

The Effect of Aluminium Dust Exposure on Lung Function Disorders

by Novrikasari Novrikasari

Submission date: 17-Jan-2022 02:49PM (UTC+0700)

Submission ID: 1742890081

File name: Effect_of_Aluminium_Dust_Exposure_on_Lung_Function_Disorders.pdf (540.42K)

Word count: 5643

Character count: 33257

JURNAL

RESPIROLOGI

INDONESIA

Majalah Resmi Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Official Journal of The Indonesian Society of Respiriology



Pengaruh Latihan *Pursed Lips Breathing* dan Pernapasan Diafragma terhadap Spirometri dan Skala *Modified Medical Research Council* pada Penyakit Paru Obstruktif Stabil

Protein C-Reaktif Sensitivitas Tinggi sebagai Penanda Inflamasi Sistemik Penyakit Jantung Koroner pada Subjek Pria dengan Apnea Tidur Obstruktif

Kalsifikasi Arteri Koroner di CT *Scan* Toraks sebagai Prediktor Penyakit Jantung Koroner pada Pasien Kanker Paru

Proporsi Rinitis Alergi pada Asma dan Hubungannya dengan Derajat Kontrol Asma

Pengaruh Paparan Debu Aluminium terhadap Gangguan Fungsi Paru

Pengaruh Senam Asma terhadap Nitrit Oksida Darah, *Mood*, *Energy Expenditure* dan Kualitas Seks

Hubungan Lama Paparan Polusi Udara dengan Kejadian Emfisema berdasarkan Pemeriksaan CT *Scan* Toraks pada Sopir Angkutan Kota

Efektivitas *Rope Jumping* dan Latihan Tabata terhadap Fungsi Paru dan Indeks Kebugaran Tubuh

Tingkat Akurasi Pemeriksaan Ultrasonografi Paru pada Diagnosa Pneumonia: *Evidence-Based Case Report*

Keberhasilan Tata Laksana Pasien COVID-19 dengan ARDS Berat Menggunakan Terapi Standar

Akreditasi RISTEKDIKTI

Surat Keputusan Menteri Riset dan Teknologi Nomor: 200/M/KPT/2020 Tanggal 23 Desember 2020, Peringkat 2

Website: <http://www.jurnalrespirologi.org>

JURNAL
RESPIROLOGI
INDONESIA

Majalah Resmi Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Official Journal of The Indonesian Society of Respiriology

SUSUNAN REDAKSI

Penasehat

M. Arifin Nawas
Faisal Yunus
Agus Dwi Susanto

Penanggung Jawab / Pemimpin Redaksi

Fanny Fachrucha

Wakil Pemimpin Redaksi

Winariani

Anggota Redaksi

Feni Fitriani
Amira Permatasari Tarigan
Jamal Zaini
Farih Raharjo
Mia Elhidsi
Ginanjari Arum Desianti
Irandi Putra Pratomo

Sekretariat

Nindy Audia Nadira

Suwondo

SST : Surat Keputusan Menteri Penerangan RI
No.715/SK/DitjenPPG/SST/1980 Tanggal 9 Mei 1980

Alamat Redaksi

PDPI Jl. Cipinang Bunder, No. 19, Cipinang Pulo Gadung
Jakarta Timur 13240 Telp: 02122474845
Email : editor@jurnalrespirologi.org
Website : <http://www.jurnalrespirologi.org>

Diterbitkan Oleh

Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI)
Terbit setiap 3 bulan (Januari, April, Juli & Oktober)

Jurnal Respiriologi Indonesia

Akreditasi Peringkat 2
Sesuai Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/Kepala Badan
Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia
Nomor: 200/M/KPT/2020 Tanggal 23 Desember 2020

JURNAL RESPIROLOGI INDONESIA

Majalah Resmi Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Official Journal of The Indonesian Society of Respiriology

VOLUME 41, NOMOR 2, April 2021

DAFTAR ISI

Artikel Penelitian

- Pengaruh Latihan *Pursed Lips Breathing* dan Pernapasan Diafragma terhadap Spirometri dan Skala *Modified Medical Research Council* pada Penyakit Paru Obstruktif Stabil 80
Ida Muna Junita, Mulyadi, Teuku Zulfikar, Nurrahmah Yusuf
- Protein C-Reaktif Sensitivitas Tinggi sebagai Penanda Inflamasi Sistemik Penyakit Jantung Koroner pada Subjek Pria dengan Apnea Tidur Obstruktif 87
Allen Widysanto, Audrey Suryani Soetjipto, Michelle Widysanto
- Kalsifikasi Arteri Koroner di CT Scan Toraks sebagai Prediktor Penyakit Jantung Koroner pada Pasien Kanker Paru 94
Luths Maharina, Yusup Subagio Sutanto, Widiastuti, Sulistyani Kusumaningrum, Adam Prabata, Hari Wujoso
- Proporsi Rinitis Alergi pada Asma dan Hubungannya dengan Derajat Kontrol Asma 102
Fersia Iranita Liza, Wiwien Heru Wiyono, Deasi Anggraini, Erlang Samoedro, Triya Damayanti
- Pengaruh Paparan Debu Aluminium terhadap Gangguan Fungsi Paru 108
Rinto Mangitua Hutapea, Novrikasari, Mona Lestari, Anita Camelia, Desheila Andarini, Rizka Faliria Nandini
- Pengaruh Senam Asma terhadap Nitrit Oksida Darah, *Mood*, *Energy Expenditure* dan Kualitas Seks 118
Ita Juliastuti, Suradi, Debree Septiawan
- Hubungan Lama Paparan Polusi Udara dengan Kejadian Emfisema berdasarkan Pemeriksaan CT Scan Toraks pada Sopir Angkutan Kota 129
Yopi Simargi, Jessica Seprianto, Bryany Titi Santi
- Efektivitas *Rope Jumping* dan Latihan Tabata terhadap Fungsi Paru dan Indeks Kebugaran Tubuh 134
Stella Tinia Hasianna, Oeij Anindita Adhika, Kartika Dewi, Adra Taufiqah, Ajeng Mira Ayuningsih

