

Pajanan Debu Terhirup dan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur (Studi Di Desa Mrisi Kecamatan Tanggunharjo Kabupaten Grobogan)

Inhaled Dust Exposure and Lung Function Disorder on Workers In Limestone Industry (Study at Village of Mrisi, Sub District of Tanggunharjo, Grobogan Regency)

Siti Yulaekah, M. Sakundaro Adi, Nurjazuli

ABSTRACT

Background: Exposed to low concentration of inhaled dust for a long time can cause respiratory tract disorders such as restriction, obstruction or mixed. Generally, organic and non organic dust exposure will effect on obstruction of respiratory tract, which is indicated by decreasing of FEV_1/FVC . Workers of limestone industries have a high risk from inhaled dust deposition on their respiratory tract. Absorption of inhaled dust particles in the lung is occurred by respiration mechanism.

Method : This research purpose was to analyze association between inhaled dust exposure and lung function disorder on workers in limestone industry (Study at Village of Mrisi, Sub District of Tanggunharjo) in Grobogan Regency. This research was an observational study using cross sectional approach for 60 samples. Sample was carried out by using a systematic probability sampling. Data were analyzed by using Chi Square test after controlling for gender, age, working years, smoking habit, exercise, nutrient status, awareness in using Personal Protective Equipment and time of exposure. Multivariate analysis was carried out by Logistic Regression test with the method of backward stepwise.

Result : The result of this research showed that inhaled dust exposure significantly influences the occurrence of lung function disorder ($p = 0.02$ and Odds Ratio = 5.833 with 95%CI : 1.865 – 18.245). Probability of inhaled dust exposure factor toward lung function disorder which was assessed by Logistic Regression formula resulted in inhaled dust exposure over the Threshold Limit Value of 3 mg/m^3 is 68.6 %. Most of respondents who were exposed to dust and have significant association with the occurrence of lung disorder have some characteristics namely female, normal nutrient status, and awareness in using Personal Protective Equipment.

Conclusion : The recommendation of this research is expected to be an input for local government and Health Service in particular, in making guidelines of the programs related to harmful effects from the workplace to the workers health, as well as for the needs of workplace monitoring and occupational health surveillance. Therefore, to make the programs succeed, it needs occupational promotion.

Key Words : *Inhaled Dust Exposure, Lung Function Disorder, Workers, Limestone Industry*

PENDAHULUAN

Di pedesaan atau pedalaman pencemaran udara terjadi karena eksploitasi sumber daya alam, baik secara tradisional maupun modern. Industri batu kapur merupakan salah satu kegiatan di pedesaan yang kontribusinya terhadap pencemaran udara cukup besar. Batu kapur atau *limestone*, adalah sedimen yang banyak mengandung organisme laut yang telah mati yang berubah menjadi kalsium karbonat. Batuan ini merupakan hasil penumpukan dan sedimentasi ribuan tahun yang lalu, membentuk bebatuan *masif* berwarna putih kekuningan sampai kecoklatan. Mineral murni batu kapur mengandung CaCO_3 sebagai kalsit (*calcite*).

Kebanyakan batu kapur komersial mengandung oksida besi, alumina, magnesia, silika dan belerang, dengan CaO (22 – 56 %) dan MgO (sekitar 21 %) sebagai komponen utamanya. Di masa dahulu batu kapur dipakai sebagai peneras tembok, namun dalam industri modern dipakai sebagai bahan pembuat semen. Kapur dipakai dalam sektor pertanian dan perkebunan untuk mengurangi keasaman tanah (menaikkan pH). Agar dapat digunakan sebagai campuran pupuk, batu kapur harus dibakar sehingga dihasilkan kapur tohor (CaO). Secara teoritis, pada proses ini diemisikan gas – gas hasil pembakaran seperti NO_2 , SO_2 dan CO yang menambah pencemaran udara.¹

Siti Yulaekah, SKM, M.Kes. Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Tengah
dr. M. Sakundarno Adi., M.Sc. Program Magister Epidemiologi UNDIP
Nurjazuli, SKM, M.Kes. Program Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP

Paparan Debu Terhirup

Partikel – partikel kapur bersifat iritan namun tidak tergolong karsinogen. Industri batu kapur telah mencemari udara dengan debu dan gas – gas hasil pembakaran batu kapur menjadi kapur tohor. Debu dan gas – gas yang disebabkan oleh proses pengolahan batu kapur akan berada di lingkungan kerja, hal ini akan berakibat tenaga kerja terpapar debu kapur dan gas – gas pada konsentrasi maupun ukuran yang berbeda – beda.² Efek utama debu kapur terhadap tenaga kerja berupa kelainan paru baik bersifat akut dan kronis, terganggunya fungsi fisiologis, iritasi mata, iritasi sensorik serta penimbunan bahan berbahaya dalam tubuh. Efek terhadap saluran pernapasan adalah terjadinya iritasi saluran pernapasan, peningkatan produksi lendir, penyempitan saluran pernapasan, lepasnya silia dan lapisan sel selaput lendir serta kesulitan bernapas.³ Deteksi dini tenaga kerja industri batu kapur harus dilakukan secara dini agar tidak berlanjut menjadi Penyakit Paru Obstruksi Kronik (PPOK) yang *irreversible*. Pekerja industri batu kapur sering terpapar dengan debu dan gas, dianjurkan untuk memeriksa faal paru setiap tahun, pada mereka yang abnormal jangka waktu pemeriksaan ulangan dapat diperpendek.⁴

