

HUBUNGAN PAPARAN DEBU TERHIRUP DENGAN GANGGUAN FUNGSI PARU PADA PEKERJA PERTAMBANGAN PASIR DAN BATU PERUSAHAAN X ROWOSARI KOTA SEMARANG

Laeila Apsari, Budiyono, Onny Setiani

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro

Email: leilaapsari@gmail.com

ABSTRACT

The sand and stone mining industry has potential to produced a dust. The dust that produced has potential exposure to their workers and caused lung function disorder. The concentrations of total dust, PM_{10} , $PM_{2.5}$ were $224.3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $181.7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ and $153.7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. This study aimed to analyzed association between respirable dust and lung function disorder on sand and rock mining workers at X Company Rowosari, Semarang City. This was an observational research with cross sectional design with total sample 31 people. This research was conducted at Rowosari Semarang City with research instrument as questionnaire to interview personal characteristic, personal dust sampler to measure exposure of personal respirable dust and spirometer for pulmonary function test. Data were analyzed using the Chi Square Test at $\alpha = 5\%$. Results showed that 38.7% of workers had lung function disorder (25.8% restriction, and 12.9% obstruction). Duration of exposure to dust tended to be a risk of lung function disorder at sand and rock mining workers ($p=0.046$; $PR=5.238$; $95\%CI=0.78-35.15$). The variables that tended to be a risk factor of lung function disorder were nutritional status ($p=1.00$; $PR=1,153$; $95\%CI=0.46-2,85$), working period ($p=0,691$; $PR=1,444$; $95\%CI=0.55 -3,79$) and exercise habits ($p=1.00$; $PR=1.179$; $95\%CI=0.22-6.23$). Variables that to be a protective factor were respirable dust exposure ($p=1.00$; $PR=0.989$; $95\%CI=0.4-2.43$), age ($p=1.00$; $PR=0,875$; $95\%CI=0,32-2,38$), smoking habit ($p=0,139$; $PR=0,556$; $95\%CI= 0,39-0,78$) and use of PPE ($p= 1.00$; $RP= 0.875$; $95\%CI=0,32-2,38$). The conclusion of this study there is no association between respirable dust exposure and lung function disorder on sand and rock mining workers at X Company in Rowosari Semarang City.

Keywords: Respirable dust, lung function disorder, sand and rock mining

PENDAHULUAN

Gangguan fungsi paru merupakan kondisi dimana jumlah udara yang masuk ke dalam paru akan berkurang dari normal sehingga paru tidak dapat berfungsi dengan maksimal. Diagnosa gangguan fungsi paru dapat ditegakkan melalui uji fungsi paru menggunakan alat spirometer, analisis gas darah arteri (*arterial blood gas analysis*) dan uji kapasitas difusi (*diffusion*

capacity).^{(1),(2)} Gangguan fungsi paru dibagi menjadi tiga jenis yaitu restriksi, obstruksi dan *mixed* (campuran).⁽³⁾

Menurut WHO diperkirakan 64-210 juta orang di seluruh dunia hidup dengan diagnosis mengidap Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). Diperkirakan populasi substansial yang terkena PPOK akan meningkat.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾ Di India, prevalensi kejadian PPOK 2-22% untuk pria dan 1,2-19% untuk

wanita.⁽⁸⁾ Riskesdas(2013) melaporkan prevalensi PPOK di Indonesia sebesar 3,7%⁽⁹⁾

Berbagai faktor yang berpengaruh dalam timbulnya penyakit atau gangguan pada saluran nafas akibat debu adalah karakteristik debu, yang meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya arut dan sifat kimiawi, serta lama paparan. Faktor individual meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran nafas serta faktor imunologis.

Penilaian paparan pada manusia perlu dipertimbangkan diantaranya sumber paparan, lamanya paparan, paparan dari sumber lain, pola aktivitas sehari-hari dan faktor penyerta yang potensial seperti umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok.⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

Debu yang masuk ke dalam saluran pernapasan, menimbulkan reaksi mekanisme pertahanan non spesifik berupa batuk hingga bersin. Otot polos di sekitar jalan napas dapat terstimulus sehingga menimbulkan penyempitan. Keadaan ini terjadi biasanya bila kadar debu melebihi nilai ambang batas. Debu memiliki beberapa jenis dan ukuran, diantaranya debu organik dan debu anorganik. Partikel debu yang terinhalasi tidak seluruhnya akan mencapai paru. Partikel yang berukuran besar pada umumnya telah tersaring di hidung. Partikel dengan diameter 0,5-6 μ yang disebut partikel terhisap yang dapat mencapai alveoli dan mengendap yang dapat menyebabkan terjadinya pnemokoniosis.⁽¹²⁾

Industri pertambangan pasir merupakan salah satu industri yang

memiliki potensi bahaya paparan debu terhirup terhadap pekerjaannya. Proses produksi dimulai dari pemecahan gunung batu, pengangkutan, penggilingan, pencampuran hingga penimbangan cenderung menghasilkan polusi seperti kebisingan dan partikel debu yang berterbangan. Pekerja pertambangan pasir memiliki risiko yang sangat besar untuk mengalami penimbunan debu pada saluran pernapasan.