Tinjauan Pustaka

- Tingkat Akurasi Pemeriksaan Ultrasonografi Paru pada Diagnosa Pneumonia: *Evidence-Based Case Report* 140
Adityo Wibowo, Airin Aldiani, Faiza Hatim, Galoeh Adyasiwi, Hendra Wahyuni MS, Khairunnisa Imaduddin, Malsephira Hasmeryasih, Mega Juliana, Nesia Priandari, Nina Ratu Nur Kharima, Rudy Satriawan, Agus Dwi Susanto
- Keberhasilan Tata Laksana Pasien COVID-19 dengan ARDS Berat Menggunakan Terapi Standar 146
Dian Indriani Hidayat, Sofyan Budi Raharjo

PENGARUH PAJANAN DEBU ALUMINIUM TERHADAP GANGGUAN FUNGSI PARU

Rinto Mangitua Hutapea¹ Novrikasari¹ Mona Lestari¹ Anita Camelia¹ Desheila Andarini¹
Rizka Faliria Nandini¹

¹ Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya, Indralaya

Abstrak

Latar belakang: Perkembangan industri terus meningkat setiap tahunnya. Debu aluminium salah satu hasil kontaminan dari kegiatan industri yang dapat menimbulkan efek toksikologi pada manusia. CV X bergerak dalam industri pembuatan kuali dan periuk menghasilkan kontaminan debu aluminium. Pekerja dengan jam kerja lebih dari delapan jam dan minimnya pertukaran udara dapat mempengaruhi fungsi paru. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja di CV X.

Metode: Jenis penelitian merupakan penelitian kuantitatif dengan desain potong lintang. Pengambilan sampel menggunakan teknik uji acak sederhana/simple random sampling sesuai kriteria inklusi dan eksklusi sehingga didapatkan sampel sebesar 40 responden. Analisis data dilakukan menggunakan analisis univariat dan bivariat menggunakan uji Chi-Square dan Kolmogorov-Smirnov.

Hasil: Hasil menunjukkan tidak ada pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru ($P=0,166$). Terdapat 65% pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru, yang terdiri dari 42,5% pekerja mengalami obstruktif, 22,5% pekerja mengalami restriktif dan tidak ada mengalami gangguan fungsi paru kombinasi, sedangkan 35% pekerja tidak mengalami gangguan fungsi paru. Kadar debu aluminium di lingkungan kerja mayoritas berada di atas Nilai Ambang Batas (NAB) 5 mg/m^3 sebesar 72,5%.

Kesimpulan: Dari hasil penelitian diketahui bahwa pekerja yang mengalami gangguan obstruksi sebesar 51,7% merupakan pekerja terpajan debu aluminium di atas NAB 5 mg/m^3 dan terdapat 24,1% pekerja mengalami gangguan restriksi terpajan debu aluminium di atas NAB. Pencegahan yang dapat dilakukan agar pekerja tidak mengalami gangguan fungsi paru akibat pajanan debu aluminium, perlu diadakan pengendalian berupa penambahan ventilasi untuk mengurangi kadar debu di lingkungan kerja.

Kata kunci: debu aluminium, gangguan fungsi paru, pabrik kuali

THE EFFECT OF ALUMINIUM DUST EXPOSURE ON LUNG FUNCTION DISORDERS

Abstract

Background: Industrial development continues to increase every year. CV X is a company in the manufacture of cauldrons and periaks which produce aluminum dust contaminants. Workers who work more than eight hours and lack of air exchange can affect lung function. This study aims to analyze the effect of aluminum dust exposure on lung function disorders in workers at CV X.

Methods: This type of research was quantitative study with cross-sectional design. Sampling using simple random sampling technique according to inclusion and exclusion criteria with 40 respondents. Data analysis by using univariate and bivariate analysis with Chi-Square and Kolmogorov-Smirnov tests.

Results: The results showed that there was no effect of aluminum dust exposure on lung function disorders ($P=0.166$). However, there are 65% of workers who have lung function disorders, consists of 42.5% obstructive workers, 22.5% restrictive workers, and none of which have impaired combined lung function, while 35% of workers is normal. The majority of aluminum dust levels in the work environment are above the Threshold Value (5 mg/m^3) of 72.5%.

Conclusion: It is known that workers who experience obstruction problems of 51.7% are workers that exposed to aluminum dust above TLV (5 mg/m^3) and there are 24.1% of workers experiencing restriction disorders exposed to aluminum dust above TLV. To prevent workers from experiencing lung function disorders due to exposure to aluminum dust, it is necessary to control efforts in the form of additional ventilation to reduce dust levels in the work environment.

