**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 priok yang menghasilkan kontaminan debu aluminium. Pekerja dengan jam kerja lebih dari delapan jam dan minimnya pertukaran udara dapat mempengaruhi fungsi paru. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja di CV X.*

***Metode:*** *Jenis penelitian merupakan penelitian kuantitatif dengan desain Cross Sectional Study. Pengambilan sampel menggunakan teknik simple random sampling sesuai kriteria insklusi dan ekslusi sehingga didapatkan sampel sebesar 40 responden.* *Analisis data dilakukan menggunakan analisis univariat dan bivariat menggunakan uji Chi-Square*

***Hasil:*** *Hasil menunjukkan ada pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru (p=0,029), dimana terdapat 65% pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru, yang terdiri dari 42,5% pekerja yang mengalami obstruktif, 22,5% pekerja yang mengalami restriktif, dan tidak ada yang mengalami gangguan fungsi paru kombinasi. sementara sisanya yaitu 35% pekerja tidak mengalami gangguan fungsi paru. Kadar debu aluminium yang berada diatas NAB (5 mg/m3) sebesar 72,5%. Selain itu, gangguan fungsi paru juga dipengaruhi oleh umur, kebiasaan merokok, masa kerja dan penggunaan alat pelindung pernapasan.*

***Kesimpulan:*** *Dari hasil penelitian diketahui bahwa pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru sebesar 75,9% merupakan pekerja yang terpajan debu aluminium diatas NAB (5 mg/m3), sehingga perlu adanya upaya pengendalian berupa penambahan ventilasi untuk mengurangi kadar debu yang terdapat di lingkungan kerja..*

***Kata kunci:*** *Debu aluminium; gangguan fungsi paru; pabrik kuali*

***THE EFFECT OF ALUMINUM DUST EXPOSURE ON LUNG FUNCTION DISORDERS***

***Abstract***

***Background:*** *Industrial development continues to increase every year. Aluminum dust is one of the contaminants produced by industrial activities that can cause toxicological effects on humans. CV X is the manufacture of frying pan and pot 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.*

***Method:*** *This type of research was a quantitative study with a cross-sectional study design and used simple random sampling technique with total sample 40 respondents. Data analysis was performed by univariate and bivariate analysis using the Chi-Square test.*

***Results:*** *There was an effect of aluminum dust exposure on pulmonary function disorder (p = 0.029), 65% workers have lung function disorders, 42.5% workers were obstructive, 22.5% workers were restrictive, no one has combined lung dysfunction, 35% of workers were not have lung function disorder. The level of aluminum dust is above the threshold value (5 mg/m3) is 72.5%. In addition, lung function disorder is also influenced by age, smoking habits, length of work and use of respiratory protective equipment.*

***Conclusion*** *The workers with lung dysfunction of 75.9% are workers exposed to aluminum dust above the NAV (5 mg/m3), so additional ventilation is needed to reduce dust levels.*

***Keywords:*** *Aluminum dust; lung function disorders; frying pan factory*

**Korespondensi:** Novrikasari

**Email:** novrikasari@fkm.unsri.ac.id**; Hp:** +6281373925977

**PENDAHULUAN**

Aluminium merupakan salah satu senyawa paling melimpah di kerak bumi yang menyebabkan banyak terjadinya paparan aluminium karena keberadaan dan penggunaannya 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 dari proses kegiatan industri yang memiliki dampak toksikologi terhadap tubuh manusia. Banyaknya debu aluminium yang terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan fibrosis paru, asma, dan gangguan pada ginjal. Penelitian di Jerman, Inggris, Australia dan Selandia baru menemukan bahwa ada hubungan sebab akibat antara penyakit pernapasan akibat paparan debu aluminium.3

Industri pembuatan kuali merupakan salah satu kegiatan yang menghasilkan debu aluminium pada saat peleburan bahan baku. Debu yang dihasilkan memiliki ukuran 0,1 µm – 0,25 µm yang artinya semakin kecil ukuran partikel akan berpengaruh sebagai pemicu timbulnya infeksi pernapasan. Partikel berukuran kecil dapat mencapai paru-paru dan mengendap pada bronkus dan alveolus sehingga dapat menurunkan pertukaran gas dalam paru-paru.4,5

