

HUBUNGAN KADAR KADMIUM SERUM TERHADAP FEV1 DAN FVC YANG DIUKUR DENGAN SPIROMETRI PADA PEKERJA PARKIR TERMINAL BUS ARJOSARI

Alif Ramadhan, Shinta Kusumawati, Aris Widodo
Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang
Email : Alif.96ramadhan@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia semakin meningkat yang dapat mengakibatkan peningkatan pencemaran udara yang diakibatkan oleh pembuangan gas hasil pembakaran. Kadmium merupakan logam berat, yang salah satunya terkandung didalamnya. Kadmium dapat masuk kedalam tubuh melalui jalur inhalasi yang nantinya akan mengendap di paru-paru. Pekerja parkir merupakan salah satu pekerjaan yang mudah terpapar oleh emisi kendaraan bermotor. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar kadmium serum terhadap nilai FEV1 (*Forced Expiration Volume in One Second*) dan FVC (*Forced Vital Capacity*).

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi penelitian adalah pekerja parkir terminal bus arjosari yang terpapar asap kendaraan bermotor. Pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel penelitian adalah pekerja parkir yang memenuhi kriteria dan aktif bekerja >1 tahun di Terminal Bus Arjosari serta kooperatif dan bersedia menjadi subyek. Pengumpulan data menggunakan kuisioner, pemeriksaan fungsi paru (FEV1 dan FVC) menggunakan Spirometri dan pemeriksaan kadar logam kadmium serum menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Hasil: Nilai rata-rata kadmium pada KLP1 (Kelompok Lama Paparan 1) dan KLP2 (Kelompok Lama Paparan 2) masing-masing (23,643 µg/L; 25,828 µg/L). Nilai FEV1 ditemukan lebih banyak hasil normal pada kedua kelompok dengan rata-rata (95,66% pred ; 98,37% pred). Pada penilaian FVC kedua kelompok lebih banyak mengalami penurunan dengan rata-rata (70,2% pred ; 61,125% pred). Pada kelompok KLP1 dan KLP2 hubungan kadar kadmium terhadap FEV1 dan FVC menunjukkan hasil korelasi yang tidak signifikan ($p > 0,05$).

Kesimpulan: Terdapat peningkatan nilai kadmium diatas nilai normal pada pekerja parkir terminal bus Arjosari tetapi tidak ada pengaruh pada fungsi paru.

Kata Kunci : Kadmium , FEV1, FVC, Pekerja Parkir

CORRELATION OF CADMIUM SERUM LEVELS ON FEV1 AND FVC MEASURED WITH SPIROMETRY IN BUS STATION ARJOSARI PARKING WORKERS

Alif Ramadhan, Shinta Kusumawati, Aris Widodo
Faculty of Medicine, Islamic University of Malang
Email : Alif.96ramadhan@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: The increasing number of vehicles in Indonesia leads to an elevation of air pollution. One of the heavy metal contained in air pollution is cadmium, and its inhalation affects in several lung problems caused by this compound. Parking workers is one of an occupational who are easily exposed to vehicle emissions. Therefore, this study aimed to determine the correlation between cadmium serum levels and FEV1 (*Forced Expiration Volume in One Second*), or FVC (*Forced Vital Capacity*) levels.

Method: This observational analytic study was a cross sectional approach. The Arjosari bus station parking workers, who were exposed to vehicle fumes, were the sample. They were selected using purposive sampling technique. The study sample was parking workers who met the criteria and actively worked >1 year at Arjosari bus station and were cooperative and willing to be the subjects. The questionnaire was filled, and then we examined the pulmonary functions (FEV1 and FVC) using spirometry. The serum cadmium level was detected using AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Results: The average cadmium values in KLP1 (Long Exposure Group 1) and KLP2 (Long Exposure Group 2) were 23,64 and 25,83 µg/L, respectively. The FEV1 level were normal in both groups (the average value 95.66% pred and 98.37% pred). The FVC level were lower in these groups (the average value 70.2% pred and 61.125% pred). There no significant correlation between KLP1 and KLP2 groups in cadmium serum level with FEV1 or FVC ($p > 0.05$).

