)			
	N	%	N	%	N	%
<b>Usia (tahun)</b>						
15–24	2	40	0	0	2	20
25–34	1	20	4	80	5	50
35–44	2	40	1	20	3	30
<b>Masa Kerja</b>						
< 5 tahun	1	20	0	0	1	10
5 tahun	0	0	0	80	0	0
> 5 tahun	4	80	5	100	9	90
<b>Riwayat Penyakit</b>						
Memiliki	0	0	3	60	3	30
Tidak memiliki	5	100	2	40	7	70
<b>Status Gizi</b>						
Kurus	1	20	0	0	1	10
Normal	2	40	2	40	4	40
<i>Overweight</i>	1	20	3	60	4	40
<i>Obese</i>	1	20	0	0	1	10
<b>Kebiasaan Merokok</b>						
Merokok	5	100	4	80	9	90
Pernah merokok dan berhenti	0	0	1	20	1	10
Tidak merokok	0	0	0	0	0	0
<b>Lama Merokok</b>						
< 5 tahun	1	20	0	0	1	11,1
5 tahun	0	0	0	0	0	0
> 5 tahun	4	80	4	100	8	88,9
<b>Banyak Rokok</b>						
< 1 pak	0	0	0	0	0	0
1 pak	3	75	2	40	5	55,6
> 1 pak	1	25	3	60	4	44,4
<b>Fungsi Paru</b>						
Normal	3	60	1	20	4	40
Tidak normal	2	40	4	80	6	60

berkaitan dengan kapasitas napas seseorang (Kusumawanto, 2011). Pengukuran berat badan dan tinggi badan pekerja di industri rumah tangga cecek dilakukan sebelum pekerja melakukan tes spirometri. Selanjutnya, hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan langsung dikonversi menjadi status gizi. Hasil perhitungan status gizi pada pekerja menunjukkan bahwa sebanyak 60% pekerja di bagian gudang memiliki status gizi *overweight*.

Perilaku pekerja yang diteliti adalah kebiasaan merokok, yang di dalamnya meliputi lama merokok dan jumlah rokok yang dihisap per hari. Tabel 3, menunjukkan bahwa seluruh pekerja di area produksi merokok (100%), pekerja bagian gudang sebanyak 80% pekerja merokok dan 20% pekerja pernah merokok namun berhenti karena menderita penyakit bronchitis. Selain kebiasaan merokok, lama merokok juga diteliti. Sebanyak 80% pekerja di area produksi dan 100% pekerja di bagian gudang sudah merokok selama lebih dari 5 tahun. Untuk jumlah rokok yang dihisap per hari juga diteliti, pekerja di area produksi lebih banyak yang menghisap rokok 1 pak per hari yaitu sebanyak 60%. Sedangkan pekerja di gudang lebih banyak yang menghisap rokok > 1 pak per hari yaitu sebanyak 75%. Hal ini juga memicu adanya gangguan paru pada pekerja.

Tabel 3, menunjukkan bahwa pekerja di area produksi lebih banyak yang memiliki fungsi paru normal yaitu sebanyak 60%. Sedangkan pekerja di gudang lebih banyak yang memiliki fungsi paru tidak normal yaitu sebanyak 80%. Hal ini menunjukkan bahwa gangguan fungsi paru lebih banyak dialami oleh pekerja di bagian gudang daripada pekerja di area produksi. Gangguan restriksi ditandai dengan berkurangnya volume paru yang disebabkan karena bahan yang bersifat alergi seperti debu, spora dan jamur (Lestari, 2010). Adanya  $PM_{2,5}$  yang berasal dari pembakaran kayu dalam proses pembuatan cecek menjadi salah satu penyebab terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja.. Obstruksi terjadi karena penimbunan debu sehingga menimbulkan gangguan saluran napas baik struktur maupun fungsi. Dalam hal ini,  $PM_{2,5}$  dari proses pembakaran kayu pada pembuatan cecek juga menjadi salah satu penyebab gangguan paru pada pekerja. Sedangkan gangguan obstruksi restriksi (*mixed*) disebabkan karena proses patologi sehingga menyebabkan saluran napas menyempit dan volume paru mengecil. Untuk pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru, sebaiknya melakukan pemeriksaan lebih lanjut untuk menentukan pengobatan yang tepat. Untuk pekerja yang mengalami obstruksi, sebaiknya dilakukan terapi agar asma terkontrol dan pekerja yang mengalami gangguan obstruksi dan restriksi sebaiknya dilakukan diagnosa dan terapi untuk obstruksi *airway*. Selain itu, berhenti merokok penting dilakukan untuk mengurangi dampak dari gangguan paru obstruktif (Putra, dkk., 2013).

