

**FAAL PARU PENDUDUK DESA TARJUN
SEKITAR PABRIK SEMEN TIGA RODA
KECAMATAN KELUMPANG SELATAN KABUPATEN KOTABARU**
*(Lung Function of Tarjun Village Inhabitants Nearby
the Tiga Roda Cement Factory Kelumpang Selatan-Kotabaru)*

Arifin^{*}, Adi Heru Sutomo^{}**

^{*}Akademi Kesehatan Lingkungan Depkes Banjarbaru

^{**}Program Studi Hiperkes-Kesehatan Kerja UGM Yogyakarta

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi debu yang terbang dari pabrik semen pada area dengan jarak 100m, 400m, 700m, dan 1000m dari pagar batas pabrik, dan mengidentifikasi factor-faktor yang berpengaruh terhadap fungsi paru dari penduduk yang tinggal dalam area tersebut. Penelitian ini dilaksanakan dengan menerapkan studi "cross-sectional", yang dilaksanakan terhadap 74 responden sebagai sample. Seluruh responden adalah ibu rumah tangga dengan kisaran umur 20-40 tahun dan tinggal di tempat tersebut sedikitnya 4 tahun. "Personal Dust Sampler" digunakan untuk mengukur debu yang ada didalam rumah.

Kuisisioner digunakan sebagai sumber informasi tambahan. "Anova, Chi-Square and Multiple Logistical Regression" digunakan untuk menganalisis data.

Penelitian ini mengindikasikan bahwa konsentrasi debu didaerah tempat tinggal telah melebihi maksimum yang ditetapkan berdasarkan SK Menteri Kesehatan No.829/MENKES/SK/VII/1999 tentang kondisi kesehatan rumah. Semakin dekat dengan tembok batas pabrik semakin tinggi konsentrasi debu. Tetapi fungsi paru para penduduk yang tinggal di berbagai jarak terhadap sumber polutan menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan.

Kata kunci: Paru, semen, debu, pernafasan

Abstract

The aim of this study is to analyze dust concentration emitted from a cement factory within the distance of 100, 400, 700, and 1000 meters from factory boundary walls, compare to the dust and to identify the factors affecting lung function of inhabitants within those areas. The research was conducted applying cross-sectional study, which was carried out towards 74 respondents as sample. All respondents are housewives with range of age 20-40 years old and have been staying in the study area for at least four years. Personal Dust Sampler was used to measure respirable dust inside the house. Questionnaires were used as additional information. Anova, and Multiple Logistical Regression were the tests used in analyzing data.

The research indicates that the dust concentration in the settlement of the study area exceeded the maximum limit. The closer to the factory wall, the higher its concentration. However, the lung functions of the inhabitant that living in various distances from the pollutants are showed in significant differences.

Key words : Lung, cement, dust, respiratory

PENGANTAR

Bila udara embien telah menurun kualitasnya maka akan membawa dampak negatif bagi kesehatan masyarakat, terutama terjadi gangguan saluran pernapasan penduduk di sekitar lokasi industri, baik bersifat akut maupun kronis. (Lippmann & Schlesinger, 1989).

Industri semen Tiga Roda merupakan salah satu industri besar andalan propinsi Kalimantan Selatan yang berlokasi di Desa Tarjun Kecamatan Kelumpang Selatan Kabupaten Kotabaru. Industri ini berdiri sejak tahun 1996, mulai berproduksi pada awal tahun 1998 dan dikelola oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (ITP) dengan kemasan produksinya merk Tiga Roda.

Menurut laporan penelitian Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL) Kantor Wilayah Departement Kesehatan Propinsi Kalimantan Selatan tahun 1999, rata-rata kadar debu ambient di desa Tarjun adalah $0,611 \text{ mg/m}^3$ di permukiman arah barat dan $0,333 \text{ mg/m}^3$ di arah timur, 91,75% Kepala Keluarga menyatakan gangguan debu pada lingkungan permukiman, terutama pada petang dan malam hari (Anhar, *et al*, 1999).