WHO melaporkan terdapat 600 juta orang menderita penyakit paru obstruktif kronik. Pada tahun 2012 sekitar 3,1 juta orang meninggal karena gangguan fungsi paru dan diperkirakan menjadi penyebab utama ketiga kematian di seluruh dunia tahun 2030.6 Gangguan fungsi paru umumnya dapat dikelompokkan menjadi gangguan paru obstruktif dan gangguan paru restriktif. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada pekerja pabrik ekstruksi auminium di Sudan menujukkan terdapat hubungan akibat paparan debu aluminium terhadap gangguan pernapasan.7 Penelitian Ekawati menyebutkan fibrosis interstisial dan nodular yang ditemukan di paru berhubungan dengan inhalasi dan retensi debu aluminium.8 Telah dilaporkan juga beberapa efek kesehatan jangka panjang akibat paparan debu aluminium yaitu peningkatan risiko penyakit Alzheimer dan penyakit serebrovaskular. 9

Menurut penelitian terdahulu, masa kerja mempengaruhi gangguan fungsi paru, dimana pekerja dengan masa kerja > 10 tahun berisiko 3,5 kali mengalami gangguan fungsi paru dan pekerja dengan usia ≥ 40 tahun berisiko mengalami penurunan nilai VEP1 dan KVP secara normal sebesar 20-30 ml/tahun ketika usia >35 tahun.10,11 Penelitian Musniatun, et al pada polisi lalu lintas menunjukan adanya hubungan antara penggunaan masker dan kebiasaan merokok dengan gangguan fungsi paru.12

CV X merupakan industri yang bergerak pada bidang pembuatan kuali dan periok dengan bahan dasar yang digunakan adalah besi aluminium yang dilebur menjadi aluminium baru. Hasil observasi diketahui terdapat tiga tahap dalam proses produksi yaitu peleburan, pencetakan, dan pengikiran. 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 akses untuk keluar masuk. Sebagian pekerja bahkan tidak menggunakan pelindung pernapasan. Kondisi lingkungan kerja yang berdebu dengan minimnya pertukaran udara dan kebiasaan pekerja merokok didalam tempat kerja yang berdebu, kurangnya kesadaran akan penggunaan masker serta beberapa faktor risiko lainnya yang apabila kondisinya terus dibiarkan maka akan mempengaruhi penurunan kapasitas vital paru.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang pajanan kadar debu Aluminium terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja CV X dengan harapan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru serta mendapatkan informasi mengenai data kesehatan pekerja khususnya data gangguan fungsi paru yang dapat digunakan dalam pendeteksian penyakit paru pada pekerja bagian produksi CV X.

**METODE**

Jenis penelitian merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *Cross Sectional Study*. Pada penelitian ini populasi adalah seluruh pekerja dibagian produksi CV X yang dimana jumlahnya sebanyak 40 orang. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *simple random sampling* sesuai kriteria insklusi dan ekslusi sehingga didapat sampel sebesar 40 responden. Pengukuran kadar debu di daerah produksi dengan menggunakan alat Haz Dust Model EPAM 5000 dan pengukuran kapasitas vital paru pada pekerja menggunakan alat Minato Autospiro AS-505.

Penentuan titik pengukuran kadar pajanan debu aluminium di area atau lokasi kerja dilakukan dengan cara penilaian secara profesional (*professional judgment*) mengindikasikan adanya kemungkinan terpapar debu aluminium karena adanya sumber debu atau terpajan debu Aluminium, adanya keluhan subyektif, pada area tersebut terdapat pekerja yang melaksanakan pekerjaan dan berpotensi terkena paparan debu serta area berdebu yang merupakan zona aktivitas dan pergerakan pekerja selama bekerja di area tersebut.

Lama pengukuran dilakukan sesuai SNI- 16-7061-2004 tentang Pengukuran Debu Aluminium dengan parameter Debu Aluminium yaitu dilakukan sebanyak 3 kali dalam 8 jam kerja dengan periode waktu minimal 60 menit dan 120 menit untuk pajanan yang terputus-putus. Analisis data dilakukan menggunakan analisis univariat dan bivariat menggunakan uji Chi-Square pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil uji dikatakan memiliki hubungan yang bermakna apabila p-*value* yang dihasilkan dari uji statistik adalah < 0.05.

**HASIL**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 40 responden di CV X terdapat 65% pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru sementara terdapat 35% pekerja yang tidak mengalami gangguan fungsi paru (Tabel 2). Jika dilihat dari gangguan fungsi parunya, terdapat 42,5% pekerja yang mengalami obstruktif, 22,5% pekerja yang mengalami restriktif, dan tidak adala yang mengalami gangguan fungsi paru kombinasi (Tabel 1).