### Analisis $PM_{2,5}$ terhadap Fungsi Paru Pekerja

Tujuan umum penelitian ini adalah menganalisis kadar  $PM_{2,5}$  dan gangguan fungsi paru pada pekerja di industri rumah tangga cecek Desa Katerungan Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo. Setelah dilakukan pengukuran, kadar  $PM_{2,5}$  di area produksi dan gudang industri rumah tangga cecek masih jauh di bawah baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri yaitu sebesar ( $< 10 \text{ mg/m}^3$ ) namun sebanyak 60% pekerja memiliki fungsi paru tidak normal.

Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Bonro, dkk (2013) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kadar debu dan kapasitas paru karyawan PT Eastern Pearl Flour Mills Makassar. Namun walaupun masih memenuhi baku mutu, pajanan  $PM_{2,5}$  selama bertahun-tahun juga dapat menyebabkan risiko gangguan fungsi paru dan penyakit pernapasan lainnya. Hal ini dikarenakan  $PM_{2,5}$  merupakan salah satu partikulat yang dapat masuk ke dalam paru-paru (EPA, 2013). Pekerja industri rumah tangga cecek yang setiap hari berada di dekat tungku kayu bakar berisiko mengalami gangguan paru karena  $PM_{2,5}$  yang bersumber dari pembakaran kayu dapat terhirup melalui inhalasi. Seseorang yang memiliki pekerjaan dengan pajanan debu yang lebih banyak akan lebih berisiko mengalami gangguan saluran napas daripada orang yang bekerja di lingkungan dengan pajanan debu dan unsur kimia yang lebih sedikit (Rahmah, 2008). Oleh sebab itu, perlu pencegahan dari diri pekerja dengan menggunakan APD seperti masker untuk mengurangi risiko akibat pajanan  $PM_{2,5}$  tersebut.

### Analisis Karakteristik dan Perilaku terhadap Fungsi Paru Pekerja

Untuk menganalisis karakteristik, perilaku dan  $PM_{2,5}$  terhadap fungsi paru pekerja, digunakan tabulasi silang. Berikut tabel tabulasi silang karakteristik dan perilaku terhadap fungsi paru pekerja di industri rumah tangga cecek Desa Katerungan Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo.

Tabel 4, menunjukkan bahwa sebanyak 80% pekerja yang berusia 25-34 tahun mengalami fungsi paru tidak normal. Untuk variabel masa kerja dan fungsi paru, sebanyak 100% pekerja dengan masa kerja < 5 tahun memiliki fungsi paru

**Tabel 4.**

Tabulasi Silang Karakteristik dan Perilaku terhadap Fungsi Paru Pekerja di Industri Rumah Tangga Cecek Bapak H. Muzaki Kabupaten Sidoarjo Tahun 2014