Pajanan debu pada penduduk secara terus-menerus dapat menimbulkan reaksi paru, sehingga terbentuk jaringan parut (fibrosis) dan berakibat terjadinya kelainan paru yaitu restriktif (Yunus, 1997). Adanya keluhan gangguan debu di lingkungan permukiman desa Tarjun pada berbagai jarak pencemaran dan beragamnya kualitas rumah penduduk perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui gangguan debu tersebut terhadap faal paru serta faktor-faktor lain yang mempengaruhinya.

Semen buatan dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu *semen Portland* dengan kandungan silika tinggi, dan *semen aluminat* dengan kandungan oksida aluminat tinggi (Gates, 1990).

Pneumokoniosis yang dijumpai di daerah industri adalah *silicosis* dengan masa

inkubasi antara 2-4 tahun, tergantung konsentrasi debu di udara dan jumlah yang dihisap oleh saluran pernapasan (Wadhana, 1995).

Menurut WHO (1989) partikel-partikel debu yang dapat dihirup oleh pernapasan manusia mempunyai ukuran $0,1-10 \mu$. Partikel debu ini akan berada di atmosfer sebagai *suspended particulate matter* dan mempunyai kesempatan besar untuk merusak paru-paru melalui pernapasan.

Menurut Mukono (2000) meningkatnya kadar bahan polutan di dalam ruangan selain dapat berasal dari penetrasi polutan dari luar ruangan, dapat pula berasal dari sumber polutan di dalam ruangan.

Berdasarkan Keputusan Menkes RI Nomoer 829/MENKES/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan, dijelaskan bahwa kualitas udara ambient di lingkungan perumahan untuk parameter partikel debu diameter $<10 \mu\text{g}$ serta debu didalam rumah tidak lebih dari $150 \mu\text{g/m}^3$. Disebutkan pula bahwa persyaratan luas penghawaan atau ventilasi alamiah yang permanen minimal 10% dari luas lantai.

Pengukuran faal paru dilakukan dengan alat spirometer. Dari pengukuran spirometrik dapat ditentukan gangguan fungsional ventilasi seseorang yaitu gangguan faal paru obstruktif dan restriktif (Amin, 1997).

Menurut penelitian *Tim Pneumobile Project Indonesia* tahun 1992 dengan rekomendasi dari *American Thoracic Society (ATS)* didapatkan rumus nilai normal paru orang Indonesia. Untuk wanita rumusnya adalah sebagai berikut (Alsagaff & Mangunegoro, 1993) :

- 1) FEV_1 (liter) = $-2,39380 + 0,01684 \times \text{Umur} + 0,02935 \times \text{TB} + 0,85319 \times \text{C} - 0,03894 \times (\text{C} \times \text{Umur}) \pm 0,27248$.
- 2) FVC (liter) = $-3,37068 + 0,02824 \times \text{Umur} + 0,03583 \times \text{TB} + 1,00051 \times \text{C} - 0,04546 \times (\text{C} \times \text{Umur}) \pm 0,30431$
- 3) Rasio FEV_1/FVC (%) = $97,894444 - 0,31804 \times \text{Umur} \pm 5,75235$.

Keterangan :

Umur dalam satuan tahun

Umur \geq 21 tahun, C = 1

Umur < 21 tahun, C = 0

TB = tinggi badan, dalam satuan cm.

Faktor yang mempengaruhi nilai faal paru seseorang (Alsagaff & Mangunegoro, 1993), antara lain : postur tubuh, lingkungan dimana dia bertempat tinggal, etnis/suku bangsa, dan nutrisi. Lum Esther (1997) berpendapat bahwa faktor yang mempengaruhi nilai normal paru FEV₁ dan FVC dalam suatu populasi studi adalah : ras, tinggi badan, umur dan gender.

CARA PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan studi *cross-sectional*. Populasi adalah semua ibu rumah tangga yang tinggal di desa Tarjun Kec. Kelumpang Selatan minimal selama 4 tahun dan berusia 20 – 40 tahun. Teknik sampel dengan *stratified random sampling*, dengan menstratifikasi populasi berdasarkan jarak permukiman dengan pagar tembok pabrik semen yang diduga sebagai sumber pencemar. Dari penetapan besar sampel diperoleh 74 ibu rumah tangga sebagai sampel.