Paru merupakan organ manusia yang mempunyai fungsi sebagai ventilasi udara, difusi O₂ dan CO₂ antara alveoli dan darah, transportasi O₂ dan CO₂ serta pengaturan ventilasi serta hal – hal lain dari pernapasan.⁵ Fungsi paru dapat menjadi tidak maksimal oleh karena faktor dari luar tubuh atau faktor *ekstrinsik* yang meliputi kandungan komponen fisik udara, komponen kimiawi dan faktor dari dalam tubuh penderita itu sendiri atau *instrinsik*.⁶ Faktor *ekstrinsik* yang pertama adalah keadaan bahan yang diinhalasi (gas, debu, uap). Ukuran dan bentuk berpengaruh dalam proses penimbunan debu, demikian pula dengan kelarutan dan nilai higroskopisnya. Komponen yang berpengaruh antara lain kecenderungan untuk bereaksi dengan jaringan di sekitarnya, keasaman atau tingkat alkalinitas (dapat berupa silia dan sistem enzim). Bahan tersebut dapat menimbulkan fibrosis yang luas di paru dan dapat bersifat antigen yang masuk paru. Faktor *ekstrinsik* lainnya adalah lamanya paparan, perilaku merokok, perilaku penggunaan alat pelindung diri (APD) terutama yang dapat melindungi sistem pernapasan dan kebiasaan berolah raga. Faktor *instrinsik* dari dalam diri manusia juga perlu diperhatikan, terutama yang berkaitan dengan sistem pertahanan paru, baik secara anatomis maupun fisiologis, jenis kelamin, riwayat penyakit yang pernah diderita, *indeks massa tubuh* (IMT) penderita dan kerentanan individu.⁷

Penumpukan dan pergerakan debu pada saluran napas dapat menyebabkan peradangan jalan napas. Peradangan ini dapat mengakibatkan penyumbatan jalan napas, sehingga dapat menurunkan kapasitas paru.⁸ Dampak paparan debu yang terus menerus dapat menurunkan faal paru berupa obstruktif.³ Akibat penumpukan debu yang tinggi di paru dapat menyebabkan kelainan dan kerusakan paru. Penyakit akibat penumpukan debu pada paru disebut *pneumoconiosis*. Salah satu bentuk kelainan paru yang bersifat menetap adalah berkurangnya elastisitas paru, yang ditandai dengan penurunan pada kapasitas vital paru. Prevalensi yang tinggi kasus ini berkorelasi dengan biaya kesehatan yang ditanggung oleh perusahaan untuk pengobatan dan rehabilitasi penderita. Untuk mengetahui secara dini, penegakan diagnosis kasus penurunan kapasitas paru harus dilakukan secara rutin, minimal setahun sekali dengan melakukan pengukuran kapasitas paru.

Industri batu kapur umumnya merupakan industri informal. Industri informal biasanya dikelola oleh masyarakat dengan teknologi yang masih sederhana, tanpa banyak tersentuh oleh peraturan perundangan, sehingga segala peraturan yang berkaitan dengan perlindungan kesehatan dan keselamatan terhadap tenaga kerja serta masyarakat sekitarnya kurang mendapat perhatian.⁹ Salah satu langkah untuk mengatasi percepatan gangguan fungsi paru pada pekerja industri batu kapur tersebut adalah melakukan diagnosis dini, dengan melakukan pengukuran fungsi paru, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan.¹⁰

Salah satu sentra industri batu kapur di Kabupaten Grobogan, terletak di Desa Mrisi Kecamatan Tanggungharjo Kabupaten Grobogan. Industri batu kapur ini merupakan usaha kegiatan turun temurun dari orang tua, jumlah industri yang aktif 83 buah dengan kapasitas produksi 2.490 ton/bulan. Industri kapur menyerap tenaga kerja sekitar 205 orang, terdiri dari 132 pekerja laki – laki dan 73 pekerja perempuan, berasal dari daerah setempat. Dari pengamatan pendahuluan terhadap 41 pekerja, 38 (92,68 %) pekerja bekerja tanpa menggunakan APD, seperti masker, sarung tangan, sepatu boot dan kaca mata. Pembakaran batu kapur yang sering disebut “ Tobong “ terletak di tengah perkampungan penduduk, pada saat produksi hal yang paling menyolok adalah tebalnya debu, asap disertai bau menyengat di udara baik debu yang berasal dari bubuk kapur maupun dari pembakaran bahan bakar yang menggunakan batu bara. Data penyakit ISPA pada puskesmas Tanggungharjo di desa Mrisi selama 3 tahun berturut – turut mengalami kenaikan. Tahun 2003 : 116 orang, tahun 2004 : 151 orang dan tahun 2005 : 164 orang. Di

wilayah Puskesmas Tanggungharjo, penyakit ISPA menduduki urutan pertama dalam urutan sepuluh besar penyakit selama 5 tahun berturut - turut. (Dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2005).