Variabel	Fungsi Paru Pekerja				Total	
	Normal		Tidak Normal		N	%
	N	%	N	%		
<b>Usia</b>						
15–24	1	50	1	50	2	100
25–34	1	20	4	80	5	100
35–44	2	66,7	1	33,3	3	100
<b>Masa Kerja</b>						
< 5 tahun	1	100	0	0	1	100
≥ 5 tahun	3	33,3	6	66,7	9	100
<b>Riwayat Penyakit</b>						
Memiliki	0	0	3	100	3	100
Tidak memiliki	4	57,2	3	42,8	7	100
<b>Status Gizi</b>						
Kurus	0	0	1	100	1	100
Normal	2	50	2	50	4	100
Overweight	1	25	3	75	4	100
Obese	1	100	0	0	1	100
<b>Kebiasaan Merokok</b>						
Merokok	4	44,4	5	55,6	9	100
Pernah merokok dan berhenti	0	0	1	100	1	100
Tidak merokok	0	0	0	0	0	0
<b>Lama Merokok</b>						
< 5 tahun	1	100	0	0	1	100
≥ 5 tahun	3	37,5	5	62,5	8	100
<b>Banyak Rokok</b>						
< 1 pak	0	0	0	0	0	0
1 pak	4	80	1	20	5	100
>1 pak	0	0	4	100	4	100

normal dan 66,7% pekerja dengan masa kerja > 5 tahun memiliki fungsi paru tidak normal. Tabel 4. juga menunjukkan bahwa sebanyak 100% pekerja yang memiliki riwayat penyakit memiliki fungsi paru tidak normal. Sedangkan sebanyak 57,2% pekerja yang tidak memiliki riwayat penyakit memiliki fungsi paru normal.

Tabulasi silang kebiasaan merokok dan fungsi paru menunjukkan bahwa sebanyak 55,6% pekerja yang merokok memiliki fungsi paru tidak normal. Sedangkan dari 9 pekerja yang merokok, sebanyak 62,5% pekerja yang merokok lebih dari 5 tahun memiliki fungsi paru tidak normal. Untuk

jumlah rokok yang dihisap per hari, tabel tabulasi silang menunjukkan bahwa sebanyak 100% pekerja yang menghabiskan rokok lebih dari 1 pak per hari memiliki fungsi paru tidak normal.

Dilihat dari hasil tabel tabulasi silang antara karakteristik individu dan perilaku terhadap fungsi paru, secara deskriptif gangguan fungsi paru pada pekerja di industri rumah tangga cecek lebih banyak disebabkan karena masa kerja, riwayat pekerjaan, lama merokok, dan jumlah rokok yang dihisap per hari.

Berdasarkan hasil tabel tabulasi silang, pekerja industri rumah tangga cecek yang memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun lebih banyak yang mengalami fungsi paru tidak normal. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Laga, dkk. (2013) yang menyebutkan bahwa masa kerja berhubungan dengan kapasitas fungsi paru. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Khumaidah (2009), juga menyebutkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan gangguan fungsi paru.

Hasil tabel tabulasi silang, seluruh pekerja yang memiliki riwayat penyakit memiliki fungsi paru tidak normal. Berdasarkan hasil penelitian pada variabel riwayat penyakit pernapasan yang dimiliki pekerja di industri rumah tangga cecek, sebanyak 60% pekerja di bagian gudang memiliki riwayat penyakit bronchitis dan 20% pekerja di bagian gudang memiliki riwayat penyakit *asthma*. Penelitian yang dilakukan oleh Dharmawan (2012) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara adanya riwayat penyakit pernapasan terhadap gangguan fungsi paru pada pengantar pos di *Delivery Centre* Surabaya Utara. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Betiandriyan (2012) juga menunjukkan bahwa riwayat penyakit paru berhubungan dengan gangguan fungsi paru. Berdasarkan hasil tabulasi silang, tampak ada hubungan antara riwayat penyakit pernapasan dengan fungsi paru pada pekerja industri rumah tangga cecek.

Hasil tabel tabulasi silang antara status gizi dan fungsi paru menunjukkan bahwa gangguan fungsi paru pekerja industri rumah tangga cecek lebih banyak dialami oleh pekerja dengan status gizi kurus. Hal ini sesuai dengan penelitian Anugrah (2013) yang menunjukkan bahwa orang dengan status gizi kurus akan lebih berisiko mengalami gangguan fungsi paru. Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa tampak hubungan antara status gizi kurus dengan gangguan fungsi paru pada pekerja di industri rumah tangga cecek.