Pengukuran debu respirabel di dalam rumah diambil sesuai jumlah dan lokasi sampel (ibu rumah tangga) yaitu sebanyak 74 sampel serta diambil 4 titik lokasi sampel debu ambient (debu total) pada lokasi yang berjarak 100, 400, 700 dan 1000 m dari pagar pabrik semen.

Pengumpulan data awal untuk mengetahui lokasi, jumlah ibu rumah tangga yang berusia 20 – 40 tahun, prevalensi gangguan pernapasan/paru klinis, persiapan peralatan dan instrumen, tenaga pengukur, pengumpul data, jadwal dan pembiayaan.

Pengukuran debu dalam ruangan (debu respirabel) menggunakan alat *Personal Dust Sampler*, dilakukan dengan kegiatan persiapan kertas filter, pengukuran dan menghitung konsentrasi debu, dengan rumus:

$$\text{mg/m}^3 = \frac{(\text{berat filter akhir} - \text{berat filter awal}) \text{ mg}}{\text{flow rate (l/menit)} \times \text{waktu pengukuran (menit)}}$$

Pengukuran debu ambient menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVS), dilakukan sama seperti pengukuran debu respirabel. Perbedaannya pada alat dan ukuran kertas filter yang digunakan serta laju hisap (*flow rate*) HVS yaitu 500 l/menit. Pengukuran debu dilakukan dalam waktu 24 jam, terbagi pada 4 periode waktu yaitu setiap 6 jam dengan lama pengamatan masing-masing 1 jam.

Pengukuran suhu dan kelembaban udara ruangan dengan alat *Psychrometer Arsmen* dan di luar ruangan menggunakan alat *Thermo* dan *Hygrometer* yaitu dengan cara menggantungkan alat tersebut pada tempat yang teduh setinggi 1 – 1,5 meter. Diamkan 10 – 15 menit, kemudian baca hasilnya.

Pengukuran arah dan kecepatan angin dilakukan dengan cara mengacungkan alat anemometer. Arahkan alat ke beberapa penjuru sehingga diperoleh angka tertinggi kecepatan angin yang dapat dilihat pada *display* yang dipegang. Kemudian baca arah angin tersebut menggunakan kompas.

Pengukuran luas ventilasi dilakukan dengan cara mengukur panjang dan lebar masing-masing ventilasi ruangan (jendela dan lubang angin) menggunakan meteran. Hitung luas masing-masing ventilasi (panjang x lebar ventilasi) dan jumlahkan luas seluruh ventilasi di ruangan (total luas ventilasi). Kemudian bandingkan total luas ventilasi dengan luas lantai ruangan (bangunan).

Pengukuran faal paru diawali dengan persiapan yang meliputi pemberian petunjuk tentang cara-cara melakukan tes faal paru, mencuci slang peniup dengan alkohol, memasang slang peniup dan kertas pencatat pada spirometer, mencatat nama dan umur, pengukuran berat dan tinggi badan. Kemudian pelaksanaan uji spirometer dengan cara slang peniup dimasukkan ke dalam mulut dengan posisi subyek berdiri tegak.

Untuk pengukuran FVC dan FEV₁ sampel menarik napas dalam-dalam kemudian menghebuskannya kuat-kuat melalui slang spirometer sampai habis. Perlakuan ini diulangi sampai 3 kali. Dari 3 kali pengulangan, gunakan angka yang tertinggi/angka terbaik (Alsagaff & Mangunnegoro, 1993).

Analisis data dilakukan dengan cara manual dan menggunakan komputer program SPSS for Windows "95". Data kualitas udara digambarkan secara deskriptip yaitu membandingkan dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 829/MENKES/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan. Demikian pula dengan data seperti suhu, kelembaban, arah dan kecepatan angin serta data responden dan data lingkungan digambarkan secara deskriptip. Analisis analitik dilakukan dengan tes Anova, X² (*Chi Square*), Uji Regresi Logistik Ganda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Debu

Data rerata konsentrasi debu respirabel dan debu total di permukiman desa Tarjun dapat dilihat pada tabel 1.