Baku Mutu Udara Emisi Sumber Tidak Bergerak Tingkat Provinsi Jawa Tengah berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor : 10 Tahun 2000 untuk parameter debu (TSP) = 350 mg/m³, SO₂ = 800 mg/m³ sedangkan NO₂ = 1.000 mg/m³. Dari hasil pengukuran terhadap 3 (tiga) parameter tersebut yang telah dilakukan oleh Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Kabupaten Grobogan di area pemukiman penduduk yang dekat dengan lokasi industri batu kapur selama 3 (tiga) tahun terakhir (2003 – 2005) dapat diketahui bahwa untuk 2 (dua) parameter, yaitu SO₂ (0 mg/m³, 1,78 mg/m³, 2,04 mg/m³) dan NO₂ (1,74 mg/m³, 0,29 mg/m³, 0,30 mg/m³) masih di bawah nilai ambang batas (NAB), sedangkan untuk debu (1.927,24 mg/m³, 334 mg/m³, 255,5 mg/m³) walaupun terlihat ada kecenderungan menurun untuk setiap tahunnya akan tetapi nilai tersebut masih di atas NAB yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hasil pemeriksaan spirometer yang dilakukan oleh Balai Pencegahan dan Pengobatan Penyakit Paru (BP4) Semarang pada bulan Juli 2006 terhadap 10 (sepuluh) pekerja industri batu kapur di Desa Mrisi Kecamatan Tanggungharjo Kabupaten Grobogan untuk mengetahui kondisi fungsi paru pekerja, diperoleh hasil 4 orang (40 %) kondisi parunya masih dalam keadaan normal, sedangkan 6 orang (60 %) sudah mengalami gangguan restriksi ringan, restriksi sedang, obstruksi ringan, obstruksi sedang dan kombinasi restriksi berat obstruksi berat. Hal ini dapat memberikan gambaran bahwa pekerjaan industri batu kapur mempunyai risiko terjadinya gangguan fungsi paru bagi pekerjaanya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian analitik dengan rancangan *Cross Sectional* (potong lintang). Dalam penelitian ini variabel bebas (faktor risiko) dan terikat (efek) dinilai secara simultan dengan pengukuran pada satu saat dan akan diperoleh efek populasi pada suatu saat sehingga dapat dibandingkan antara prevalensi penyakit pada kelompok risiko dengan prevalensi penyakit pada kelompok tanpa risiko serta dapat menentukan hubungan antara faktor risiko dan penyakit.¹¹

Populasi dalam penelitian ini adalah semua pekerja pada bagian lokasi pemecahan batu kapur, pembakaran, pembongkaran tobong, pengecoran dengan air, pengayakan dan pengemasan industri batu kapur di Desa Mrisi Kecamatan Tanggungharjo Kab. Grobogan. Seluruh pekerja di industri batu kapur tersebut berjumlah 205 orang yang menjadi

target peneliti untuk melakukan generalisasi sebagai populasi target. Pekerja yang memenuhi syarat inklusi (populasi studi) berjumlah 160 orang. Sampel penelitian ini adalah pekerja pada bagian produksi yang mempunyai risiko tinggi terpapar debu terhirup, Besar sampel penelitian adalah 60 dan ditentukan berdasarkan rumus :¹²

$$n = \frac{(Z_1 - \alpha/2)^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2 \cdot (N-1) + (Z_1 - \alpha/2)^2 \cdot p \cdot q}$$

$$\frac{(1,96)^2 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 160}{(0,10)^2 \cdot (160-1) + (1,96)^2 \cdot 0,6 \cdot 0,4}$$

Penelitian ini menggunakan kuesioner terstruktur (terlampir) untuk mengumpulkan data umum responden, sedangkan untuk pengukuran kadar SO₂ udara di bagian produksi menggunakan *spektrofotometer UV – VIS*, metode *pararosanilin*, kadar NO₂ udara di bagian produksi menggunakan *spektrofotometer UV – VIS*, metode *saltzman*, kadar debu terhirup menggunakan *Personal Dust Sampler*, gangguan fungsi paru menggunakan spirometer.

Pengolahan data dilakukan menggunakan *Statistical Product and Service Solution* versi 11,00. Hasil penelitian kemudian dianalisis secara deskriptif dan analisis *binary regression logistic* dengan metode *Backward Stepwise*. Uji statistik yang digunakan adalah *Chi Square* untuk menguji pengaruh antara kadar debu terhirup dengan gangguan fungsi paru dengan tingkat kemaknaan $p = 0,05$, (CI) 95 %.¹³

Analisis berstrata dilakukan untuk mengetahui peran – peran variabel kadar gas SO₂ udara, gas NO₂ udara, jenis kelamin, umur, masa kerja, kebiasaan merokok, OR, status gizi, kebiasaan penggunaan APD dan lama paparan terhadap gangguan fungsi paru pekerja industri batu kapur. Peran disini dimaksudkan untuk mengetahui apakah variabel tersebut sebagai perancu atau tidak sebagai perancu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah industri batu kapur di desa Mrisi dimulai sejak tahun 1930-an oleh seorang pengusaha dengan satu buah tungku pembakaran. Usaha industri batu kapur terus berkembang, sampai dengan saat ini jumlah industri batu kapur yang masih aktif berjumlah 83 buah, dengan kapasitas produksi 2.490 ton/bulan.

Ruang produksi merupakan ruang terbuka dengan atap, yaitu ruang untuk pembakaran, pembongkaran, pengecoran dengan air, pengayakan dan pengemasan. Antara tempat kerja tidak terpisah oleh sekat, sedangkan bagian pengisian merupakan ruang terbuka tanpa atap.