Keywords: aluminum dust, lung function disorders, frying pan factory

Korespondensi: Novrikasari
Email: novrikasari@fkm.unsri.ac.id

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan salah satu senyawa paling melimpah di kerak bumi sehingga menyebabkan banyak terjadi pajanan aluminium dalam produk sehari-hari seperti minuman kaleng, peralatan memasak, kosmetik, tabir surya, industri kedirgantaraan dan aditif makanan.^{1,2}

Debu aluminium merupakan salah satu kontaminan hasil proses kegiatan industri yang berdampak toksik terhadap tubuh manusia. Akumulasi debu aluminium yang banyak dalam tubuh dapat menyebabkan fibrosis paru, asma dan gangguan ginjal. Penelitian di Jerman, Inggris, Australia dan Selandia baru menemukan bahwa ada hubungan sebab akibat antara penyakit pernapasan akibat pajanan debu aluminium.³

Industri pembuatan kuali merupakan salah satu kegiatan yang menghasilkan debu aluminium pada saat peleburan bahan baku. Debu yang dihasilkan berukuran antara 0,1 µm-0,25 µm. Semakin kecil ukuran partikel debu maka semakin besar risiko mengalami infeksi pernapasan. Partikel berukuran kecil dapat mencapai paru, mengendap di bronkus dan alveolus sehingga terjadi penurunan pertukaran gas dalam paru.^{4,5}

Organisasi kesehatan dunia atau *World Health Organization* (WHO) melaporkan terdapat 600 juta orang menderita penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). Pada Tahun 2012 terdapat 3,1 juta orang meninggal akibat gangguan fungsi paru dan diperkirakan tahun 2030 akan menjadi penyebab utama ketiga kematian di seluruh dunia.⁶

Gangguan fungsi paru secara umum dapat dikelompokkan menjadi gangguan paru obstruktif dan restriktif. Berdasarkan penelitian pada pekerja pabrik ekstruksi aluminium di Sudan menunjukkan bahwa terdapat hubungan akibat pajanan debu aluminium terhadap gangguan pernapasan.⁷ Penelitian Ekawati mengemukakan bahwa fibrosis interstisial dan nodular di paru berkaitan dengan inhalasi dan retensi debu aluminium.⁸ Telah dilaporkan juga beberapa efek kesehatan jangka panjang akibat pajanan debu aluminium yaitu peningkatan risiko alzheimer dan serebrovaskular.⁹

Penelitian terdahulu menyatakan masa kerja

mempengaruhi gangguan fungsi paru. Pekerja dengan masa kerja >10 tahun berisiko 3,5 kali mengalami gangguan fungsi paru dan pekerja berusia ≥40 tahun berisiko mengalami penurunan nilai Volume Ekspirasi Paksa Detik Pertama VEP₁ dan Kapasitas Vital Paru (KVP) secara normal sebesar 20-30 ml/tahun ketika usia >35 tahun.^{10,11} Penelitian Musniatun, dkk pada polisi lalu lintas menyatakan terdapat hubungan antara kebiasaan merokok dan penggunaan masker dengan gangguan fungsi paru.¹²

CV X merupakan industri yang menggunakan besi aluminium dilebur menjadi aluminium baru sebagai bahan dasar untuk memproduksi kuali dan periok. Hasil observasi diketahui terdapat tiga tahap dalam proses produksi yaitu peleburan, pencetakan dan pengikisan. Semua tahap tersebut dilakukan dalam satu ruang yang sama dengan sirkulasi udara yang mengandalkan celah antara atap seng dengan dinding bangunan serta dua pintu sebagai jalur keluar masuk. Sebagian pekerja bahkan tidak menggunakan alat pelindung pernapasan. Kondisi lingkungan kerja berdebu dengan minimnya pertukaran udara, kurangnya kesadaran pekerja menggunakan alat pelindung pernapasan dan kebiasaan merokok pekerja di dalam tempat kerja berdebu, serta beberapa faktor risiko lainnya yang apabila kondisinya tersebut dibiarkan terus-menerus maka dapat mempengaruhi penurunan KVP. Dari uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja CV X. Penelitian ini bertujuan agar mendapat informasi mengenai status kesehatan paru pekerja dan pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru, serta mengetahui faktor risiko lainnya sehingga dapat digunakan dalam pendeteksian penyakit paru pada pekerja di bagian produksi CV X.

METODE

Gangguan fungsi paru dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu gangguan obstruksi dan restriksi.¹³ Restriksi adalah gangguan pengembangan paru oleh sebab apapun, dapat diakibatkan bahan alergen seperti debu. Paru

menjadi kaku, daya tarik ke dalam lebih kuat sehingga dinding dada mengecil, iga menyempit dan volume paru mengecil. Volume statis paru mengecil yaitu Kapasitas Vital (KV), Kapasitas Total Paru (KTP), Volume Residu (VR), Volume Cadangan Ekspirasi (VCE) dan Kapasitas Residual Fungsional (KRF).¹³

Obstruksi adalah gangguan saluran napas struktural (anatomi) maupun fungsional menyebabkan perlambatan aliran udara respirasi. Kelainan ini dapat dideteksi dengan pemeriksaan fisis auskultasi paru dijumpai ekspirasi memanjang, pemeriksaan VEP₁/KVP <75%, serta VR, KTP, dan KRF.¹³ Gangguan fungsi paru kombinasi merupakan gabungan antara gangguan fungsi paru obstruksi dan restriksi yaitu penderita mengalami kedua gangguan obstruksi dan restriksi bersamaan.

Desain penelitian ini menggunakan uji potong lintang dengan metode penelitian kuantitatif. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja CV X di bagian produksi. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik uji acak sederhana/*simple random sampling* sesuai kriteria inklusi dan eksklusi sehingga didapat sampel sebesar 40 responden. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur kadar debu aluminium di area produksi yaitu *Haz Dust EPAM 5000* dan *Minato Autospiro AS-505* digunakan untuk mengukur KVP pekerja.

Penentuan titik pengukuran kadar debu di lingkungan kerja ditentukan dengan cara penilaian secara profesional (*professional judgment*). Titik yang ditentukan mengindikasikan kemungkinan terpajan debu aluminium karena adanya sumber debu di lokasi terdapat aktivitas kerja, keluhan subyektif dialami/dirasakan pekerja, serta terdapat pekerja yang melakukan pekerjaan di area tersebut sehingga berpotensi terpajan debu yang ada.