Tenaga kerja dengan riwayat merokok dan berada di lingkungan berdebu akan cenderung mengalami gangguan saluran pernapasan dibandingkan dengan tenaga kerja yang berada di lingkungan yang sama tetapi tidak merokok. Hasil tabel tabulasi silang menunjukkan bahwa gangguan fungsi paru pekerja industri rumah tangga cecek lebih banyak dialami oleh pekerja yang merokok dan lebih dari 5 tahun serta lebih dari 1 pak per hari. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Adha, dkk., (2012) yang menunjukkan bahwa kebiasaan merokok mempengaruhi terjadinya kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja. Orang yang merokok memiliki risiko 2,8 kali lebih besar mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan dengan orang yang tidak merokok.

Penelitian yang dilakukan oleh Hasty (2011), Laga, dkk. (2013) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan kapasitas vital paru seseorang. Penelitian yang dilakukan oleh Rantung (2013) juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kebiasaan merokok dengan gangguan fungsi paru pada tenaga kerja mebel. Dari hasil tabel tabulasi silang, diketahui bahwa tampak ada hubungan antara jumlah rokok yang dihisap per hari dengan gangguan fungsi paru pada pekerja di industri rumah tangga cecek.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu kadar  $PM_{2,5}$  di area produksi dan gudang masih memenuhi baku mutu lingkungan Peraturan Pemerintah RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. Hasil pengukuran fungsi paru yang dilakukan menunjukkan gangguan fungsi paru lebih banyak dialami oleh pekerja di bagian gudang. Distribusi umur di area produksi merata, sedangkan pekerja gudang mayoritas berusia 25-34 tahun. masa kerja lebih dari 5 tahun paling banyak dimiliki oleh pekerja gudang. Riwayat penyakit pernapasan paling banyak dimiliki oleh pekerja di bagian gudang dan status gizi yang paling banyak dimiliki oleh pekerja gudang adalah kurus. Gangguan fungsi paru yang terjadi pada pekerja industri rumah tangga cecek Desa Katerungan Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo bukan disebabkan karena  $PM_{2,5}$ , melainkan karena faktor masa kerja, riwayat

penyakit, status gizi, lama merokok, dan jumlah rokok yang dihisap per hari.

Saran yang dapat diberikan adalah penggunaan APD seperti masker penting dilakukan pada pekerja. Meskipun kadar  $PM_{2,5}$  yang terukur masih memenuhi baku mutu lingkungan, namun pajanan selama bertahun-tahun juga berisiko menimbulkan gangguan fungsi paru. Oleh sebab itu pemilik industri rumah tangga cecek sebaiknya mewajibkan para pekerjanya untuk menggunakan masker, sehingga dengan menggunakan masker pekerja akan dapat mengurangi kebiasaan merokok saat bekerja. Untuk pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru sebaiknya melakukan diagnosis dan terapi lanjutan sehingga tidak mengganggu produktivitas kerja para pekerja. Selain itu, kebiasaan olahraga perlu dilakukan untuk meningkatkan kapasitas fungsi paru. Diperlukan sosialisasi mengenai bahaya merokok supaya pekerja tidak merokok atau mengurangi rokok yang dihisap per hari. Hal ini perlu dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan, kesadaran dan inisiatif pekerja sendiri untuk mengurangi kebiasaan merokok mereka.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adha, R.N., dkk. 2012, Faktor yang Memengaruhi Kejadian Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengangkut Semen di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Kalimantan Timur. *Jurnal Universitas Hasanudin*. Diakses dari <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/6069/Jurnal.pdf?sequence> (sitasi tanggal 10 Februari 2014).
- American Thoracic Society. 1978. *Recommended Respiratory Disease Questionnaires for Use With Adults and Children in Epidemiological Research*. <http://www.thoracic.org/statements/resources/archive/rrdquacer.pdf> (Sitasi tanggal 10 Maret 2014).
- Anonim. 2013. Kabupaten Sidoarjo. Diakses dari <http://www.jatimprov.go.id/site/objek-wisata/kabupaten-sidoarjo/> (Sitasi tanggal 2 Desember 2014)
- Betiandriyan, B. 2012. Hubungan Faktor-Faktor Resiko Terhadap Kejadian Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Painting di PT X. *Tesis*. Semarang: Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id/37941/1/4424.pdf> (Sitasi tanggal 10 Mei 2014).
- Bonro, T.A, Russeng, S.S, Wahyu, A. 2013, *Hubungan Antara Kadar Debu dan Kapasitas Paru pada Karyawan PT Eastern Pearl Flour Mills Makassar*. *Jurnal Universitas Hasanuddin*. <http://222.124.222.229/handle/123456789/6/browse?value=kapasitas+paru&type=subject> (Sitasi tanggal 10 Mei 2014).