Tabel. 1 Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Variabel  | N | % |
| Gangguan Fungsi Paru |  |  |
| Tidak Mengalami Gangguan | 14 | 35 |
| Obstruktif | 17 | 42,5 |
| Restriktif | 9 | 22,5 |
| Kombinasi | 0 | 0 |

Pekerja yang terpajan kadar debu aluminium melebihi NAB (5 mg/m3) sebanyak 72,5%, yang hampir setengahnya merupakan pekerja dengan usia > 30 tahun (47,5%). Pekerja yang merokok sebanyak 77,5% dan memiliki kebiasaan olahraga tidak baik sebanyak 75%. Selain itu, mayoritas pekerja dengan masa kerja lama yaitu 67,5%, kemudian terdapat 57,5% pekerja yang pernah memiliki riwayat penyakit dan 47,5% pekerja yang menggunakan alat pelindung pernapasan tidak baik (Tabel 2)

Tabel 2 Distribusi Frekuensi variabel penelitian

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Variabel  | N | % |
| Gangguan Fungsi Paru |  |  |
| Mengalami Gangguan | 26 | 65 |
| Tidak Mengalami Gangguan | 14 | 35 |
| Kadar Debu Aluminium |  |  |
| > NAB (5mg/m3) | 29 | 72,5 |
| ≤ NAB (5mg/m3) | 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 |
| Baik | 10 | 25 |
| Masa Kerja |  |  |
| Lama (≥ 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 |

Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja CV X (p-*value*=0,029; 95%CI=0,93-4,681). Seilain itu, terdapat juga variabel lain yang mempengaruhi gangguan fungsi paru pada pekerja yaitu usia dengan p-*value*=0,006 (95%CI=1,244-3,502), kebiasaan merokok p-*value*=0,044 (95%CI=0,863-5,738), masa kerja dengan p-*value*=0,001 (95%CI=1,351-10,083), dan penggunaan alat pelindung pernapasan dengan p-*value*=0,037 (95%CI=1,084-2,884). Hasil analisis bivariat dapat dilihat pad Tabel 3 di bawah ini.

Tabel.3 Hasil Analisis Bivariat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variabel** | **Gangguan Fungsi Paru** | **Total** | **P Value** | **PR****(95% CI)** |
| **Mengalami Gangguan** | **Tidak Mengalami Gangguan** |
| Pajanan Debu Aluminium | > NAB  | 22 (75,9%) | 7 (24,1%) | 29 (100%) | 0,029 | 2,086(0,93-4,681) |
| ≤ NAB | 4 (36,4%) | 7 (63,6%) | 11 (100%) |
| Usia | > 30 tahun | 17 (89,5%) | 2 (10,5%) | 19 (100%) | 0,006 | 2,088(1,244-3,502) |
| ≤ 30 tahun | 9 (42,9%) | 12 (57,1%) | 21 (100%) |
| Kebiasaan Merokok | Merokok | 23 (74,2%) | 8 (25,8%) | 31 (100%) | 0,044 | 2,226(0,863-5,738) |
| Tidak Merokok | 3 (33,3%) | 6 (66,7%) | 9 (100%) |
| Kebiasaan Olahraga | Tidak Baik | 20 (66,7%) | 10 (33,3%) | 30 (100%) | 0,718 | 1,111(0,631-1,956) |
| Baik | 6 (60,6%) | 4 (40,4%) | 10 (100%) |
| Masa Kerja | Lama | 23 (85,2%) | 4 (14,8%) | 27 (100%) | 0,001 | 3,691(1,351-10,083) |
| Baru | 3 (23,1%) | 10 (76,9%) | 13 (100%) |
| Riwayat Penyakit | Pernah | 18 (78,3%) | 5 (21,7%) | 23 (100%) | 0,087 | 1,663(0,961-2,878) |
| Tidak Pernah | 8 (47,1%) | 9 (52,9%) | 17 (100%) |
| Alat PelindungPernapasan | Tidak Baik | 16 (84,2%) | 3 (15,8%) | 19 (100%) | 0,037 | 1,768(1,084-2,884) |
| Baik | 10 (47,6%) | 11 (52,4%) | 21 (100%) |

**PEMBAHASAN**

Gangguan fungsi paru dalam penelitian ini ditinjau secara subjektif dari pemeriksaan gangguan paru dengan bantuan ahli tenaga kesehatan hiperkes menggunakan alat ukur gangguan fungsi paru yaitu spirometer. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan Namun hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Ekawatiyang menyatakan tenaga kerja pada kedua lokasi sebagian besar pernah bekerja di lingkungan kerja yang berdebu, masing-masing sebanyak 66,7% untuk lokasi pengecoran/pencetakan dan 53,3% untuk lokasi pengikiran/pembubutan. Hal ini disebabkan adanya faktor kadar debu, lama kerja, kebiasaan pemakaian masker, dan faktor lain di lingkungan kerjanya dahulu.8