Pertambangan pasir dan batu Perusahaan X merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri pertambangan pasir yang terletak di Kelurahan Rowosari, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. Perusahaan ini memiliki lahan galian seluas 5 hektar dengan kapasitas produksi \pm 3.360 ton/bulan. Bahan baku yang digunakan adalah batu gunung. Perusahaan mengolah batu gunung menjadi beragam kebutuhan bangunan. Produk yang dihasilkan berupa batu krikil, pasir gunung, abu batu, beton, dll. Kegiatan produksi di Perusahaan X terdiri atas pemecahan, pengangkutan, penggilingan, pencampuran dan penimbangan. Kegiatan penambangan pasir di Perusahaan X Rowosari Semarang dimulai dari tahun 2000. Perusahaan X memiliki 31 pekerja dengan rata-rata masa kerja 5-10 tahun.

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara ambien yang dilakukan oleh Balai Pengujian dan Laboratorium Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah, pada bulan Januari 2017 di wilayah pertambangan pasir Perusahaan X kadar debu total di udara ambien sebesar 224,3 μ g/Nm³ yang berarti hampir melebihi NAB yaitu 230 μ g/Nm³. Namun, konsentrasi PM10

sebesar 181,7 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$ sebesar 153,7 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ melebihi NAB berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor 8 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien Provinsi Jawa Tengah yang seharusnya untuk PM_{10} sebesar 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan untuk $\text{PM}_{2,5}$ sebesar 65 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah analitik observasional dengan melakukan pengamatan dan analisis pada sampel untuk mencari hubungan antara variabel satu dengan variabel yang lainnya. Pendekatan yang digunakan adalah metode *crosstsectional* dimana variabel bebas (paparan debu terhirup) dan variabel terikat (gangguan fungsi paru) yang terjadi pada obyek penelitian dilakukan pengukuran sesaat, yaitu diukur dan dikumpulkan pada waktu yang bersamaan serta diamatitsatu kali sajatterhadap beberapa variabel dalam satuwaktu yang bersamaan atau *point time approach*.⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja pertambangan pasir dan batu di daerah Rowosari Kota Semarang. Jumlah pekerja sebanyak 138 orang yang terbagi dalam 5 Perusahaan. Perusahaan X sebanyak 31 orang, A sebanyak 22 orang, B sebanyak 35 orang, C sebanyak 24 orang dan D sebanyak 26 orang.

Pada penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* dimana hanya ada satu Perusahaan yang mengizinkan penelitian ini berlangsung yaitu Perusahaan X

dengan jumlah sampel 31 orang. Pengambilan sampel dalam Perusahaan X dilakukan dengan metode *total sampling* dalam perusahaan yaitu 31 orang pekerja.

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Rowosari Kota Semarang dengan instrumen penelitian berupa kuesioner untuk wawancara karakteristik responden, *personal dust sampler* untuk mengukur debu terhirup personal dan spirometer untuk uji fungsi paru.

Analisis data yang digunakan yaitu analisis univariat dan bivariat yang menggunakan uji korelasi *pearson* untuk suhu kelembaban terkait paparan debu terhirup dan uji *chi square* pada $\alpha = 5\%$ untuk analisis variabel lainnya. Jika nilai signifikansi (p) < 0,05 maka H_0 ditolak, artinya ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Paparan Debu Tehirup

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Paparan Debu Terhirup

Tabel 1 menunjukkan bahwa

Paparan Debu Terhirup	f	Persentase (%)
Di atas NAB	13	41,9
Di bawah NAB	18	58,1
Total	31	100

dari 31 responden, terdapat 13 responden(41,9%) dengan paparan debu terhirup perseorangan di atas NAB(≥ 3 mg/m³) dan 18 reponden(58,1%) dengan paparan debu terhirup perseorangan di bawah NAB (<3 mg/m³) dengan rata-rata paparan debu terhirup perseorangan adalah 2,394 mg/m³ dan median 1,667 mg/m³ dengan standar deviasi 1,806. Paparan terendah 0,25 mg/m³ dan tertinggi 5,833 mg/m³.