Paparan Debu Terhirup

Tahapan proses produksi dimulai dengan pemecahan batu kapur, pengisian batu kapur ke dalam tungku, pembakaran menggunakan batu bara selama 5 hari. Setelah proses pembakaran selesai dilanjutkan proses pembongkaran tungku, dengan cara mengambil batu kapur yang sudah matang melalui lubang pembakaran atau lubang khusus

untuk mengambil batu kapur yang sudah matang (brangkal). Brangkal selanjutnya disiram dengan air untuk dijadikan serbuk kapur. Bila sudah menjadi serbuk kapur dilakukan pengayakan selanjutnya dikemas dengan kantong plastik dan siap untuk dipasarkan.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Responden Menurut Variabel Penelitian Pada Industri Batu Kapur, Tahun 2007.

NO.	VARIABEL	KETERANGAN	RESPONDEN		MEAN ± SD
			n	%	
1	Jenis Kelamin	Laki - laki	48	80,0	-
		Perempuan	12	20,0	
2	Pendidikan	Tamat SMA	3	5,0	-
		Tamat SMP	4	6,7	
		Tamat SD	28	46,7	
		Tidak Tamat SD	25	41,7	
3	Fungsi Paru	Normal	23	38,3	-
		Ada Gangguan	37	61,7	
4	Paparan Debu Terhirup	Di atas NAB	36	60,0	3,09 ± 0,99
		Di bawah NAB	24	40,0	
5	Umur	20 - 30 tahun	13	21,7	34,53 ± 5,29
		31 - 40 tahun	47	78,3	
6	Masa Kerja	5 - 10 tahun	47	78,3	9,62 ± 4,21
		11 - 20 tahun	13	21,7	
7	Kebiasaan Merokok	Ya	27	5,0	-
		Tidak	33	55,0	
8	Kebiasaan OR	Ya	39	65,0	-
		Tidak	21	35,0	
9	Status Gizi	Normal	46	6,7	22,84 ± 2,83
		Tidak Normal	14	23,3	
10	Penggunaan APD	Ya	29	48,3	-
		Tidak	31	51,7	
11	Lama Paparan	≤ 8 tahun	47	78,3	7,58 ± 1,64
		> 8 Jam	13	21,7	

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan spirometer dari 60 orang responden ternyata yang memiliki gangguan fungsi paru sebanyak 37 orang (61,7 %), dengan parameter FEV₁ dan FEV₁/FVC, apabila FEV₁ > 75 % dan FEV₁/FVC > 80 % artinya normal. Apabila FEV₁ < 75 % dengan semua nilai FEV₁/FVC atau FEV₁/FVC < 80 % dengan semua nilai FEV₁ berarti ada gangguan. Untuk parameter FEV₁ rata – rata 59,98 ± 19,36, parameter FEV₁/FVC rata – rata 102,43 ± 10,96 yang berarti responden yang mengalami gangguan fungsi paru masuk kategori obstruksi ringan, sedang dan berat. Hasil pengukuran debu terhirup (*respirable*) yang terhisap responden dengan menggunakan *personal dust sampler* sebagian besar di atas NAB atau lebih besar dari 3 mg/m³ (60,0 %) dengan rata – rata debu terhirup (*respirable*) yang terhisap responden sebanyak 3,089 mg/m³ ± 0,99, kadar gas SO₂ dan NO₂ di 3 (tiga) area tolong masih di bawah NAB

(NAB SO₂ = 800 mg/m³ dan NAB NO₂ = 1.000 mg/m³). Untuk kelompok umur responden sebagian besar berumur 31 – 40 tahun (78,3 %) dengan rata – rata berumur 34,53 tahun ± 5,3. Masa kerja responden sebagian besar berada pada kelompok 5 – 10 tahun (78,3 %) dengan rata – rata masa kerja 9,62 tahun ± 4,2. Sebagian besar responden tidak merokok (55,0 %), responden yang berolah raga secara rutin (65,0 %). Status gizi yang dimiliki responden sebagian besar masuk dalam kelompok normal (76,7 %) dan rata – rata responden mempunyai IMT 22,84 kg/m² (kategori normal) ± 2,82, sebagian besar responden yang menggunakan pelindung diri masker dari kain kaos (48,3 %), untuk lama paparan terhadap responden selama bekerja sebagian besar lebih dari 8 jam (78,3 %) dan rata – rata responden mempunyai lama paparan adalah 7,58 jam ± 1,6. Tabel 2 menunjukkan hubungan antara kadar debu terhirup dengan gangguan fungsi paru pada pekerja industri batu kapur di Mrisi,2007.

Tabel 2. Rangkuman Hubungan Antara Kadar Debu Terhirup Dengan Gangguan Fungsi Paru Distratifikasi Menurut Variabel Pengganggu Pada Pekerja Industri Batu Kapur, Tahun 2007.