Dalam penelitian ini, kadar debu yang berada diatas NAB cenderung terjadi pada posisi pekerja dimana ventilasi dan kebersihan industri tersebut tidak terjaga dan memadai, iklim kerja yang panas dan pencahayaan yang kurang. Dari hasil pengukuran juga didapatkan besarnya hasil pengukuran kadar debu, hal ini dapat membuat gangguan fungsi paru pekerja dan menimbulkan penyakit paru pada pekerja.

Usia pekerja dalam penelitian ini memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru dengan p-*value=* 0,006 dan nilai *Prevalence Ratio* (PR) menunjukkan angka 2,088 artinya responden dengan usia > 30 tahun berisiko 2,088 kali lebih tinggi untuk mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan responden dengan usia ≤ 30 tahun (95% CI=1,2443,502).

Meningkatnya usia seseorang maka kerentanan terhadap penyakit juga akan semakin meninggi, terutama gangguan pernapasan pada pekerja ditandai dengan adanya penurunan fungsi paru-paru.13 Sejalan dengan penelitian Pawitra yang menyatakan bahwa usia merupakan faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru dan memiliki nilai p-*value*=0,000 dengan *Prevalence Ration* (PR) menunjukkan angka 8,4 artinya pekerja yang berumur > 40 tahun berpotensi mengalami gangguan fungsi paru.14 Penyakit paru seperti PPOK dan fibrosis meningkat seiring bertambahnya usia. Penelitian Soo Jung Cho 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.15,16 Pertambahan usia seseorang akan mempengaruhi jaringan tubuh. Fungsi elastisitas jaringan paru akan mengalami penurunan, sehingga kekuatan pernapasan akan melemah.

Kebiasan merokok pekerja dalam penelitian ini memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru dengan p-*value*=0,44 dan nilai *Prevalence Ratio* (PR) menunjukkan angka 2,226 artinya pekerja yang memiliki kebiasaan merokok berisiko 2,226 kali lebih tinggi untuk mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan responden yang tidak memiliki kebiasaan merokok (95% CI=0,863-5,738). Kebiasaan merokok pekerja dapat memberikan dampak kumulatif terhadap timbulnya gangguan fungsi paru. Hal ini disebabkan asap rokok akan menghilangkan bulu-bulu silia di saluran pernafasan yang berfungsi sebagai penyaring udara yang masuk dalam pernafasan. Menurut penelitian Kuperman, merokok dapat menurunkan fungsi paru termasuk FVC, FEV1, FEV1/FVC, dan FEF25-85.17 Merokok menyebabkan defisit baik pada FEV1/FVC dan FEF25-75 yang mengindikasikan obstruksi jalan napas dan penyakit saluran napas kecil pada perokok dewasa.18

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nauphar yang menyatakan bahwa kebiasaan merokok memiliki pengaruh terhadap kapasitas vital paru dengan p < 0,05 dan paparan rokok terbukti dapat menyebabkan penurunan fungsi paru secara akut khususnya terhadap nilai FVC.19 Penelitian Suroto juga menyatakan ada hubungan antara kebiasaan merokok dengan kapasitas vital paru pada pekerja industry pengolahan kayu di PT. X, Jepara dengan p-*value*=0,000.20 Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Amaliyah yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh kebiasaan merokok dengan gangguan fungsi paru pada pekerja polisi lalu lintas di Satlantas Polrestabes Semarang dengan p-*value*=1,000.21

Pada penelitian ini sebanyak 40 pekerja yang merokok dimulai dari usia 15 tahun dan beberapa pekerja merokok sudah merokok ≤ 15 tahun selama hidupnya. Pekerja dapat menghisap rokoknya sebanyak ≥ 12 batang per hari, sehingga pekerja dapat dikategorikan ke dalam perokok berat. Alasan dari pekerja merokok dikarenakan efek atau pengaruh akibat stress pada saat bekerja dan ada yang terikut dari lingkungan sekitar.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara kebiasaan olahraga terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja dengan p-*value*=0,0718. Hasil ini sesuai dengan penilitian Suroto menunjukkan tidak ada hubungan antara kebiasaan olah raga dengan gangguan fungsi paru (p=0,894).22