2. Gangguan Fungsi Paru

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Kategori Gangguan Fungsi Paru

Gangguan Fungsi Paru	f	Persentase (%)
Ada	12	38,7
Tidak Ada	19	61,3
Total	31	100

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 31 responden, terdapat 12 responden(38,7%) mengalami gangguan fungsi paru dimana 8 responden(25,8%) retriksi ringan dan 2 responden (6,4%) obstruksi ringan dan 2 responden (6,4%) obstruksi sedang. Sedangkan 19 responden (61,3%) lainnya tidak mengalami gangguan fungsi paru

Unit Kerja	f	Persentase (%)
Breaker	4	12,9
Crusher	13	42
Batching	5	16,1
Timbangan	5	16,1
Bengkel	4	12,9
Total	31	100

3. Unit Kerja

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Unit Kerja

Tabel 3 menunjukan bahwa jumlah pekerja paling banyak terdapat pada unit *crusher* sejumlah 13 responden(42%) diikuti dengan unit *batching* 5

Umur	f	Persentase(%)
>30 tahun	24	77,4
≤ 30 tahun	7	22,6
Total	31	100

responden(16,1%), timbangan 5 responden (16,1%), *breaker* 4 responden(12,9%) dan unit bengkel sejumlah 4 responden(12,9%)

4. Umur Responden

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Umur Responden

Tabel 4 menunjukkan bahwa dari 31 responden, terdapat 24 responden(77,4%) berumur >30 tahun dan 7 responden(22,6%) berumur ≥ 30 tahun dengan rata-rata usia responden 38 tahun dan median 37 dengan standar deviasi 10,153. Umur termuda responden yaitu 21 tahun dan tertua yaitu 58 tahun.

5. Status Gizi

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Status Gizi

Status Gizi	f	Persentase (%)
Tidak Normal	14	45,2
Normal	17	54,8
Total	31	100

Tabel 5 menunjukan bahwa dari 31 responden, terdapat 14 responden (45,2%) dengan status gizi tidak normal(IMT <18,5 atau ≥ 25) dan 17 responden (54,8%) dengan status gizi normal(IMT 18,5- 24,9) serta rata-rata Indeks Masa Tubuh(IMT) responden sebesar 23,84 dan median 23,38 dengan standar deviasi 3,8. IMT terendah

yaitu 17,3 dan IMT tertinggi yaitu 31,57.

6. Masa Kerja

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Masa Kerja

Masa Kerja	f	Persentase (%)
≥ 5 tahun	18	58,1
< 5 tahun	13	41,9
Total	31	100

Tabel 6 menunjukkan bahwa dari 31 responden, terdapat 18 responden (58,1%) dengan masa kerja ≥ 5 tahun dan 13 responden (41,9%) dengan masa kerja < 5 tahun. rata-rata masa kerja responden 7 tahun 10 bulan dengan standar deviasi 5,9. Masa kerja terendah 4 bulan dan terlama 20 tahun.

7. Lama Paparan

Tabel 7. Distribusi Frekuensi Lama Paparan

Lama Paparan	f	Persentase (%)
> 8 jam	21	67,7
≤ 8 jam	10	32,3
Total	31	100

Tabel 7 menunjukkan bahwa dari 31 responden, terdapat 21 responden (67,7%) dengan lama paparan > 8 jam per hari dan 10 responden (32,3%) dengan lama paparan ≤ 8 jam per hari. Rata-rata lama paparan responden yaitu 9 jam dan median 10 jam dengan standar deviasi 1,45. Lama paparan terendah yaitu 7 jam dan terlama

Kebiasaan Merokok	f	Persentase (%)
Ya	27	87,1
Tidak	4	12,9
Total	31	100

yaitu 11 jam.

8. Kebiasaan Merokok

Tabel 8. Distribusi Frekuensi Kebiasaan Merokok

Tabel 8 menunjukkan bahwa dari 31 responden, terdapat 27 responden (87,1%) memiliki

kebiasaan merokok dan 4 responden (12,9%) tidak memiliki kebiasaan merokok. Rata-rata lama merokok responden yaitu 18,22 tahun dengan median 18 dan standar deviasi 9,593. Lama merokok terpendek selama 1 tahun dan paling lama 41 tahun. Rata-rata konsumsi rokok per hari responden adalah 16,77 batang dengan median 16 dan standar deviasi 11,283. Konsumsi terendah sebanyak 3 batang dan tertinggi 40 batang per hari. Dari 27 responden yang merokok, terdapat 4 responden (12,9%) perokok berat, 15 responden (28,4%) perokok sedang dan 8 responden (25,8%) perokok

Kebiasaan Olahraga	f	Persentase (%)
Tidak Rutin	28	90,3
Rutin	3	9,7
Total	31	100

9. Kebiasaan Olahraga

Tabel 9. Distribusi Frekuensi Kebiasaan Olahraga

Tabel 9 menunjukkan bahwa dari 31 responden, terdapat 28 responden (90,3%) tidak rutin berolahraga (<3x seminggu) dan 3 responden (9,7%) rutin berolahraga (≥3x seminggu). Kebiasaan olahraga yang dilakukan para pekerja berupa bersepeda dan lari.