- BPS Kabupaten Sidoarjo. 2013. *Sidoarjo dalam Angka*. Sidoarjo: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo.
- Dharmawan, R.A. 2012. Faktor yang Memengaruhi Gangguan Fungsi Paru pada Pengantar Pos di Delivery Centre Surabaya Utara. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Ekowati, R. 2012. Analisis Risiko Paparan Debu (*Linen Dust*) terhadap Gangguan Fungsi Paru. *Tesis*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- EPA (*Environmental Protection Agency*). 2013. *Particulate Matter (PM) Research*. Diakses dari [www.epa.gov/pm](http://www.epa.gov/pm) (Sitasi tanggal 31 Januari 2014).
- Hasty, K.K. 2011. Hubungan Lingkungan Tempat Kerja dan Karakteristik Pekerja terhadap Kapasitas Vital Paru (KVP) pada Pekerja Bagian Plant PT. Sibelco Lautan Minerals Jakarta tahun 2011. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Hidayatullah. Diakses dari <http://repository.uinjkt.ac.id> (Sitasi tanggal 10 Mei 2014).
- Kementerian Kesehatan RI. 2004. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya terhadap Kesehatan*. Jakarta, Indonesia. Author.
- Khumaidah. 2009. Analisis Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Mebel PT Kota Jati Furnindo Desa Suwaal Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> (Sitasi tanggal 10 Mei 2014).
- Kusumawanto, D. 2011. Hubungan Karakteristik Tenaga Kerja Dengan Fungsi Paru (Studi di PT X Tuban). *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Laga, H, Russeng, S.S, Wahyu, A. 2013. Faktor yang Berhubungan dengan Kapasitas Paru Tenaga Kerja di Kawasan Industri Mebel Antang Makassar. *Jurnal Universitas Hasanuddin*. Diakses dari <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/6712/jurnal%20kapasitas%20paru%20fix.pdf?sequence=1>.
- Lestari, A. 2010. Pengaruh Paparan Debu Kayu terhadap Gangguan Fungsi Paru Tenaga Kerja di CV. Gion & Rahayu, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Jawa Tengah. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. Diakses dari <http://eprints.uns.ac.id/7623/1/143791308201008281.pdf> (Sitasi tanggal 8 Mei 2014).
- Mukono, H. 2011. *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Unair (AUP).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Primelya, Wisnu dan Istirokhatun. 2011. *Pengaruh Kelembaban Kayu terhadap Konsentrasi PM 2,5 dan Black Carbon: Analisis dari Skala Laboratorium dan Lapangan*. Jurnal Universitas Diponegoro. Diakses dari [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fprints.undip.ac.id%2F40905%2F1%2FJurnal\\_TA.doc&ei=QG PWUtaZNIxiAegtYCAAw&usq=AFQjCNEyy0Da oekXHMzVwl6DkOewPxPNfQ&sig2=74U0eyo7nc-FXsOMB2LddA&bvm=bv.59378465,d.aGc](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fprints.undip.ac.id%2F40905%2F1%2FJurnal_TA.doc&ei=QG PWUtaZNIxiAegtYCAAw&usq=AFQjCNEyy0Da oekXHMzVwl6DkOewPxPNfQ&sig2=74U0eyo7nc-FXsOMB2LddA&bvm=bv.59378465,d.aGc) (Sitasi tanggal 12 Januari 2014).