Namun berbeda dengan penelitian Fadhillah yang menunjukkan ada hubungan antara kebiasaan olah raga petugas penjaga pintu tol Tangerang-Karawaci dengan gangguan fungsi paru. Secara umum olahraga akan meningkatkan kapasitas paru.23 Namun berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa sebesar 66,7% pekerja tidak melakukan olahraga secara baik dan teratur khususnya aerobik, dan lebih cenderung berolahraga seperti badminton, dan volly dimana frekuensi dan intensitasnya juga tidak teratur. Kebiasaan berolahraga sangat bermanfaat bagi kesehatan. Pelkonen, et al. melaporkan bahwa aktivitas fisik dapat mengurangi mortalitas dan memperlambat penurunan fungsi paru/*Pulmonary Function* (PF).24,25

Masa kerja dalam hasil penelitian ini dinyatakan memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru dengan p­-*value*=0,000 dan nilai *Prevalence Ratio* (PR) menunjukkan angka 3,691 artinya pekerja dengan masa kerja yang lama berisiko 3,691 kali lebih tinggi untuk mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan pekerja dengan masa kerja yang baru (95% CI=1,351-10,083).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Sukawati, et al. yang menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara masa kerja (3 – 22 tahun) dengan ganggan fungsi paru dengan p-*value* = <0,001 dan PR 95% CI = 9,257.26 Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin lama masa kerja, akan semakin besar paparan debu pada pekerja sehingga memperbesar risiko terjadinya gangguan fungsi paru.27

Dari hasil wawancara diketahui bahwa pekerja merasa terganggu dengan debu yang dihasilkan dari proses produksi kuali. Pekerja yang sudah bekerja selama 10 tahun sering merasakan pengap dan sesak napas akibat debu aluminium yang dirasakan bahkan tidak jarang pekerja mengalami batuk-batuk saat bekerja.

Adanya riwayat penyakit dalam hasil penelitian ini tidak memiliki pengaruh terhadap gangguan fungsi paru. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ekawatiyang menyatakan bahwa pada tenaga kerja yang sama-sama pernah menderita sakit saluran pernafasan pada kedua lokasi menunjukkan tidak ada perbedaan KVP (p-*value*=0,221).8

Namun hasil ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Betiandriyan yang menyatakan ada hubungan antara riwayat penyakit paru pekerja dan tidak dengan gangguan fungsi paru (p-*value*=0,038). Sebagian besar (93,3%) tenaga kerja pada lokasi pengecoran/pencetakan tidak pernah menderita penyakit yang berhubungan dengan saluran pernafasan. Begitu pula tenaga kerja di lokasi pengikiran/pembubutan.

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa ada pengaruh antara penggunaan alat pelindung pernapasan terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja dengan p­-*value*=0,037 dan nilai *Prevalence Ratio* (PR) menunjukkan angka 1,768 artinya responden yang menggunakan alat pelindung pernapasan dengan tidak baik berisiko 1,768 kali lebih tinggi untuk mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan responden yang menggunakan alat pelindung pernapasan dengan baik (95% CI = 1,084 - 2,884).

Hasil ini sejalan dengan Alfabet, et al yang menyatakan bahwa APD berupa masker berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru dan memiliki nilai (p-*value*=0,036) dengan PR=1,735 artinya pekerja yang tidak menggunakan APD memiliki risiko hamper 2 kali lebih besar untuk mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan dengan pekerja yang menggunakan APD.28 Penelitian Mengkidijuga menyatakan bahwa adanya hubungan yang bermakna antara penggunaan APD dengan gangguan fungsi paru (p-*value*=0,010) dan PR=0,572 ; 95% CI = 0,390– 0,838 menunjukkan penggunaan APD merupakan faktor protektif untuk terjadi gangguan fungsi paru pada karyawan. Namun berbeda dengan penelitian Ombuhyang menyatakan tidak ada pengaruh antara penggunaan masker terhadap gangguan fungsi paru dengan nilai (p-*value*=0,195).29

Penelitian Ekawatipada tenaga kerja yang sama-sama rutin memakai masker menunjukkan tidak adanya perbedaan pada kedua lokasi (p-*value*=0,831). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun rerata paparan debu aluminium pada kedua lokasi berbeda, tidak ada pengaruh antara paparan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru.8

Hasil observasi dan wawancara pada pekerja CV X jenis alat pelindung pernapasan yang dipakai pada umumnya menggunakan kaos yang dililitkan pada wajah untuk menutupi hidung dan mulut, dan hampir setiap harinya diganti. Selain itu, pekerja lainnya pun memakai masker sekali pakai, kain, sapu tangan, serta handuk kecil. Namun tidak semua pekerja memakai maasker saat bekerja, kebanyakan mereka adalah pekerja yang bertugas di bagian pengikiran.