10. Penggunaan APD

Tabel 10 Distribusi Frekuensi Penggunaan APD

Penggunaan APD	f	Persentase (%)
----------------	---	----------------

Tidak	24	77,4	APD dan 7 responden(22,6%)
Ya	7	22,6	memakai APD.
Total	31	100	

Tabel 10. menunjukkan bahwa dari 31 responden, terdapat 24 responden(77,4%) tidak memakai

11. Hubungan antara Paparan Debu Terhirup serta variabel pengganggu dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pertambangan Pasir dan Batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang

Tabel 11. Rangkuman Hubungan antara Paparan Debu Terhirup serta variabel pengganggu dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pertambangan Pasir dan Batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang

No	Variabel	Gangguan Fungsi Paru				Total		p value	R (95%)
		Ada		Tidak		f	%		
		f	%	f	%				
1	Paparan Debu Terhirup						1,00	0,9	
	Di atas NAB (> 3 mg/m ³)	5	16,1	8	25,8	13	41,9	(0,4-	
	Di bawah NAB (≤ 3 mg/m ³)	7	22,6	11	35,5	18	58,1		
2	Umur						1,00	0,8	
	>30 tahun	9	29	15	48,4	24	77,4	(0,32-	
	≤30 tahun	3	9,7	4	12,9	7	22,6		
3	Status Gizi						1,00	1,1	
	Tidak Normal	5	16,1	9	29	14	45,2	(0,46-	
	Normal	7	22,6	10	32,2	17	54,8		
4	Masa Kerja						0,691	1,4	
	≥5 tahun	8	25,8	10	32,3	18	58,1	(0,55-	
	<5 tahun	4	12,9	9	29	13	41,9		
6	Lama Paparan						0,046	5,2	
	>8 jam	11	35,5	10	32,3	21	67,7	(0,78-	
	≤ 8 jam	1	3,2	9	29	10	32,2		
7.	Kebiasaan Merokok						0,139	0,5	
	Ya	12	38,7	15	48,4	27	87,1	(0,39-	
	Tidak	0	0	4	12,9	4	12,9		
8	Kebiasaan Olahraga						1,00	1,1	
	Tidak Rutin	11	35,5	17	54,8	28	90,3	(0,22-	
	Rutin	1	3,2	2	6,5	3	9,7		
9	Penggunaan APD						1,00	0,8	
	Tidak	9	29	15	48,4	24	77,4	(0,32-	
	Ya	3	9,7	4	12,9	7	22,6		

Dari tabel 11 menunjukkan bahwa Variabel yang terbukti sebagai faktor yang berhubungan dan cenderung sebagai risiko terhadap gangguan fungsi paru adalah lama paparan, sedangkan variabel yang tidak terbukti sebagai faktor yang berhubungan namun cenderung menjadi faktor risiko terhadap gangguan fungsi paru adalah status gizi, masa kerja dan kebiasaan olahraga. Variabel yang tidak terbukti sebagai faktor yang berhubungan namun cenderung menjadi faktor protektif adalah paparan debu terhirup, umur, kebiasaan merokok dan penggunaan APD.

Tabel 12. Hubungan Suhu dan Kelembaban dengan Paparan Debu Terhirup Pekerja Pertambangan Pasir dan Batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang

Variabel	R	p	f
Suhu*Paparan Debu Terhirup	0,142	0,446	31
Kelembaban*Paparan Debu Terhirup	-0,010	0,957	31

Tabel 12 menunjukkan bahwa antara suhu dengan paparan debu terhirup terdapat nilai korelasi (r) sebesar 0,142 dengan signifikansi 0,446. Nilai $p = 0,446$, $p > 0,05$ berarti tidak ada hubungan antara variabel suhu dengan paparan debu terhirup pada pekerja pertambangan pasir dan batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang. Nilai korelasi *pearson* untuk variabel kelembaban dengan kadar debu terhirup sebesar -0,010 ($r = -0,01$) dengan nilai $p = 0,957$, $p > 0,05$ sehingga tidak ada hubungan antara kelembaban dengan kadar debu terhirup pada pekerja pertambangan pasir dan batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang.

Hubungan Suhu, Kelembaban dengan Paparan Debu Terhirup

Semakin tinggi suhu udara, maka partikel akan menjadi semakin kering dan ringan sehingga partikel akan berterbangan di udara. Udara yang lembab menyebabkan bahan pencemar berbentuk partikel dapat berikatan dengan air di udara sehingga membentuk partikel yang berukuran lebih besar maka partikel tersebut mudah mengendap. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada korelasi antara suhu dan kelembaban dengan kadar debu terhirup atau dapat dikatakan bahwa kadar debu yang ada di lokasi penelitian tidak terpengaruh oleh suhu maupun kelembaban.