Pada jarak pencemar 100 m rerata konsentrasi debu respirabel terbesar yaitu 810,84 µg/m³. Sedangkan pada permukiman

yang berjarak 1000 m dari tembok pabrik rerata konsentrasi debu respirabel 192,35 µg/m³.

Analisa statistik di peroleh p = 0,000 dan regresi logistik (p=0,003). Disimpulkan bahwa konsentrasi debu respirabel yang tinggi berpengaruh terhadap faal paru.

Lestasi (2000), menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara debu tinggi dengan terjadinya kelainan faal ventilasi paru. Alsagaff & Mangunnegoro (1993) menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi nilai faal paru seseorang antara lain lingkungan tempat tinggal. Demikian pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Wang, *et al.*, (1999) di Cina menunjukkan bahwa partikel debu dan SO₂ secara signifikan menurunkan fungsi faal paru pada orang dewasa yang tidak merokok.

Debu total di luar rumah juga menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi sesuai dengan jauhnya jarak dengan pagar tembok pabrik. Pada jarak pencemar 100 m, rerata debu total 213,41 µg/m³ dan pada 1000 m adalah 168,05 µg/m³. Konsentrasi debu total selain dipengaruhi oleh jarak pencemar, ternyata dipengaruhi pula oleh arah dan kecepatan angin. Hasil pengukuran menunjukkan terjadinya peningkatan konsentrasi debu total jika arah angin ke selatan atau Barat Daya.

Tabel 1. Rerata Konsentrasi Debu Respirabel dan Total Berdasarkan Jarak Pencemar di Desa Tarjun Kabupaten Kotabaru Tahun 2001.

Jarak Pencemaran (m)	Rerata Konsentrasi Debu (µg/m ³)	
	Respirabel	Total
1000	192,35	168,05
700	493,33	181,83
400	728,40	215,51
100	810,84	213,41

Arah ini memang sesuai dengan posisi desa Tarjun yang berada di sebelah Selatan dan Barat Daya pabrik. Faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi debu total adalah periode pengukuran. Pada periode petang dan malam terjadi peningkatan konsentrasi debu. Peningkatan ini terjadi karena pada malam hari kecepatan angin sangat lambat sehingga debu lebih mudah mengendap.

Tingginya debu total di lingkungan dapat menyebabkan terjadinya kelainan fungsi faal paru. Kunzli, *et al.*, (2000) melakukan penelitian di Swiss menyimpulkan bahwa penurunan FVC pada responden yang bertempat tinggal di daerah yang mengalami polusi udara oleh debu total di lingkungannya. Matckovic, *et al* (1998) melakukan penelitian fungsi pernapasan pada wanita yang tidak merokok dan tidak bekerja, menyimpulkan bahwa wanita yang tinggal di daerah udara bersih fungsi faal parunya lebih baik daripada wanita yang tinggal di daerah padat industri.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan, tercantum persyaratan partikel debu yang telah ditetapkan yaitu tidak melebihi $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Berarti rerata konsentrasi debu respirabel di desa Tarjun telah melampaui batas maksimal

sampai sekitar 5,4 kali lebih tinggi dan debu total sampai sekitar 1,4 kali lebih tinggi.

Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin

Untuk mengetahui suhu, kelembaban dan kecepatan angin di dalam (*indoor*) maupun di luar rumah (*outdoor*) seperti pada tabel 2 dibawah.

Pada penelitian tentang suhu dan kelembaban tidak menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing jarak pencemar. Tetapi pada uji regresi logistik suhu memberikan pengaruhnya yang bermakna terhadap faal paru dengan nilai $p = 0,0482$.

Tinggi dan Berat Badan

Tinggi dan berat badan responden diperoleh $P > 0,05$ yang berarti tidak ada perbedaan tinggi dan berat badan yang bermakna pada jarak pencemar 100, 400, 700 dan 1000 meter. Berdasarkan distribusi responden menurut umur pada jarak pencemar yang berbeda diperoleh rerata yang berbeda secara bermakna dengan $p = 0,042$. Perbedaan umur tersebut menunjukkan bahwa semakin dekat dengan sumber pencemar, rerata umur responden semakin muda. Selanjutnya variabel umur responden dianalisis dengan regresi logistik dan diperoleh $p = 0,0620$ atau umur tidak mempunyai pengaruh langsung terhadap faal paru.