- Putra, IGN.P.W. dan Artika, I.D.M. 2013. *Diagnosis dan Tata Laksana Penyakit Paru Obstruktif Kronis*. Jurnal Universitas Udayana. Diakses dari <http://ojs.unud.ac.id/index.php/eum/article/download/4872/3658> (Sitasi tanggal 15 Mei 2014).
- Putri, E.P.D. 2012. Konsentrasi PM 2,5 di Udara dalam Ruang dan Penurunan Fungsi Paru pada Orang Dewasa di Sekitar Kawasan Industri Pulo Gadung Jakarta Timur Tahun 2012. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Diakses dari <http://lontar.ui.ac.id/file?file=digital/20319881-S-PDF-Eky%20Pramitha%20Dwi%20Putri.pdf> (Sitasi tanggal 1 Februari 2014).
- Rahmah, L. 2008. Gambaran Fungsi Paru Pada Pekerja CV. Silkids Garmino Tahun 2008. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Diakses dari <http://fkm.unsrat.ac.id/wp-content/uploads/2012/10/Francin-Linelejan.pdf> (Sitasi tanggal 8 Mei 2014).
- Rantung, F, Umboh, J.M.L, Lampus, B.S. 2013. *Hubungan Lama Paparan Debu Kayu dan Kebiasaan Merokok dengan Gangguan Fungsi Paru pada Tenaga Kerja Mebel di CV. Mariska dan CV. Mercusuar Desa Leilem Kecamatan Sonder Kabupaten Minahasa*. Jurnal Universitas Sam Ratulangi. Diakses dari <http://fkm.unsrat.ac.id/wp-content/uploads/2013/08/Jurnal-Nando.pdf> (Sitasi tanggal 10 Mei 2014).
- Santiasih, I. 2012. *Paparan Partikulat (PM<sub>10</sub> dan PM<sub>2,5</sub>) Terhadap Tenaga Kerja di Dalam Ruangan*. Paper and Presentation of Environment Engineering. Diakses dari [https://www.google.com/#q=Paparan+Partikulat+\(PM10+dan+PM2%2C5\)+Terhadap+Tenaga+Kerja+di+Dalam+Ruang.+Paper+and+Presentation+of+Environment+Engineering+RTL+628.53+San+p+2012](https://www.google.com/#q=Paparan+Partikulat+(PM10+dan+PM2%2C5)+Terhadap+Tenaga+Kerja+di+Dalam+Ruang.+Paper+and+Presentation+of+Environment+Engineering+RTL+628.53+San+p+2012) (Sitasi tanggal 5 Februari 2014).
- Smith, Rogers and Cowlin. 2005. *Household Fuels and Ill-Health in Developing Countries*. Paris: World LP Gas Communication SARL. [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=ftp%3A%2F%2Fftp.fao.org%2Fdocrep%2Ffao..%2F009%2Fa0789e%2Fa0789e09.pdf&ei=91fWUteGGJGjiAff\\_IHoCA&usq=AFQjCN G4DtlwTu5kdNTyGm7H4h-6ImYkUA&sig2=f-u2ivE31pgl9gDlyc8Q7Q&bvm=bv.59378465,d.aGc](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=ftp%3A%2F%2Fftp.fao.org%2Fdocrep%2Ffao..%2F009%2Fa0789e%2Fa0789e09.pdf&ei=91fWUteGGJGjiAff_IHoCA&usq=AFQjCN G4DtlwTu5kdNTyGm7H4h-6ImYkUA&sig2=f-u2ivE31pgl9gDlyc8Q7Q&bvm=bv.59378465,d.aGc) (Sitasi tanggal 2 Januari 2014).
- Suma'mur P.K. 2009. *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Sagung Seto.