No.	Variabel Pengganggu	OR	95 % CI		Nilai <i>p</i>	OR _{MH} (95 % CI)
			Batas Bawah	Batas Atas		
1.	Jenis Kelamin					
	Laki – laki	5,388	1,525	19,029	0,016	5,895 (1,875 – 18,535)
	Perempuan	9,000	0,563	143,888	0,222	
2.	Umur					
	31 – 40 Tahun	7,543	1,953	29,138	0,006	5,677 (1,795 – 17,959)
	20 – 30 Tahun	2,667	0,277	25,636	0,592	
3.	Masa Kerja					
	11 – 20 Tahun	-	-	-	0,192	-
	5 – 10 Tahun	7,583	1,935	29,720	0,006	
4.	Kebiasaan Merokok					
	Ya	7,000	1,185	41,359	0,039	5,914 (1,866 – 18,742)
	Tidak	5,250	1,151	23,937	0,064	
5.	Kebiasaan Olah Raga					
	Ya	4,629	1,142	18,752	0,061	5,926 (1,880 – 18,673)
	Tidak	10,000	1,280	78,117	0,032	
6.	Status Gizi					
	Normal	6,050	1,598	22,905	0,014	6,436 (1,972 – 21,000)
	Tidak Normal	8,000	0,598	106,936	0,266	
7.	Kebiasaan APD					
	Ya	21,333	2,945	154,554	0,001	5,332 (1,744 – 16,306)
	Tidak	2,400	0,547	10,527	0,423	
8.	Lama Paparan					
	> 8 Jam	28,000	1,350	580,591	0,032	4,919 (1,569 – 15,415)
	≤ 8 Jam	3,429	0,942	12,480	0,114	
OR_{Raw} (95 % CI)						5,833 (1,865 – 18,245)

Tabel 2. menunjukkan hasil analisis stratifikasi terhadap hubungan paparan debu terhirup dengan gangguan fungsi paru yang merupakan variabel pengganggu, yaitu dengan kriteria nilai $p < 0,05$, adalah variabel jenis kelamin, umur, masa kerja, kebiasaan merokok, OR, status gizi, kebiasaan APD dan lama paparan.

Nilai OR hubungan antara paparan debu terhirup dengan gangguan fungsi paru adalah 5,833. Nilai OR_{MH} jenis kelamin, umur, masa kerja, kebiasaan merokok, OR, status gizi, kebiasaan

penggunaan APD bukan merupakan variabel pengganggu karena $\pm 15\%$ dari pada nilai OR_{Raw} sedangkan variabel lama paparan merupakan variabel pengganggu karena nilai OR_{MH} lama paparan kurang dari 15 % dari OR_{Raw}.

Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan masing - masing variabel bebas dengan variabel terikat. Selanjutnya dilihat apakah ada hubungan antara faktor - faktor risiko dengan gangguan fungsi paru pekerja di industri batu kapur.

Tabel 3. Hasil Analisis Bivariat Paparan Debu Terhirup Dan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur, Tahun 2007.

No	Variabel	X ²	Nilai <i>p</i>	Odds Ratio	95 % CI
1	Debu Terhirup	9,882	0,002	5,833	1,865 – 18,245
2	Jenis Kelamin	0,159	0,690	1,310	0,346 – 4,966
3	Umur	1,698	0,194	2,260	0,650 – 7,860
4	Masa Kerja	0,429	0,512	0,661	0,191 – 2,290
5	Merokok	0,035	0,852	1,105	0,388 – 3,150
6	Olah Raga	0,280	0,597	0,747	0,253 – 2,207
7	Status Gizi	1,051	0,305	0,533	0,159 – 1,790
8	APD	0,004	0,951	0,968	0,341 – 2,742
9	Lama Paparan	3,780	0,052	0,293	0,820 – 1,048

Paparan Debu Terhirup

Analisis multivariat dimaksudkan untuk mengetahui hubungan faktor risiko secara bersama – sama terhadap kejadian gangguan fungsi paru dilakukan analisis multivariat (*multiple logistic regression*). Pada tahap awal semua variabel dianalisis secara bivariat. Variabel yang memiliki nilai $p < 0,25$ dapat diikutkan dalam analisis multivariat. Penggunaan nilai $p < 0,25$ dimaksudkan

untuk menghindari adanya variabel yang secara biologis berhubungan dengan kejadian penyakit yang sedang diamati, sehingga diharapkan hasil analisis lebih akurat.¹⁴ Dari hasil analisis bivariat, yang telah dilakukan dapat disajikan variabel – variabel yang memiliki nilai $p < 0,25$ adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Variabel Yang Dapat Dimasukkan Model Dalam Analisis Multivariat

No.	Variabel	OR	Nilai p	95 % CI
1.	Debu Terhirup	5,833	0,002	1,865 – 18,245
2.	Umur	2,260	0,194	0,650 – 7,860
3.	Lama Paparan	0,293	0,052	0,820 – 1,048

Setelah dilakukan analisis multivariat dari 3 (tiga) variabel bivariat yang memenuhi syarat (nilai

$p < 0,25$), diperoleh 1 (satu) variabel yang dapat dipertahankan secara statistik, yaitu :

Tabel 5. Hasil Analisis Multivariat Paparan Debu Terhirup Dan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur, Tahun 2007.

No	Variabel	β	p value	Odds Ratio	95 % CI
1.	Paparan Debu Terhirup	1,635	0,007	5,127	1,574 – 16,706
	Konstanta	- 0,851	0,238	0,427	-

Tabel 5. menunjukkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara paparan debu terhirup dengan gangguan fungsi paru (nilai $p = 0,007$), sehingga dapat dikatakan bahwa debu terhirup merupakan faktor risiko terjadinya gangguan fungsi paru (OR = 5,127, 95% CI = 1,574 – 16,706).