Proses inhalasi melalui hidung dan mulut adalah satu-satunya jalan bagi debu untuk terhirup kemudian memasuki nasofaring dan paru-paru manusia.30 Oleh karena itu, penerapan APD di kalangan pekerja berdampak pada kinerja paru-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%, yang terdiri dari 42,5% obstruktif, 22,5% restriktif, dan tidak ada yang mengalami gangguan fungsi paru kombinasi. Serta terdapat 72,5% pekerja terpajan kadar debu aluminium melebihi NAB (5mg/m3). Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa ada pengaruh pajanan debu aluminium terhadap gangguan fungsi paru. Selain itu, usia, kebiasaan merokok, masa kerja dan penggunaan alat pelindung pernapasan juga mempengaruhi gangguan fungsi paru pekerja di CV X. Sedangkan kebiasaan olahraga dan riwayat penyakit pekerja tidak ada pengaruh terhadap gangguan fungsi paru pekerja. Dari hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk melakukan beberapa upaya pengendalian seperti menambah jumlah ventilasi khususnya pada bagian pengikiran dan percetakan, pihak perusahaan sebaiknya dapat mengatur rotasi kerja khususnya bagian pengikiran serta menyediakan alat pelindung pernapasan yang baik 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, Zendehdel 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 [Internet]. 2nd ed. Encyclopedia of Environmental Health. Elsevier Inc.; 2019. 315–327 p. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11197-2

4. Fitria N. Gambaran Partikel Debu PM2,5 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 Pajanan Debu PM 10 Decreasing the Degrees of Health Due to PM 10 Exposure on Traders. J 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. Ammar Awad Elshiekh E, Abdel Rouf Ahmed Abbas E, Faiz Abel Wahab M. 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. Pruthi N, Multani NK. Influence of Age on Lung Function Tests. J Exerc Sci Physiother. 2012;8(1):1.

14. Pawitra AS. Gangguan Faal Paru pada Pekerja Penggorengan Home Industri Keripik Tempe Pulmonary Function Disorders on Frying Workers of Tempe Chips Home Industry. 2019;3(3):5–10.

15. Cho SJ, Stout-Delgado HW. Aging and Lung Disease. Annu Rev Physiol. 2020;82(1):433–59.

16. 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.

17. Kuperman AS, Riker JB. The variable effect of smoking on pulmonary function. Chest [Internet]. 1973;63(5):655–60. Available from: http://dx.doi.org/10.1378/chest.63.5.655

18. 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.

19. Nauphar D. Pengaruh Merokok Terhadap Kapasitas Vital Swadaya Gunung Jati Cirebon. Tunas Med J Kedokt dan Kesehat. 2014;2(4):1–3.

20. 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.

21. Amaliyah RA, Onny S, Dangiran LH. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Gangguan Fungsi Paru pada Polisi Lalu Lintas Di Satlantas Polrestabes Semarang. J Kesehat Masy. 2018;6(6):2356–3346.

22. Rahayu Simanjuntak NS. Hubungan Antara Kadar Debu Batubara Total Dan Terhirup Serta Karakteristik Individu Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Di Lokasi Coal Yard PLTU X Jepara. J Kesehat Masy Univ Diponegoro. 2013;2(2):18705.

23. Fadilah N. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Petugas Operasional Penjaga Pintu Tol Tangerang-Karawaci PT. Jasa Marga Cabang Jakarta-Tangerang Tahun 2016 Nesha. 2016;8. Available from: http://digilib.esaunggul.ac.id/public/UEU-Undergraduate-7951-jurnal.pdf

24. 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.

25. 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).

26. Endang Sukawati, Onny Setiani N. 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.

27. Meo SA, Abdul Azeem M, Subhan MMF. Lung Function in Pakistani Welding Workers. J Occup Environ Med. 2003;45(10):1068–73.

28. Alfabet COGY, Suhartono, R. Djoko N. Hubungan Beberapa Faktor dengan Fungsi Paru pada Pekerja Wanita Di Industri Furniture PT. Ebako Nusantara Semarang Trimester II Tahun 2017. 2017;5(5):548–60.

29. 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.

30. 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 [Internet]. 2014;5(4):222–6. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2014.07.001