Tabel 2. Rerata suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin di Dalam (*indoor*) dan di Luar Rumah (*outdoor*) Berdasarkan Jarak Pencemar Di Desa Tarjun Kab. Kotabaru Tahun 2001

Jarak Pencemar (m)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Kelembaban (%)		Kec. Angin (m/det)	
	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor
100	28,04	25,65	76,32	85,65	0,09	0,73
700	28,10	25,85	75,83	85,78	0,09	0,80
400	28,95	26,65	75,16	86,75	0,09	0,70
100	27,36	27,20	75,21	86,45	0,09	1,20

Tabel 3. Distribusi Responden Menurut Perokok Pasif Dan Faal Paru di Desa Tarjun Kab. Kotabaru Tahun 2001

Faal Paru	Abnormal		Normal		Total	
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%
Rokok Pasif						
Risiko	19	51.4	10	27.0	29	39.2
Tidak Risiko	18	48.6	27	73.0	45	60.8
Jumlah	37	100	37	100	74	100

Jarak Pencemar

Penelitian jarak pencemar terhadap faal paru tidak menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna. Sehingga disimpulkan bahwa jarak pencemar tidak mempunyai pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap faal paru. Sebagai pembandingan, menurut Setyakusuma, *et al* (1997) pembagian lingkungan terpanjang debu di area industri baja adalah kawasan dengan radius 2,5 km dari area pusat produksi (pabrik). Sedangkan pada penelitian ini jarak terjauh hanya 1000 m.

Plapon Rumah

Analisis statistik dengan probabilitas 0,000 berarti plapon rumah mempunyai pengaruh yang berbeda secara sangat bermakna terhadap keadaan faal paru. Uji regresi logistik ganda diperoleh probabilitas 0,1131, atau plapon tidak signifikan terhadap faal paru. Secara teoritis diketahui bahwa plapon rumah selain berfungsi sebagai estetika (keindahan) dapat pula berfungsi sebagai pelindung pencemar yang berasal dari atap seperti debu.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Konsentrasi debu respirabel maupun debu total pada jarak pencemar 100, 400, 700 dan 1000 m dari pagar tembok pabrik semen telah melampaui batas maksimal yang diperkenankan oleh Keputusan Menkes. RI No. 829/

MENKES/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan.

2. Konsentrasi debu pada berbagai jarak pencemar menunjukkan perbedaan yang sangat bermakna, yaitu semakin dekat jarak pencemar maka konsentrasi debu semakin tinggi. Namun faal paru responden pada berbagai jarak pencemar tidak ada perbedaan yang bermakna.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi faal paru ibu rumah tangga di daerah penelitian adalah konsentrasi debu respirabel, rokok pasif, ventilasi dan plapon rumah serta suhu udara di dalam rumah. Uji regresi logistik menunjukkan variabel yang berpengaruh terhadap faal paru yaitu konsentrasi debu respirabel, pajanan asap rokok (perokok pasif) dan suhu udara di dalam rumah.

Beberapa saran penulis untuk mengatasi masalah tersebut adalah :

1. Untuk mengurangi tingginya konsentrasi debu di dalam rumah dapat dilakukan dengan menutup rapat seluruh ventilasi rumah pada malam hari dan membukanya pada siang hari. Rumah sebaiknya dilengkapi plapon dan ventilasi alamiah minimal 10% dari luas lantai.
2. Melakukan penghijauan/penanaman pohon di halaman rumah dan sepanjang jalan kampung.
3. Bagi penghuni rumah yang merokok, agar tidak merokok pada saat berkumpul keluarga atau hanya merokok di luar/di