Lama pengukuran dilakukan sesuai SNI-16-7061-2004 tentang Pengukuran debu aluminium yaitu dilakukan sebanyak 3 kali dalam 8 jam kerja dengan periode waktu minimal 60 menit dan 120 menit untuk paparan terputus-putus. Analisis data dilakukan menggunakan analisis univariat dan bivariat menggunakan uji *Chi-Square* dan

Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji dikatakan memiliki hubungan bermakna apabila *P* yang dihasilkan dari uji statistik adalah α ($\alpha=0.05$).

HASIL

Hasil penelitian diketahui bahwa dari 40 pekerja CV X terdapat 42,5% pekerja mengalami gangguan fungsi paru obstruksi, 22,5% pekerja mengalami gangguan restriksi dan tidak terdapat pekerja mengalami gangguan fungsi paru kombinasi sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat 65% pekerja mengalami gangguan fungsi paru (obstruksi, restriksi dan kombinasi) sementara sisanya adalah pekerja yang tidak mengalami gangguan fungsi paru (35%). Data dari hasil penelitian di atas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel. 1 Gangguan fungsi paru pada pekerja

Variabel	N	%
Gangguan fungsi paru		
Tidak mengalami gangguan	14	35
Obstruksi	17	42,5
Restriksi	9	22,5
Kombinasi	0	0

Pekerja yang terpajan kadar debu aluminium melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) 5 mg/m³ sebanyak 72,5%, hampir setengahnya merupakan pekerja berusia >30 tahun (47,5%). Pekerja merokok sebanyak 77,5% dan memiliki kebiasaan olahraga tidak baik sebanyak 75%.

Mayoritas pekerja dengan masa kerja lama yaitu 67,5%, kemudian terdapat 57,5% pekerja pernah memiliki riwayat penyakit berhubungan dengan saluran pernapasan dan 47,5% pekerja menggunakan alat pelindung pernapasan tidak baik. Hasil penelitian tersebut di atas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel. 2 Distribusi Frekuensi variabel penelitian

Variabel	N	%
Kadar debu aluminium		
> NAB (5mg/m ³)	29	72,5
≤ NAB (5mg/m ³)	11	27,5
Umur		
> 30 tahun	19	47,5
≤ 30 tahun	21	52,5
Kebiasaan merokok		
Merokok	31	77,5
Tidak merokok	9	22,5

Kebiasaan olahraga		
Tidak baik	30	75,0
Baik	10	25,0
Masa kerja		
Lama (\geq 5 Tahun)	27	67,5
Baru (< 5 Tahun)	13	32,5
Riwayat penyakit		
Pernah	23	57,5
Tidak pernah	17	42,5
Alat pelindung pernapasan		
Tidak baik	19	47,5
Baik	21	52,5

Berdasarkan hasil analisis univariat diketahui bahwa tidak ada pekerja mengalami gangguan fungsi paru kombinasi (0%) sehingga untuk analisis bivariat gangguan fungsi paru hanya terdiri dari tiga kategori, gangguan obstruksi, restriksi dan tidak mengalami gangguan.

Hasil analisis bivariat dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh paparan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja CV X ($P=0,166$). Dari data yang didapat diketahui bahwa terdapat 51,7% pekerja mengalami gangguan fungsi paru obstruksi terpajan debu aluminium di atas NAB, sementara terdapat 24,1% pekerja mengalami gangguan restriksi terpajan debu aluminium di atas NAB.

Secara statistik, gangguan fungsi paru yang dialami pekerja CV X dipengaruhi oleh usia ($P=0,026$)

Tabel.3 Hasil analisis bivariat

Variabel	Gangguan fungsi paru			Total	P-Value
	Obstruksi	Restriksi	Tidak mengalami gangguan		
Paparan debu aluminium	> NAB	15 (51,7%)	7 (24,1%)	7 (24,1%)	0,166
	\leq NAB	2 (18,2%)	2 (18,2%)	7 (63,6%)	
Usia	> 30 tahun	8 (42,1%)	9 (47,4%)	2 (10,5%)	0,026
	\leq 30 tahun	9 (42,9%)	0 (0,0%)	12 (57,1%)	
Kebiasaan merokok	Merokok	16 (51,6%)	7 (22,6%)	8 (25,8%)	0,195
	Tidak Merokok	1 (11,1%)	2 (22,2%)	6 (66,7%)	
Kebiasaan olahraga	Tidak Baik	13 (43,3%)	7 (23,3%)	10 (33,3%)	1,000
	Baik	4 (40,0%)	2 (20,0%)	4 (40,4%)	
Masa kerja	Lama	14 (51,9%)	9 (33,3%)	4 (14,8%)	0,002
	Baru	3 (23,1%)	0 (0,0%)	10 (76,9%)	
Riwayat penyakit	Pernah	12 (52,2%)	6 (26,1%)	5 (21,7%)	0,121
	Tidak Pernah	5 (29,4%)	3 (17,6%)	9 (52,9%)	
Alat pelindung pernapasan	Tidak Baik	8 (42,1%)	8 (42,1%)	3 (15,8%)	0,138
	Baik	9 (42,9%)	1 (4,8%)	11 (52,4%)	

dan masa kerja ($P=0,002$), sedangkan kebiasaan merokok, olahraga, riwayat penyakit dan alat pelindung pernapasan tidak mempengaruhi gangguan fungsi paru.

Berdasarkan data yang didapat walaupun variabel-variabel disebutkan sebelumnya tidak memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru menunjukkan bahwa pekerja yang mengalami gangguan obstruksi dan restriksi dengan faktor risiko secara statistik tidak berpengaruh, cukup tinggi dapat dilihat pada Tabel 3.