Sehingga kemungkinan besar, kadar debu yang ada di lokasi penelitian cenderung konstan tidak turun ataupun naik oleh kondisi suhu dan kelembaban. Dengan demikian, dimungkinkan masing-masing pekerja memiliki peluang menghirup debu dari udara ambien dengan jumlah yang sama.

Hubungan Paparan Debu Terhirup dengan Gangguan Fungsi Paru

Hasil uji statistik menunjukkan paparan debu terhirup cenderung merupakan faktor protektif atau

dalam kata lain sebagai pelindung terhadap kejadian gangguan fungsi paru dalam penelitian ini dimungkinkan karena keadaan dan pengukuran di lapangan. Selain itu sensitifitas alat yang digunakan untuk menimbang filter *pds* kurang dan ketelitian timbangan analitik hanya 0,01mg. Selain itu, pengukuran *pds* yang seharusnya dilakukan 6-8 jam, dalam penelitian ini hanya dilakukan 1 jam. Sedapat mungkin, sampel harus dikumpulkan selama 6-8 jam. jika pompa berjalan untuk jangka waktu singkat (misalnya, 1 jam atau kurang), hasil sampel mungkin dilaporkan pada batas deteksi (*Limit Of Detection=LOD*), yang mungkin hasil ukurnya lebih baik dari standar. LOD adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan konsentrasi terkecil dari pengukuran yang bisa diukur dan dapat dipercaya sesuai dengan prosedur analitik.⁽¹⁵⁾ Sehingga pengukuran yang dilakukan peneliti belum merepresentasikan paparan debu sesungguhnya karena dilakukan hanya 1 jam.

Dalam pelaksanaan pengukuran, peneliti menggunakan filter PVC yang memiliki pori berukuran 5 mikron dimana berarti debu yang tersaring dalam filter debu yang berukuran 5 mikron keatas. Ada kemungkinan bahwa debu yang tersaring tidak semuanya dibawah 10

mikron, sehingga debu yang tersaring dalam filter belum tentu semuanya dapat menyebabkan penurunan fungsi paru. Debu yang berukuran 5 mikron dapat bersarang di saluran pernapasan bagian atas. Hal ini dapat memicu terjadinya peradangan jalan napas dikarenakan adanya penumpukan dan pergerakan debu yang terus menerus. Peradangan ini dapat menyebabkan penyempitan saluran napas sehingga terjadi ketidaknormalan pertukaran udara. Jika hal ini semakin memburuk dapat menyebabkan penurunan kapasitas fungsi paru.

Kapasitas fungsi paru dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya umur, jenis kelamin, status gizi, riwayat penyakit, kebiasaan olahraga, kebiasaan merokok, lama paparan, masa kerja, penggunaan APD, jenis APD, serta jenis dan ukuran debu.

Paparan debu terhirup bukan satu-satunya faktor yang dapat mempengaruhi gangguan fungsi paru. Terdapat pekerja yang paparan debu terhirupnya dibawah NAB tapi gangguan. Hal ini terkait faktor lain yang mempengaruhi seperti lama paparan dan masa kerja. Salah satu responden yang memiliki paparan debu terhirup dibawah NAB dan memiliki gangguan fungsi paru ternyata memiliki lama paparan >8 jam serta masa kerja 10 tahun serta tidak memakai APD. Sehingga, belum ada bukti yang cukup untuk mendukung variabel paparan debu terhirup menjadi faktor risiko terjadinya gangguan fungsi paru. Selain itu, pengukuran uji fungsi paru dengan menggunakan spirometri pada saat pelaksanaan penelitian memiliki kekurangan, seperti responden tergesa-gesa saat penarikan nafas, batuk, dan pernafasan perut yang seharusnya pernafasan dada. Sehingga hal ini dapat menyebabkan hasil uji

spirometri sering tidak memenuhi syarat. Namun, peneliti melakukan pengulangan uji minimal 2 kali atau lebih sampai teknik pengambilan nafas responden dilakukan dengan benar sebagai upaya mendapat hasil spirometri yang memenuhi syarat.⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾

Hubungan Umur dengan Gangguan Fungsi Paru

Menurut teori, kapasitas paru seseorang sudah mulai turun setelah umur 30 tahun, namun penurunan fungsi otot pernafasan yang signifikan akan terjadi setelah umur 40 tahun sebesar 20%.⁽¹⁸⁾ Dalam penelitian ini, umur cenderung menjadi faktor protektif diduga karena rata-rata umur pekerja adalah 38 tahun sehingga kemungkinan mengalami penurunan fungsi paru tersebut belum terjadi. Selain itu, variabel umur bukan satu-satunya faktor yang dapat mempengaruhi kejadian gangguan fungsi paru. Salah satu contoh terdapat pekerja yang berumur 22 tahun mengalami gangguan, ternyata ia telah merokok selama 15 tahun. Selain itu, ditemukan pula pekerja yang berumur 21 tahun mengalami gangguan retriksi, ternyata ia telah bekerja selama 15 tahun dengan lama paparan 10 jam/hari. Peneliti juga tidak dapat memastikan bahwa hanya masa kerja dan lama kerja saja yang dapat mempengaruhi, tetapi misalnya pekerja tersebut tidak mengetahui bila ia mengidap riwayat penyakit paru.