teras rumah dan tidak berdekatan dengan anggota keluarga saat merokok.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsagaff, H dan Mangunegoro, H., 1993. *Nilai Normal Faal Paru Orang Indonesia pada Usia Sekolah dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi American Thoracic Society (ATS) 1987*, AUP, Surabaya.
- Alsagaff, H dan Mukty, A., 1995. *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Paru*, AUP, Surabaya.
- Amin, Muhammad., 1997. *Penyakit Paru Obstruktif Menahun : Polusi Udara, Rokok dan Alfa-I-Antitripsin*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Anhar, A.A., Santoso, I., Arjuansyah., Yordani, A., 1999. *Analisa Dampak Kesehatan Lingkungan di Zona Industri Semen dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat Desa Tarjun Kecamatan Pantai Kabupaten Kotabaru*, Kanwil Depkes. Prop. Kalimantan Selatan, Banjarmasin.
- Chen, Y., Ding, D., He., Q., Chen, E., 1996. *Penilaian Riwayat Merokok pada Pasien PPOK dengan Kor Pulmonale*. Division of Respiratory Medicine, People's Hospital, Beijing Medical University-P.R. of China.
- Depkes. R.I., 1999. *Keputusan Menteri Kesehatan R.I. No. 829/MENKES/SK/VII/1999, tentang Pernyataan Kesehatan Perumahan*. Ditjen PPM dan PLP Depkes RI, Jakarta.
- Gates, R.J., 1990. *Manufacture of Portland Cement*. dalam : Parker, eds. *Industrial air Pollution Handbook*, Mc Graw-Hill, London.
- Hendrawati, W.I., Prihartono, J., Yunus, F., 1998. *Pengaruh Debu Terhadap paru dan Faktor-faktor Resikonya di Kalangan Pekerja Industri Permebelan Kayu PT. X di Bogor*. *Jurnal Respirologi Indonesia*, Vol. 18 No. 4, Jakarta.
- Kiki, H., Yunus, F., Haryono, K., 1998. *Gangguan Saluran Napas pada Tenaga Kerja Pengelas di Pabrik Semen Jawa Barat*. *Jurnal Respirologi Indonesia*, Vol. 18 No. 3, Jakarta.
- Kunzli, N., Liebrich, A.U., Brandli, O., Tschopp., JM., 2000. *Clinically "Small" Effects of Air Pollution I'VC' Have a Large Public Health Impact*. Institute for Social and Preventive Medicine. University Basel, Switzerland.
- Lestari, Kadwirini., 2000. *Pengaruh Paparan Debu Terhadap Fungsi Ventilasi Paru Tenaga Kerja Plywood*. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, Volume XXXIII No. 2 April-Juni, Jakarta.
- Lippmann, M & Schlesinger, Rb., 1989. *Chemical Contamination in the Human Environment*, Oxford University Press. New York.
- Lum, Esther., 1997. *Interpretation of Pulmonary Function Test*, University of the Virtual Hospital (internet).
- Matkovic, V., Matkovic, N., Kontosic, I., Jonjic, A., 1998. *The Effect of Air Pollution on Ventilatory Function in Nonsmoking Women*. *Arh. Hig. Rada. Toxicol*, Mar 49 (1): 19-25, Rijeka.
- Mukono, J., 2000. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Setyakusuma, D., Aditama, T.Y., Yunus, F., Mangunegoro, H., 1997. *Pengaruh Debu Besi Terhadap Kesehatan Paru Pekerja Pabrik Besi Baja PT. Krakatau Steel, Cilegon*. *Jurnal Respirologi Indonesia*, Vol. 17 No. 1, Jakarta.
- Wardhana, Wisnu Arya., 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Wang, B., Peng, Z., Zhang, X., Xu, Y., Wang, H., Allen, G., Wang, L., Xu, X., 1999. *Particulate Matter, Sulfur Dioxide and Pulmonary Function in Never Smoking Adult in Chongqing, China*.

- Int. J. Occup. Environ. Health, Jan-Mar 5(1) : 14-9, New York.
- WHO., 1989. *Sulfur Oxide and Suspended Particulate Matter*, Environmental Health Criteria 8, Geneva.
- Yunus, Faisal., 1997. *Dampak Debu Industri pada Paru dan Pengendaliannya*, J. Respiro. Indo, 17 (1) :4-7, Jakarta.