PEMBAHASAN

Gangguan fungsi paru dalam penelitian ini ditinjau subjektif dari pemeriksaan gangguan paru dengan bantuan ahli tenaga kesehatan Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes) menggunakan alat ukur gangguan fungsi paru yaitu spirometer.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa mayoritas pekerja di bagian produksi CV X mengalami gangguan fungsi paru terdiri dari 42,5% mengalami gangguan obstruksi dan 22,5% mengalami gangguan restriksi. Dari hasil pengukuran juga diketahui bahwa tidak ada pekerja mengalami gangguan fungsi paru kombinasi (obstruksi-restriksi), sisanya adalah pekerja tidak mengalami gangguan fungsi paru (35%).

Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru. Dari data statistik diketahui bahwa mayoritas pekerja yang mengalami gangguan obstruksi terpajan debu aluminium di atas NAB (51,7%) dibandingkan dengan pekerja terpajan debu aluminium di bawah NAB dan juga lebih banyak pekerja mengalami gangguan restriksi terpajan debu aluminium di atas NAB (24,1%) daripada dengan pekerja terpajan debu aluminium di bawah NAB.

Dalam penelitian Shaaban, dkk menunjukkan bahwa pekerja terpajan aluminium secara bermakna mengalami batuk kronis (34,2%), dahak kronis (42,3%), mengi dada (42,3%) dan dispnea (36,9%). Gejala tersebut lebih banyak ditemukan pada pekerja terpajan aluminium secara terus-menerus 8 jam/hari.¹⁴ Shaabanm dkk juga menginterpretasi pada foto toraks menunjukkan bahwa pola retikuler, noduler, retikulonoduler dan kelainan diafragma secara bermakna lebih banyak terjadi pada pekerja terpajan aluminium secara terus-menerus 8 jam/hari.¹⁴

Hasil observasi diketahui bahwa ventilasi dan kebersihan lingkungan kerja tidak terjaga dan memadai, kondisi iklim kerja panas serta pencahayaan kurang. Dari hasil wawancara diketahui bahwa pekerja merasa terganggu dengan debu yang dihasilkan dari proses produksi kual. Dari hasil pengukuran kadar debu diketahui bahwa sebagian besar area produksi memiliki kadar debu di atas NAB 5 mg/m³ mengacu pada Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018.¹⁵

Berdasarkan hasil penelitian, meskipun secara uji statistik tidak terdapat pengaruh, namun ada kecenderungan pajanan debu aluminium menjadi faktor risiko terjadi gangguan fungsi paru pada pekerja CV X yang dapat dilihat dari besar proporsi kadar debu di atas NAB dan diikuti dengan lebih banyak pekerja mengalami gangguan obstruksi dan restriksi dengan pajanan debu di atas NAB sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar debu aluminium di bagian produksi maka akan semakin tinggi risiko pekerja CV X mengalami

gangguan fungsi paru.

Apabila kadar debu di area produksi tidak dikendalikan hingga tidak ada lagi kadar debu yang melebihi NAB maka akan terjadi efek pajanan kumulatif. Efek pajanan kumulatif adalah suatu kondisi pekerja terus terpajan debu selama mereka bekerja dalam hitungan tahun yang dipengaruhi oleh durasi, frekuensi dan konsentrasi debu sehingga pekerja tersebut berisiko menderita gangguan pernapasan sebagai akibat dari pajanan lama. Semakin lama seseorang bekerja di area berdebu semakin besar risiko pekerja tersebut menderita gangguan pernapasan sehingga dapat disimpulkan bahwa pajanan debu sejalan dengan masa kerja.

Debu aluminium yang masuk ke dalam paru manusia dapat menyebabkan fibrosis, alveolitis, asma, bronkitis kronis dan emfisema.^{14,16,17} Terdapat banyak penelitian mengenai insiden pneumonia, bronkitis, asma, pneumokoniosis, kanker paru, fibrosis dan bahkan terdapat kasus aluminosis pada pekerja dengan pajanan aluminium.^{17,18} Pajanan partikel kecil pada serbuk aluminium dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan aluminosis.¹⁷ Dapat disimpulkan bahwa pajanan debu aluminium ditambah dengan waktu pajanan lama dapat menyebabkan pekerja mengalami gangguan fungsi paru obstruksi, restriksi, dan kombinasi (obstruksi-restriksi).

Usia pekerja dalam penelitian ini berdasarkan hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru ($P=0,026$). Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 42,1% pekerja mengalami gangguan obstruksi dengan karakteristik berumur >30 tahun dan seluruh pekerja yang mengalami gangguan restriksi berumur >30 tahun. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Pawitra yang menyatakan bahwa faktor usia berhubungan dengan gangguan fungsi paru ($P=0,0005$).¹⁹

Pertambahan usia seseorang maka kapasitas vital paru akan semakin menurun sehingga rentan menderita gangguan fungsi paru²⁰ yang diakibatkan penurunan fungsi organ dan daya tahan tubuh. Penyakit paru seperti PPOK dan fibrosis meningkat seiring bertambahnya usia. Seiring bertambah usia

maka elastisitas jaringan paru menurun sehingga kekuatan pernapasan akan melemah. Cho dan Moliva, dkk. menjelaskan bahwa usia berkaitan dengan pengurangan kadar *Bronchoalveolar Lavage* (BAL) yang mengandung antioksidan seperti *Superoksida Dismutase* (SOD), *Glutathione Peroksidase*, Katalase, protein pengikat logam, vitamin dan surfaktan yang berguna untuk meminimalkan cedera oksidatif pada epitel pernapasan.^{21,22}

Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menyatakan kebiasaan merokok pekerja dalam penelitian ini tidak memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru pekerja CV X ($P=0,195$). Data penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang mengalami gangguan obstruksi adalah seorang perokok cukup tinggi sebesar 51,6% dan terdapat 22,6% pekerja mengalami gangguan restriksi adalah perokok.

Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI) tahun 2013 menyatakan kebiasaan merokok merupakan penyebab terpenting terhadap kejadian PPOK walaupun pekerja telah berhenti merokok, PPOK tetap terjadi karena kerusakan epitel dinding bronkus yang tidak reversibel.²³ Oleh sebab itu, bekas perokok dikategorikan sebagai perokok dalam penelitian ini.

Dari penelitian ini diketahui bahwa pekerja dapat menghisap rokok sebanyak ≥ 12 batang per hari, sehingga pekerja dapat dikategorikan ke dalam perokok berat. Hasil ini sesuai dengan data yang didapat bahwa terdapat 51,6% pekerja yang mengalami gangguan obstruksi adalah perokok.

Kebiasaan merokok dapat menimbulkan efek kumulatif terhadap gangguan fungsi paru karena asap rokok terhirup dapat menghilangkan bulu silia di saluran pernapasan. Bulu silia ini berfungsi sebagai penyaring udara dalam saluran pernafasan. Menurut penelitian Kuperman, merokok dapat menurunkan fungsi paru termasuk VEP_1 , KVP, VEP_1/KVP dan Aliran Ekspirasi Paksa/*Forced Expiratory Flow* (FEF_{25-75}).²⁴ Merokok menyebabkan defisit baik pada VEP_1/KVP dan FEF_{25-75} yang mengindikasikan obstruksi jalan napas dan penyakit saluran napas kecil pada perokok dewasa.²⁵

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan

bahwa tidak terdapat pengaruh antara kebiasaan olahraga terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja CV X ($P=1,000$). Hasil ini sejalan dengan penelitian Suroto yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara kebiasaan olah raga dengan gangguan fungsi paru ($P=0,894$).²⁶

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa sebesar 75,0% pekerja tidak melakukan olahraga secara baik dan teratur khususnya aerobik dan lebih cenderung berolahraga seperti bulutangkis, dan voli dengan frekuensi dan intensitas juga tidak teratur. Kebiasaan berolahraga sangat bermanfaat bagi kesehatan. Olahraga dapat meningkatkan aliran darah melalui paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum.

Kapasitas vital seorang yang sering berolahraga lebih besar daripada orang yang tidak pernah berolahraga. Kebiasaan olahraga akan meningkatkan kapasitas paru sebesar 30-40%. Apabila seseorang melakukan olahraga secara rutin tetapi juga memiliki kebiasaan merokok maka orang tersebut tetap berisiko mengalami gangguan fungsi paru. Pelkonen, dkk dan Dugral, dkk menyatakan, aktivitas fisis dapat mengurangi mortalitas dan memperlambat penurunan fungsi paru.^{27,28}

Masa kerja dalam penelitian ini dinyatakan memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja CV X ($P=0,002$). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Sukawati, dkk. yang menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara masa kerja (3-22 tahun) dengan gangguan fungsi paru ($P \leq 0,001$).²⁹ Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin lama masa kerja maka akan semakin besar paparan debu pada pekerja sehingga memperbesar risiko terjadi gangguan fungsi paru.³⁰

Hasil wawancara diketahui bahwa pekerja yang sudah bekerja selama 10 tahun sering merasakan pengap dan sesak napas akibat debu aluminium yang dirasakan bahkan tidak jarang pekerja mengalami batuk saat bekerja. Seperti halnya yang ditunjukkan oleh data statistik terdapat 51,9% pekerja mengalami gangguan obstruksi dengan masa kerja ≥ 5 tahun dan seluruh pekerja mengalami restriksi merupakan pekerja berumur >30

tahun dengan masa kerja ≥ 5 tahun.

Dalam penelitian ini tidak terdapat pekerja mengalami gangguan restriksi dengan masa kerja < 5 tahun. Pekerja yang masuk dalam kategori masa kerja ≥ 5 tahun, paling minimal dengan masa kerja 8 tahun dan maksimal dengan masa kerja 27 tahun. Gangguan restriksi diakibatkan oleh paparan debu aluminium baru akan terlihat setelah pekerja terpapar debu ≥ 5 tahun. Seperti yang dinyatakan dalam beberapa penelitian, terdapat beberapa kasus fibrosis paru pada pekerja dengan paparan aluminium merupakan pekerja dengan masa kerja ≥ 10 tahun.^{17,18,31}

Berdasarkan hasil penelitian ini, riwayat penyakit tidak memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru ($P=0,121$). Data penelitian menunjukkan bahwa 29,4% pekerja mengalami gangguan obstruksi adalah pekerja tidak pernah memiliki riwayat penyakit paru dan terdapat 17,6% pekerja mengalami restriksi tidak pernah memiliki riwayat penyakit paru.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Handari dkk. bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan antara riwayat penyakit dengan gangguan fungsi paru ($P=0,421$).³² Berbeda dengan penelitian Afiani bahwa terdapat hubungan antara riwayat penyakit dengan gangguan fungsi paru ($P=0,003$) sebab seseorang yang pernah mengidap penyakit paru berisiko terhadap berkurang ventilasi perfusi menyebabkan alveolus terlalu sedikit mengalami pertukaran udara.³³

Untuk mengetahui ada atau tidak riwayat penyakit tidak cukup hanya dengan wawancara menggunakan kuesioner melainkan harus ada pemeriksaan khusus secara klinis sebab riwayat penyakit terkait fungsi paru hanya bisa diketahui melalui anamnesis. Tidak terdapat hubungan antara riwayat penyakit dikarenakan responden tidak mengetahui memiliki penyakit paru karena tidak pernah melakukan pemeriksaan. Selain itu, responden seringkali menyembunyikan kondisi sebenarnya yang dialami dan menganggap bahwa fungsi paru masih dalam keadaan sehat.³²

Berdasarkan uji *Kolmogorov-Smirnov*, alat pelindung pernapasan tidak memiliki pengaruh

terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja CV X ($P=0,138$). Hasil penelitian yang serupa adalah penelitian yang dilakukan oleh Ombuh yang menyatakan tidak ada pengaruh antara penggunaan masker terhadap gangguan fungsi paru ($P=0,195$).³⁴ Data penelitian diketahui bahwa terdapat 42,1% pekerja yang mengalami gangguan obstruksi adalah pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung pernapasan dengan baik dan hampir seluruh pekerja yang mengalami gangguan restriksi adalah pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung pernapasan dengan baik.