Nilai OR = 5,127 menunjukkan bahwa responden yang bekerja di tempat kerja dengan konsentrasi debu terhirup (*respirable*) di atas NAB 3 mg/m³ mempunyai risiko untuk mengalami gangguan fungsi paru 5 (lima) kali lebih besar dibandingkan responden yang bekerja di tempat kerja dengan konsentrasi debu terhirup (*respirable*) di bawah NAB 3 mg/m³.

Berdasarkan hasil analisis multivariat, probabilitas terjadinya gangguan fungsi paru bagi responden yang bekerja di tempat kerja dengan konsentrasi debu terhirup lebih besar dari NAB adalah 68,6 % sedangkan 31,4 % disebabkan oleh faktor lain. Paparan debu terhirup sebagai variabel yang berpeluang menyebabkan terjadinya gangguan fungsi paru karena konsentrasi debu terhirup di lingkungan kerja telah melebihi NAB yang ditetapkan oleh Departemen Tenaga Kerja dalam Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No. : SE.01/Men/1997 tentang NAB Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja adalah sebesar 3 mg/m³.

Penggunaan jenis alat pelindung pernapasan yang dipakai kualitasnya belum teruji biasanya masker yang digunakan merupakan kain kaos miliknya sehingga pori – pori kain masih dapat tertembus debu terhirup di bawah 1 μ , minimal

yang dipersyaratkan pemakaian masker setengah wajah seperti masker sebagai salah satu peralatan kesehatan yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI yang umum digunakan di rumah sakit.

Sebagai issue utama dari penelitian ini adalah responden perempuan (85,70 %) terpapar lebih banyak debu terhirup dari pada responden laki – laki (75,90 %). Hal ini dimungkinkan karena dari 8 orang responden perempuan yang mengalami gangguan fungsi paru 7 orang berumur 31 – 40 tahun (proses penuaan), 75 % tidak menggunakan APD meskipun, responden laki – laki menggunakan masker dari kain kaos tetapi minimal ada usaha untuk melindungi diri dari paparan debu. Kemungkinan besar juga disebabkan oleh tidak meratanya cemaran udara karena kondisi cuaca dan arah angin yang berlawanan dengan lokasi produksi batu kapur.

Berdasarkan analisis penelitian bahwa status gizi dibagi menjadi 2 (dua) kategori yaitu status gizi tidak normal dan status gizi normal. Hubungan status gizi dengan gangguan fungsi paru telah dilakukan pengujian secara statistik, hasil yang diperoleh adalah status gizi normal berhubungan dengan timbulnya gangguan fungsi paru ($p = 0,014$). Odds ratio 6,050 *Confidence Interval* antara 1,598 - 22,905 sehingga variabel status gizi normal merupakan faktor risiko terjadinya gangguan fungsi paru.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Meta Suryani, 2005 yang menyatakan uji statistik dengan *chi square test* menunjukkan tidak

ada hubungan status gizi dengan gangguan fungsi paru ($p = 1,000$) dan $RP = 1,208$; $95\% \text{ CI} = 0,401 - 3,637$.¹⁵ Kemungkinan penelitian mungkin dipengaruhi oleh kebiasaan merokok responden (53,33 %), tidak menggunakan APD (56,67 %), tidak berolah raga (66,67 %), terpapar debu di atas NAB (80,0 %) dan berumur 31 – 40 tahun (90,0 %) sehingga mulai mengalami proses penuaan.

Status gizi seseorang akan menentukan bentuk anatomis, kekuatan otot paru dan *compliance* paru. Selain dari pada bentuk anatomis seseorang, faktor – faktor utama yang mempengaruhi kapasitas paru adalah : posisi orang tersebut selama pengukuran, kekuatan otot pernapasan dan daya renggang (pengembangan) paru – paru.¹⁶

Berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Blumberg dalam bukunya “ *Role Of Vitamins In Health Promotion And The Prevention Of Non Communicable Disease* “ bahwa status gizi tenaga kerja mempunyai kaitan erat dengan tingkat kesehatan dan produktivitas kerja. Kekurangan energi yang berlangsung lama pada seseorang akan mengakibatkan penurunan berat badan dan kekurangan zat gizi lain. Penurunan berat badan yang berlanjut akan menyebabkan keadaan gizi kurang, selain itu, mudah terkena penyakit infeksi. Akibat kekurangan gizi dapat menurunkan sistem imunitas dan antibodi sehingga mudah terserang infeksi seperti batuk, pilek, karena kurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu kapur yang terinhalasi dalam tubuh manusia.