Hubungan Status Gizi dengan Gangguan Fungsi Paru

Variabel status gizi yang diteliti cenderung menjadi faktor risiko terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja. Nilai RP = 1,153 menunjukkan bahwa pekerja dengan status gizi tidak normal memiliki

peluang untuk mengalami gangguan fungsi paru 1,153 kali lebih besar dibanding kan dengan pekerja yang memiliki status gizi normal. Status gizi tidak dapat berdiri sendiri sebagai faktor risiko atas kejadian gangguan fungsi paru. Faktor lainnya yang diduga dapat menjadi pendukung terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja pertambangan pasir dan batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang adalah paparan debu terhirup, umur, masa kerja, lama paparan, penggunaan APD, riwayat penyakit paru, kebiasaan merokok dan kebiasaan berolahraga.

Hubungan Lama Paparan dengan Gangguan Fungsi Paru

Variabel lama paparan yang diteliti cenderung menjadi faktor risiko terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja. Nilai RP = 5,238 menunjukkan bahwa pekerja dengan lama paparan > 8 jam memiliki peluang untuk mengalami gangguan fungsi paru 5,238 kali lebih besar dibanding kan dengan pekerja yang memiliki lama paparan ≤ 8 jam.

Namun demikian, lama paparan bukan satu-satunya faktor yang menyebabkan gangguan fungsi paru. Hal ini dikarenakan variabel lama paparan tidak dapat berdiri sendiri sebagai faktor risiko atas kejadian gangguan fungsi paru. Faktor lainnya yang diduga dapat menjadi pendukung terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja pertambangan pasir dan batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang adalah paparan debu terhirup, umur, status gizi, masa kerja, penggunaan APD, kebiasaan merokok, dan kebiasaan berolahraga.

Hubungan Masa Kerja dengan Gangguan Fungsi Paru

Terdapat 12 responden yang mengalami gangguan fungsi paru, 4 responden diantaranya memiliki masa kerja yang kurang dari 5 tahun mengalami gangguan fungsi paru ini bisa disebabkan karena beberapa pekerjaan sebelumnya juga bekerja di lingkungan kerja yang berdebu tinggi. Dalam penelitian ini tidak diteliti lebih lanjut tentang riwayat keterpaparan terhadap debu. Riwayat keterpaparan yang dimaksud kondisi paru responden sebelum ia mulai bekerja di pertambangan pasir dan batu Perusahaan X. Penelitian ini dilakukan secara *cross sectional* yaitu dimana pengamatan dan pengukuran selama satu waktu tanpa mempertimbangkan riwayat dari responden sehingga hasil penelitian ini seolah-olah tidak terdapat hubungan yang bermakna. Hal tersebut juga menjadi salah satu kekurangan dalam penelitian ini, namun desain *cross sectional* dipilih dengan pertimbangan karena keterbatasan waktu, biaya, dan tenaga. Tidak adanya hubungan ini juga dapat disebabkan oleh variabel lain yang berpengaruh dengan gangguan fungsi paru lainnya seperti debu terhirup, lama paparan, status gizi, usia, penggunaan APD, kebiasaan olahraga dan kebiasaan merokok. Selain itu, hal ini juga disebabkan karena adanya variasi *clearance* dari paru (faktor individual).

Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Gangguan Fungsi Paru

Kebiasaan merokok cenderung menjadi faktor protektif dalam penelitian ini diduga karena memang sebelumnya sudah terjadi kerusakan paru. Variabel

ini bukan satu-satunya faktor yang dapat mempengaruhi kejadian gangguan fungsi paru. Salah satu contohnya, terdapat pekerja yang memiliki kebiasaan merokok, telah bekerja 11 tahun namun fungsi parunya masih normal, ternyata pekerja tersebut selalu menggunakan APD saat bekerja. Ada pula pekerja yang termasuk perokok ringan selama 7 tahun namun mengalami gangguan fungsi paru, setelah diamati ternyata pekerja tersebut telah bekerja selama 11 tahun dengan lama paparan 10 jam tanpa menggunakan APD. Hal tersebut sedikit memberikan gambaran kalau memang variabel kebiasaan merokok bukan satu-satunya faktor yang dapat mempengaruhi gangguan fungsi paru. Sehingga belum ada cukup bukti yang dapat mendukung kebiasaan merokok menjadi faktor risiko kejadian gangguan fungsi paru dalam penelitian ini.