Hasil observasi dan wawancara diketahui bahwa jenis alat pelindung pernapasan yang digunakan oleh pekerja CV X pada umumnya menggunakan kaos yang dililitkan pada wajah untuk menutupi hidung dan mulut. Namun, terdapat juga pekerja yang memakai masker sekali pakai, masker kain, sapu tangan, handuk kecil serta terdapat juga pekerja yang enggan menggunakan masker selama bekerja.

Proses inhalasi melalui hidung dan mulut adalah satu-satunya jalan bagi debu untuk terhirup kemudian memasuki nasofaring dan paru manusia.³⁵ Oleh karena itu, penerapan Alat Proteksi Diri (APD) di kalangan pekerja berdampak pada kinerja paru. Pemilihan dan penerapan APD yang benar terutama peralatan perlindungan pernapasan dapat mengurangi paparan pekerja terhadap debu di tempat kerja.

KESIMPULAN

Pada penelitian yang melibatkan 40 orang pekerja CV X ini dapat diketahui bahwa pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru sebanyak 65% terdiri dari 42,5% obstruktif, 22,5% restriktif dan tidak ada yang mengalami gangguan fungsi paru kombinasi. Terdapat 72,5% pekerja terpapar kadar debu aluminium melebihi NAB $5\text{mg}/\text{m}^3$.

Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh paparan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru. Secara statistik, gangguan fungsi paru yang dialami pekerja CV X dipengaruhi oleh usia ($P=0,026$) dan masa kerja ($P=0,002$).

Meskipun **hasil** penelitian menunjukkan bahwa debu aluminium tidak berpengaruh pada gangguan fungsi paru pekerja CV X namun dari hasil statistik juga diketahui bahwa masa kerja berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru sehingga dapat disimpulkan bahwa ada kecenderungan paparan debu aluminium menjadi faktor risiko terjadi gangguan fungsi paru. Kadar debu yang tinggi, durasi dan frekuensi serta lama paparan (dalam tahun) menjadi unsur yang memperparah suatu penyakit. Terlebih lagi secara substansi dan banyak laporan penelitian menyatakan bahwa debu aluminium dapat menyebabkan berbagai penyakit paru.

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk melakukan beberapa upaya pengendalian seperti menambah jumlah ventilasi terutama pada bagian pengikiran dan pencetakan, pihak perusahaan sebaiknya dapat mengatur rotasi kerja bagian pengikiran serta menyediakan alat pelindung pernapasan yang terstandar untuk seluruh pekerja di CV X. Pekerja sebaiknya menggunakan masker yang telah disiapkan oleh perusahaan ketika bekerja di area berdebu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Shaw CA, Seneff S, Kette SD, Tomljenovic L, Oller JW, Davidson RM. Aluminum-induced entropy in biological systems: Implications for neurological disease. *J Toxicol*. 2014;2014.
2. Choupani A, Jafari MJ, Boghsani GT, Azari MR, Zendehtdel R. Biological monitoring of occupational exposure to dust among aluminium foundry workers. *Russ Open Med J*. 2018;7(2):1–6.
3. Walton JR. Bioavailable aluminum: Its effects on human health. In: Jerome Nriagu, editor. *Encyclopedia of Environmental Health*. 2nd ed. Sydney: Elsevier Inc.; 2019. p. 315–327.
4. Fitria N. Gambaran Partikel Debu PM_{2,5} Dengan Keluhan Kesehatan Pada Karyawan Perpustakaan Kampus B Universitas Airlangga. *J Kesehat Lingkung*. 2016;8(2):206–18.
5. Gusti A, Arlesia A, Anshari LH, Masyarakat FK, Andalas U. Penurunan Derajat Kesehatan Pedagang Akibat Paparan Debu PM 10 Decreasing the Degrees of Health Due to PM 10 Exposure on Traders. *MKMI*. 2018;14(3):233–40.
6. Soemarwoto RAS, Mustofa S, Sinaga F, Rusmini H, Morfi W, Febriani N, et al. Hubungan Penyakit Paru Obstruksi Kronik (PPOK) dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) di Klinik Harum Melati Pringsewu Tahun 2016-2017. *J Kedokt Unila*. 2019;3(1):73–7.
7. Elmajzoup AAE, Elbadawi ARAA, Mohammed FAW. Respiratory Disorders in Aluminum Extrusion Workers. *Int J Respir Pulm Med*. 2018;5(1):1–7.
8. Ekawati, Suwondo A. Perbedaan Kapasitas Vital Paksa Paru Tenaga Kerja pada Lokasi Pengecoran/Pencetakan dan Lokasi Pengikiran/Pembubutan di Industri Kerajinan Cor Aluminium “ED” Giwangan Yogyakarta. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2005;4(2):71–8.
9. Peters S, Reid A, Fritschi L, De Klerk N, Musk AW. Long-term effects of aluminium dust inhalation. *Occup Environ Med*. 2013;70(12):864–8.
10. Sanie DK, Susanto AD, Harahap F. Gangguan Respirasi dan Faal Paru pada Pemulung di Bantar Gebang Bekasi. *J Respirologi Indones*. 2019;39(2):70–8.
11. Damayanti T, Pradipta J, Rahmawati I, Harlivasari AD, Prasetyo E, Bobby A. Survei Faal Paru dan Gejala Pernapasan pada Pengemudi Ojek Online di Kota Bekasi. *J Respirologi Indones*. 2019;39(1).
12. Musniatun W, Lestari H, Saptaputra S. Hubungan Masa Kerja, Penggunaan Masker, dan Kebiasaan Merokok dengan Kapasitas Vital Paru (Kvp) pada Polisi Lalu Lintas di Kota Kendari Tahun 2016. *J Ilm Mhs Kesehat Masy Unsyiah*. 2016;1(3):184919.
13. Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI). Gangguan Faal Paru [Internet]. *Klik Paru*. 2013 [cited 2020 Jun 19]. Available from: <https://www.klikparu.com/2013/01/gangguan-faal-paru.html#more>
14. Shaaban LH, Zayet HH, Aboufaddan HH, Elghazally SA. Respiratory hazards: clinical and