Penelitian yang dilakukan oleh *Tontisirin J and Sirichahawal*, “ *Nutrient Requirements And Dietary Guidelines, Joint WHO/FAO Consultation On Preparation And Use Of Food Based Dietary Guidelines* “ bahwa anemia kerja sedang dan ringan dapat menimbulkan gejala lesu, lelah, pusing, pucat dan penglihatan sering berkunang – kunang. Bila terjadi pada pekerja akan mengurangi kemampuan bekerja sehingga dapat menurunkan produktivitas kerja. Disamping itu, penderita anemia kerja lebih mudah terserang infeksi. Hal ini tentunya sangat menghambat upaya pengembangan kualitas sumber daya manusia. Risiko penyakit yang mengancamnya adalah penyakit infeksi terutama diare, infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) dan rendahnya produktivitas kerja. Pada penelitian ini terdapat 2 orang responden (5,41 %) dengan status gizi kategori kurus ringan mengalami gangguan fungsi paru.¹⁷

Terdapat 30 orang (81,01 %) dengan keadaan status gizi responden normal tetapi terganggu fungsi parunya, hal ini kemungkinan disebabkan daya tahan tubuh menurun terhadap penyakit infeksi¹⁸ dan reaksi tubuh terhadap penyakit pernapasan

kurang baik dalam arti walaupun status gizinya normal tetapi ada kemungkinan pekerja tersebut rentan terhadap gangguan yang berhubungan dengan saluran pernapasan, kemungkinan lain responden tidak tahan terhadap paparan partikel padat dan asap dari hasil produksi, karena paparan partikel berbentuk padat dan asap yang terus menerus merupakan predisposisi rekulen yang menyebabkan aktifitas silia dan fagositosis melambat sehingga terjadi peningkatan timbunan mukus dan mekanisme pertahanan melemah.¹⁹ Sehingga dapat dikatakan bahwa beberapa orang akan memberikan reaksi yang berbeda tergantung ketahanan tubuh walaupun terkena pemaparan debu dan asap yang sama.²⁰

Lima orang responden (13,52 %) yang mengalami gangguan fungsi paru mempunyai status gizi kategori gemuk tingkat berat, kondisi tubuh yang gemuk dapat menyebabkan terjadinya gangguan fungsi paru karena isi perut cenderung menekan ke atas pada diafragma serta peningkatan volume darah paru – paru dan pada saat bersamaan menurunkan ruangan yang tersedia untuk udara paru – paru sehingga kapasitas vital paru – paru lebih sedikit bila dibandingkan dengan orang tinggi kurus²¹ atau pada orang yang obesitas akan menghambat pergerakan dinding dada, sehingga menghambat aliran udara pada pernapasan.²²

Berdasarkan hasil penelitian, hubungan variabel kebiasaan penggunaan APD terhadap gangguan fungsi paru menunjukkan bahwa kebiasaan penggunaan APD, berhubungan dengan gangguan fungsi paru $p = 0,001$ dan kebiasaan penggunaan APD merupakan faktor risiko timbulnya gangguan fungsi paru pada pekerja industri batu kapur dengan nilai *odds ratio* 21,333, pada *Confidence Interval* 2,945 – 154,554.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Meta Suryani, 2005 yang menyatakan uji statistik dengan *chi square test* menunjukkan tidak ada hubungan penggunaan APD dengan kejadian gangguan fungsi paru ($p = 1,000$) dan $RP = 1,179$, $95\% \text{ CI} = 0,423 - 3,281$.⁷⁶ Tetapi penelitian ini tidak sesuai dengan teori dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Estri Aurorina, bahwa penggunaan masker dengan ukuran 3 – 5 μ dapat menurunkan kadar debu yang masuk ke paru – paru pekerja hingga 87,6 %.²³

Masker atau penutup saluran pernapasan adalah salah satu APD yang berfungsi untuk menyaring partikel debu atau jasad renik lainnya yang terdapat di udara. Menurut fungsinya masker dapat mengurangi kadar debu yang masuk ke paru – paru pekerja. Oleh karena itu masker biasa digunakan oleh pekerja di lingkungan kerja yang berdebu.²⁴ Secara teori faktor lain yang ikut mempengaruhi penurunan kapasitas paru selain penggunaan masker

Paparan Debu Terhirup

adalah mekanisme pertahanan saluran pernafasan. Setiap individu mempunyai mekanisme pertahanan saluran napas, berupa refleks muntah yang dapat mencegah masuknya benda asing ke dalam *trachea*. Refleks batuk merupakan mekanisme lain yang lebih kuat untuk mendorong sekresi ke saluran pernafasan bagian atas, sehingga dapat ditelan atau dikeluarkan. *Makrofag alveolar* merupakan pertahanan yang paling akhir dan paling penting dalam inhalasi paru, sehingga bila masih ada debu yang sampai ke rongga paru *makrofag* akan mengeluarkan ke pembuluh *limfe* atau *bronkiolus*, dimana partikel tersebut akan dibuang oleh *eskaltor muskolaris*.¹⁹ Kebiasaan menggunakan APD (45,30 %) tetapi angka gangguan fungsi paru masih tinggi, karena masker yang digunakan oleh pekerja, tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan responden dapat diketahui bahwa penggunaan masker mengganggu aktivitas responden dan mengurangi kegesitan dalam bekerja dan mengakibatkan 50 % responden malas menggunakan masker. Banyak faktor yang menentukan tingkat perlindungan dari penggunaan masker antara lain adalah jenis dan karakteristik debu, serta kemampuan menyaring dari masker yang dikenakan. Kebiasaan penggunaan masker yang sesuai standard merupakan cara yang aman bagi pekerja yang berada di lingkungan kerja yang berdebu untuk melindungi kesehatannya.²⁵ Beberapa permasalahan yang sering timbul dan mengakibatkan kurang disiplinnya pekerja dalam menggunakan APD, adalah tidak nyaman dipakai, Perlindungan yang diberikan oleh APD terkadang sulit untuk dimonitor atau dibuktikan, menghambat gerak pekerja, Para pekerja sudah terbiasa dengan bekerja tanpa menggunakan APD, sehingga untuk merubah kebiasaan tersebut membutuhkan waktu yang panjang.