Hubungan Kebiasaan Olahraga dengan Gangguan Fungsi Paru

Perilaku individu yang dapat mempengaruhi besarnya kapasitas vital paru lainnya adalah kebiasaan berolahraga. Kebiasaan berolahraga akan menimbulkan *Force Vital Capacity* (FVC) seperti yang terjadi pada seorang atlet FVC akan meningkat 30% sampai dengan 40%.⁽⁶²⁾ Latihan fisik yang teratur akan meningkatkan kemampuan pernapasan dan mempengaruhi organ tubuh sedemikian rupa hingga kerja organ lebih efisien dan kapasitas fungsi paru bekerja maksimal.⁽¹¹⁾

Jika dilihat dari kebiasaan olahraga oleh responden hanya 3 responden (9,7%) yang rutin berolahraga. Hal ini dikarenakan bagi sebagian pekerja, pekerjaan yang dilakukan di pertambangan

sudah merupakan olahraga yang mereka lakukan tiap harinya. Selain itu, beberapa responden mengatakan tidak ada waktu luang untuk olahraga karena sudah lelah bekerja seharian. Dalam penelitian ini, hasil uji *Chi Square* diperoleh nilai p sebesar 1,00 ($p > 0,05$), maka H_0 diterima H_a ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara kebiasaan olahraga dengan kejadian gangguan fungsi paru pekerja pertambangan pasir dan batu di Perusahaan X Rowosari Kota Semarang. Nilai Rasio Prevalen (RP) = 1,179; 95% CI (0,223-6,231), $RP > 1$ variabel kebiasaan olahraga cenderung menjadi faktor risiko terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja. Nilai RP = 1,179 menunjukkan bahwa pekerja yang tidak rutin berolahraga memiliki peluang untuk mengalami gangguan fungsi paru 1,179 kali lebih besar dibanding dengan pekerja yang rutin berolahraga

Hubungan Penggunaan APD dengan Gangguan Fungsi Paru

Jenis APD yang dipakai pekerja berupa masker yang terbuat dari kain biasa dengan pori – pori yang tidak dapat menjamin untuk menyaring debu respirabel (10 mikron). Masker dari bahan selulosa dapat menyaring debu dengan ukuran kecil.

Penggunaan APD pekerja tidak dapat dipisahkan pula dari dukungan manajemen perusahaan. Pihak pemilik perusahaan hanya memberikan yang mereka anggap APD berupa kain atau *buff* kepada pekerja diawal masa kerja. Sebagian pekerja merasakan ketidaknyamanan dalam menggunakan *buff* tersebut. Lain

halnya dengan 7 pekerja tetap menggunakan *buff* ini dikarenakan merasa kontak langsung dengan debu yang berterbangan serta memang merasa perlu menggunakan kain tersebut. Walaupun kain ini bukanlah APD yang terstandarisasi, namun tidak dapat dipungkiri dapat mengurangi debu yang terhirup kedalam paru pekerja. Namun, kain tersebut diakui oleh para pekerja jarang di cuci, pencucian biasanya dilakukan seminggu sekali. Kain tersebut selalu dibawa pulang dan tidak pernah ditinggalkan di pertambangan karena menurut para pekerja hal tersebut dapat menyebabkan kain APD yang mereka gunakan berdebu. Hal ini sangat disayangkan mengingat apabila tidak sering dicuci, kemungkinan kain tersebut dari hari ke hari bertambah jumlah debu yang menempel dan kotor. Mengingat debu yang berada di pertambangan batu andesit mengandung silika, penggunaan APD berupa masker N95 adalah solusi yang tepat..

Variabel penggunaan APD bukan satu-satunya faktor yang dapat mempengaruhi kejadian gangguan fungsi paru. Salah satu contoh terdapat pekerja yang memakai APD namun mengalami gangguan restriksi, ternyata ia telah bekerja selama 15 tahun. Peneliti tidak dapat memastikan bahwa 15 tahun masa kerja ia selalu menggunakan APD. Apabila dikaitkan penggunaan APD dengan masa kerja, dalam penelitian ini walaupun masa kerja responden lebih dari 5 tahun namun karena mereka selalu memakai APD menunjukkan bahwa penggunaan bisa menjadi salah satu upaya pencegahan gangguan fungsi paru. Salah satu contoh adalah

koordinasi lapangan Perusahaan X dimana ia menerima paparan debu terhirup sebesar $5,833 \text{ mg/m}^3$ (diatas NAB) dan telah bekerja selama 11 tahun namun hasil pengukuran kapasitas fungsi paru responden tersebut masih normal. Hal ini mungkin dapat disebabkan karena ia selalu memakai APD berupa *buff* atau kain setiap ia bekerja. Sebaliknya jika pekerja dengan masa kerja baru (kurang dari 5 tahun) memiliki kesadaran yang rendah untuk memakai APD. Maka dapat memungkinkan terjadinya gangguan fungsi paru. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan APD bisa menjadi salah satu upaya pencegahan gangguan fungsi paru.