- functional assessment in aluminum industry workers. *Egypt J Chest Dis Tuberc.* 2016;65(2):537–43.
15. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 [Internet]. 5 Indonesia; 2018 [accessed: 04 June 2020] p. 200–7. Available from: <https://media.neliti.com/media/publications/163927-ID-kajian-keselamatan-dan-kesehatan-kerja-b.pdf%0Ahttp://ejournal-unisma.net>.
 16. Chen W, Monnat RJ, Chen M, Mottet NK. Aluminum Induced Pulmonary Granulomatosis. *Hum Pathol.* 1978;9(6):705–11.
 17. Sjögren B, Iregren A, Montelius J, Yokel RA. Aluminum. In: Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M, editors. *Handbook on the Toxicology of Metals.* 4th ed. Academic Press: Elsevier; 2015. p. 549–564.
 18. Cohen MD. Pulmonary Immunotoxicology of Select Metals: Aluminum, Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Manganese, Nickel, Vanadium, and Zinc. *J Immunotoxicol.* 2004;1(1):39–69.
 19. Pawitra AS. Pulmonary Function Disorders on Frying Workers of Tempe Chips Home Industry. *J Health Sci Prev.* 2019;3(3):5–10.
 20. Pruthi N, Multani NK. Influence of Age on Lung Function Tests. *J Exerc Sci Physiother.* 2012;8(1):1.
 21. Cho SJ, Stout-Delgado HW. Aging and Lung Disease. *Annu Rev Physiol.* 2020;82(1):433–59.
 22. Moliva JI, Rajaram MVS, Sidiki S, Sasindran SJ, Guirado E, Pan XJ, et al. Molecular composition of the alveolar lining fluid in the aging lung. *Age (Omaha).* 2014;36(3):1187–99.
 23. Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI). Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) [Internet]. 2013 [cited 2020 Jun 19]. Available from: <https://www.klikparu.com/2013/02/penyakit-paru-obstruktif-kronik-ppok.html>.
 24. Kuperman AS, Riker JB. The variable effect of smoking on pulmonary function. *Chest.* 1973;63(5):655–60.
 25. Tantisuwat A, Thaveeratitham P. Effects of smoking on chest expansion, lung function, and respiratory muscle strength of youths. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(2):167–170. doi:10.1589/jpts.26.167smoking on chest expansion, lung function, and respi. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(2):167–70.
 26. Suroto S, Jayanti S, Oviera A. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kapasitas Vital Paru Pada Pekerja Industri Pengolahan Kayu Di Pt. X Jepara. *J Kesehat Masy.* 2016;4(1):267–76.
 27. Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: A 25-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(4):494–9.
 28. Dugral E, Balkanci D, Ekizoglu O. Effects of smoking and physical exercise on respiratory function test results in students of university: A cross-sectional study. *Med (United States).* 2019;98(32).
 29. Sukawati E, Setiani O, Nurjazuli. A Study on Pulmonary Function Disorders among Welders at Sub District of Mertoyudan in the District of Magelang. *J Kesehat Lingkung Indones.* 2014;13(2):45–50.
 30. Meo SA, Abdul Azeem M, Subhan MMF. Lung Function in Pakistani Welding Workers. *J Occup Environ Med.* 2003;45(10):1068–73.
 31. Smolková P, Nakládalová M, Tichý T, Hampalová M, Kolek V. Occupational Pulmonary Aluminosis: A Case Report. *Ind Health.* 2014;52:147–51.
 32. Handari MC, Sugiharto, Pawenang ET. Karakteristik Pekerja dengan Kejadian Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Dipo Lokomotif. *Higeia J Public Heal Res Dev.* 2018;1(3):84–94.
 33. Afiani EE, Jayanti S, Widjasena B. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja di Unit Boiler Industri Tekstil X Kabupaten Semarang. *J Kesehat Masy.* 2016;4(3):372–82.
 34. Ombuh RV, Nurjazuli, Raharjo M. Hubungan Paparan Debu Terhirup terhadap Gangguan

Fungsi Paru pada Pekerja Bongkar Muat di Pelabuhan Manado Sulawesi Utara Tahun 2017. *Higiene*. 2017;3(2):69–75.

35. Yanagi N, Kitamura H, Mizuno M, Hata K, Uchiyama T, Kuga H, et al. A 4-years follow-up cohort study of the respiratory functions in toner-handling workers. *Saf Health Work*. 2014;5(4):222–6.

The Effect of Aluminium Dust Exposure on Lung Function Disorders

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

6%

★ www.scribd.com

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On