SIMPULAN

Pengukuran fungsi paru pekerja terhadap 60 pekerja diperoleh hasil lebih dari 50 % pekerja mengalami gangguan fungsi paru dengan kategori obstruksi ringan, sedang dan berat. Pengukuran kadar debu terhirup terhadap 60 pekerja industri batu kapur diperoleh hasil lebih dari 50 % pekerja terinhalasi debu terhirup di atas NAB (3 mg/m^3). Rata – rata debu terhirup yang terinhalasi pekerja di atas NAB yang ditetapkan. Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya gangguan fungsi paru bagi responden yang bekerja di tempat kerja dengan konsentrasi debu di atas NAB 3 mg/m^3 adalah 68,6 %, sedangkan 31,4 % disebabkan oleh faktor lain artinya bahwa 68,6 % merupakan faktor yang telah diteliti oleh peneliti di

industri batu kapur sedangkan 31,4 % merupakan faktor di luar yang telah diteliti dalam penelitian ini. Perlu direkomendasikan kebijakan untuk penggunaan masker yang memenuhi syarat dan kontinyu dalam upaya mencegah terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nukman. A, *Analisis Manajemen dan Komunikasi Risiko Kesehatan Pertambangan Kapur*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 2005.
2. Ikhsan. M, *Penatalaksanaan Penyakit Paru Akibat Kerja*. Kumpulan Makalah Seminar K3 RS Persahabatan Tahun 2001 - 2002, Universitas Indonesia, Jakarta, 2002.
3. Mukono. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Airlangga University Press, Surabaya, 2000.
4. Alsagaff. H, *Nilai Normal Faal Paru Orang Indonesia Pada Usia Sekolah Dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi American Thoracic Society (ATS)*. Airlangga University Press, Surabaya, 1993.
5. Baum. F, *The New Public Health an Australian Perspective*. Oxford University Press, Oxford, 1999.
6. Amin. M, *Penyakit Paru Obstruktif Kronik*. Laboratorium SMF Penyakit Paru, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, RSUD DR. Sutomo, Surabaya, 2000.
7. Epler. G.R, *Environmental and Occupational Lung Disease*. In : Clinical Overview Of Occupational Diseases, Return To Epler. Com, 2000.
8. American Thoracic Society. *Standard for The Diagnosis And Care Of Patient With Chronic Obstructive Pulmonary Diseases (COPD) and Asthma*. Am. Rev. Respir Dis, 1995 : 225 - 43.
9. Depkes RI. *Upaya Kesehatan Kerja Sektor Informal di Indonesia*. Materi Upaya Kesehatan Kerja, Jakarta, 1994.
10. World Health Organization. *Deteksi Penyakit Akibat Kerja*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 1993.
11. Sastroasmoro. S, *Dasar – Dasar Metodologi Penelitian Klinis*, Edisi 2, Bagian Ilmu Kesehatan Anak Kedokteran Universitas Indonesia, Binarupa Aksara, Jakarta, 2002.
12. Lameshow. S, Hosmer. D, Klar. J, *Besar Sampel Untuk Penelitian Kesehatan*, Edisi Bahasa Indonesia, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1997.
13. Sugiyono. *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung, 2002.

14. Murti B. Peran Peluang Dalam : *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Cet. I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1997.
15. Suryani. Meta., *Analisis Faktor Risiko Paparan Debu Kayu Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Pengolahan Kayu PT. Surya Sindoro Sumbing Wood Industry Wonosobo*, Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Semarang, 2004.
16. Almatsier. S, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2002.
17. Ernowo. GT., *Pengaruh Merokok Terhadap Fungsi Paru Terhadap Pengolahan Batu Kapur Di Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas*, UNS Surakarta, 2003.
18. Miller. G. et. al., *Part II Hybrid Emissions Control Model And Inhalable And Respirable Particules Clean Air*, 23 No. 4, pp:150-155, 1989.
19. Anderson. S, Wilson. L.M, *Pathopisiologi Clinical Concepts Of Diseases Proceces* (ter. Adji Darma), Bag. 1 Edisi 2 Cetakan VII, EGC, Jakarta, 1989, p : 515 – 597.
20. Austin. G. T. *Industri Proses Kimia* , Penerbit Airlangga, Surabaya, 1996.
21. Garrow. J.S., *Obesity in Human Nutrition And Dietetics*, Chorchill Livington, London.
22. Lorriane. M.W, Sylvia A.P, *Patofisiologi Konsep Klinis Proses – Proses Penyakit*. Edisi 4, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 1995.
23. Aurorina. Estri., *Hubungan Debu Total Ruang Pengasapan Ikan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pengasap Ikan Bandarharjo Kota Semarang*, Prodi IKM Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Tahun 2003.
24. Adenan S., *Kiat Menurunkan Penyakit Akibat Kerja*, Balai Hyperkes Surabaya, Surabaya, 1997.
25. Habsari. N.D, *Penggunaan APD bagi Tenaga Kerja*. Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja, UNDIP, Semarang, 2003.
26. Santoso. G., *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, Prestasi Putaka Publisher, Jakarta, 2004.