KESIMPULAN

Tidak ada hubungan antara paparan debu terhirup dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pertambangan pasir dan batu Perusahaan X Rowosari Kota Semarang dengan nilai $p=1,00$ dan nilai $RP= 0,989$ 95% $CI (0,4-2,43)$.

SARAN

1. Bagi Pemilik Perusahaan X
Pengadaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker 95 perlu dianggarkan terkait kesehatan pekerja mengingat debu yang dihasilkan pertambangan batu andesit adalah debu silika yang dapat menyebabkan silikosis yang dapat menyebabkan gangguan fungsi paru. Selain itu, perlu adanya pemeriksaan kesehatan kepada pekerja secara berkala agar kesehatan pekerja terjamin. Perlu pula adanya penggantian tugas bagi pekerja yang telah mengalami gangguan fungsi paru. Semisal pekerja yang

mengalami gangguan fungsi paru di unit crusher dipindahkan menjadi admin atau pekerjaan yang didalam ruangan.

2. Bagi Pekerja

Pekerja menggunakan APD berupa respirator sepanjang jam kerja agar dapat menurunkan risiko terhirupnya partikel debu yang berbahaya. Sebaiknya pekerja memeriksakan kesehatannya secara berkala ke fasilitas kesehatan yang terdekat untuk mendeteksi atau mengetahui kondisi kesehatan personal. Bagi pekerja yang telah mengalami gangguan fungsi paru harus segera menjalani pengobatan di fasilitas kesehatan serta berhenti merokok, sering berolahraga dan memperbaiki gaya hidup.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Mengingat pengukuran debu terhirup pada penelitian ini hanya dilakukan 1 jam, diharapkan penelitian selanjutnya melakukan pengukuran selama 6-8 jam sesuai dengan jam kerja responden agar dapat menggambarkan paparan sehari penuh selama produksi. Diperlukan pula timbangan analitik yang sensitifitasnya lebih tinggi dengan ketelitian 0,001mg. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menganalisis kadar silika dalam debu yang terhirup oleh pekerja sehingga dapat menjelaskan hubungan antara debu silika, silikosis dan gangguan fungsi paru secara jelas. Selain itu pula, peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan diagnosis riwayat penyakit saluran pernapasan yang lebih baik dan dilakukan oleh tenaga medis secara klinis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Djodibroto DRD. *Respirologi*. Jakarta: EGC; 2009.
2. Ikawati Z. *Lung Function Test*. Yogyakarta: UGM Press; 2009.
3. Rahmatullah. P, *Penyakit Paru Lingkungan Kerja*. Semarang. Bagian Penyakit Dalam FK UNDIP;2006.
4. World Health Organization. *The global burden of disease*. Switzerland: WHO; 2008.
5. Centers for Disease Control and Prevention. *Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)*. Atlanta: CDC; 2015.
6. Michalski JM. *Prostaglandin E2 signaling in human lung fibroblasts: mechanisms of signal attenuation and implications in chronic lung diseases*. ProQuest, UMI Dissertation Publishing, 2011.
7. Lange P, Marott JL, Vestbo J, et al. Prediction of the clinical course of chronic obstructive pulmonary disease, using the new GOLD classification: a study of the general population. *Am J Respir Crit Care Med* 186:975–981, 2012.
8. National Heart, Lung and Blood Institute. *Morbidity and Mortality: 2012 chartbook on Cardiovascular, lung, and blood diseases 2012*. Bethesda: 2013.
9. *RISKESDAS 2013*. Jakarta: Ministry of Health, 2014.
10. Anes NI, Kawatu PAT, Umboh JML. *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja di PT . Tonasa Line Kota Bitung*. JIKMU. 2015;5(3):600–7.
11. Epler G. *Environmental and Occupational Lung Disease*. In : *Clinical Overview Of Occupational Diseases*.

- Columbia: Return to Epler; 2000.
12. Mukono H. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Surabaya: Airlangga University Press; 2000.
 13. Sudigdo, S. Ismael S. Dasar – Dasar Metodologi Penelitian Klinis, Edisi 4. Jakarta: Binarupa Aksara; 2010.
 14. Notoatmodjo. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta; 2010.
 15. McDermott HJ. Air Monitoring For Toxic Exposures. 2nd ed. California; John Wiley & Sons Inc. 2004.
 16. Harahap F, Aryastuti E. Uji Fungsi Paru. Contin Med Educ. 2012;39(4):305–7.
 17. Ikawati Z. Lung Function Test II. Yogyakarta: UGM Press; 2011
 18. Loscalzo J. Pulmonologi dan Penyakit Kritis. 2th ed. Jakarta: EGC; 2014