Conclusion: The serum cadmium level of Arjosari bus station parking workers are higher than normal but they have no lung dysfunction.

Keywords: Cadmium level, FEV1, FVC, Parking Workers

PENDAHULUAN

Pembangunan yang berkembang pesat dewasa ini, khususnya dalam teknologi dan industri, serta meningkatnya jumlah kendaraan bermotor berbahan bakar fosil (minyak) dapat menyebabkan udara di sekitar kita menjadi tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran¹. Pada rentang 2016, perbandingan antara jumlah kendaraan bermotor dengan penduduk di Indonesia diperkirakan mencapai 1:2. Seterusnya, dari tahun ke tahun, kondisi tersebut semakin meningkat².

Logam berat merupakan bahan pencemaran lingkungan, dan beberapa dari unsur logam berat tersebut merupakan logam yang paling berbahaya, diantara unsur-unsur logam berat pencemar lingkungan tersebut adalah Arsen (As), Timbal (Pb), Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd)³.

Dibandingkan dengan jenis logam berat lainnya, kadmium merupakan salah satu jenis logam berat bertoksitas tinggi, penyebaran yang luas serta memiliki waktu paruh (*biological half life*) yang panjang pada tubuh organisme hidup yaitu sekitar 10-30 tahun karena tidak dapat didegradasi. Kadmium yang berbentuk partikel dapat masuk ke dalam tubuh melalui jalur inhalasi yang nantinya dapat mengendap dalam paru dan dapat menerobos alveolar serta masuk ke dalam aliran darah^{4,5}. Kadmium dapat membentuk radikal bebas melalui aktivasi *Nicotine-Amide Adenine Dinukleotida Phosphate* (NADPH) oksidase. NADPH oksidase merupakan enzim yang dapat mengubah molekul oksigen dan memproduksi *anion superoksida* (O_2^-) yang dapat mengakibatkan stres oksidatif^{6,7}. Stres oksidatif memicu terjadinya destruksi jaringan elastin maupun kolagen paru⁸. Selain itu, stres oksidatif juga dapat mengiritasi bronkus dan bronkiolus, kemudian terjadi pembentukan Ig E dalam jumlah abnormal yang mengakibatkan edema lokal pada bronkiolus, sekresi mucus pada lumen bronkus, dan spasme otot polos bronkiolus⁹. Standar partikel kecil yang merugikan kesehatan karena kemampuannya untuk mencapai daerah yang lebih dalam pada saluran pernapasan adalah *particulate matter* <10 (PM-10) berdasarkan PP No.41 Tahun 1999.

Pekerjaan yang mudah terpapar oleh emisi kendaraan bermotor merupakan salah satu titik area dengan pencemaran udara yang tinggi. Kejadian yang berlangsung secara terus menerus akan berdampak pada pengendapan gas emisi kendaraan bermotor pada paru-paru karena terhirup oleh petugas sehingga dapat menyebabkan penurunan fungsi paru. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui fungsi paru para pekerja terminal bus¹⁰. Fungsi paru yang di periksa yaitu FEV1 (*Forced Expiratory Volume in 1 Second*), dan FVC (*Forced Vital Capacity*).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Desain penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar kadmium serum dengan FEV1 dan FVC pada pekerja parkir terminal bus Arjosari. Pendekatan *cross sectional* digunakan untuk melakukan penelitian pada satu periode tertentu dan pengamatan subyek hanya dilakukan sekali. Penelitian ini dilakukan di Terminal Bus Arjosari Kota Malang. Pemeriksaan fungsi paru (FEV1 dan FVC) menggunakan spirometri dilakukan di Terminal Bus Arjosari dan pemeriksaan kadar kadmium darah menggunakan AAS dan dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2019.

Penelitian ini mendapat surat laik etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dengan nomor 10/E C /KEPK -S1/01/2019 dan disetujui pada tanggal 17 Januari 2019.

Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan subyek manusia, berjumlah 21 subyek. Subyek penelitian berjenis kelamin laki-laki yaitu pekerja parkir terminal bus yang terpapar asap kendaraan bermotor. Dipilih pekerja parkir terminal bus yang aktif bekerja minimal 1 tahun serta kooperatif dan bersedia menjadi subyek.

Tahapan Penelitian

Pemeriksaan Spirometri

Pemeriksaan FEV1 dan FVC dilakukan kepada masing-masing pekerja menggunakan Spirometri. Subyek melakukan pemeriksaan dengan berdiri dan senyaman mungkin, kemudian subyek diperintahkan untuk melakukan inspirasi dan ekspirasi sekuat-kuatnya. Pemeriksaan dilakukan sebanyak 3 kali. Hal ini sesuai dengan prosedur pemeriksaan spirometri untuk penilaian fungsi paru yaitu FEV1 dan FVC yang bertujuan agar hasil sesuai dengan yang diharapkan peneliti.

Pengambilan Sampel Darah

Pengambilan sampel darah pada pekerja parkir terminal Bus Arjosari dilakukan oleh tenaga paramedis yang sudah kompeten dan memiliki Surat Tanda Registrasi (STR).

Pengambilan sampel darah diambil dari darah vena median cubital. Sampel darah diambil sebanyak 5 cc, kemudian sampel darah tersebut dimasukkan ke tabung vacutainer tutup merah 5 cc dan sampel darah tersebut dibawa dan disimpan pada suhu kamar sampai diterima oleh laboratorium kemudian dilakukan sentrifugasi untuk mendapatkan serum.

Pemeriksaan Kadar Kadmium Pada Sampel Darah

Sampel darah dari setiap subyek sebanyak 5cc yang ditampung dalam tabung vacutainer tutup merah yang fungsinya untuk penyimpanan sampel darah serum. Darah dalam tabung dibiarkan dalam suhu kamar, kemudian *disentrifugasi* di laboratorium untuk sentrifugasi dan pemeriksaan kadar kadmium.

Selanjutnya dilakukan preparasi sampel dengan cara destruksi basah. Destruksi basah lebih menentukan unsur-unsur logam dengan konsentrasi rendah. Destruksi dengan menggunakan asam kuat (HNO_3) sebagai pelarut. Setelah semua bahan organik terdekomposisi sempurna dan proses destruksi telah berakhir selanjutnya larutan yang diperoleh akan diukur absorbansinya dengan menggunakan instrument AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*)

Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh akan dilakukan uji normalitas menggunakan *Kolmogrov-Smirnov* dan *Saphiro Wilk*. Kemudian data akan di uji statistik menggunakan *Korelasi Spearman* dengan tingkat signifikansi ($p < 0,05$) untuk mengetahui hubungan kadar kadmium serum terhadap FEV1 dan FVC yang diukur dengan spirometri pada pekerja parkir terminal bus Arjosari.

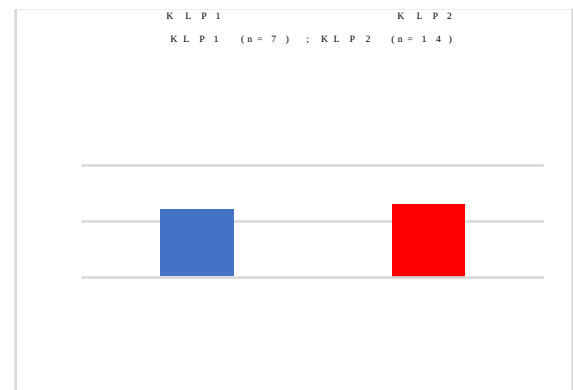
HASIL DAN ANALISA DATA

Penelitian ini menggunakan subyek manusia, berjumlah 21 subyek. Subyek diambil dari pekerja parkir terminal bus Arjosari. Adapun karakteristik sampel penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik Subyek

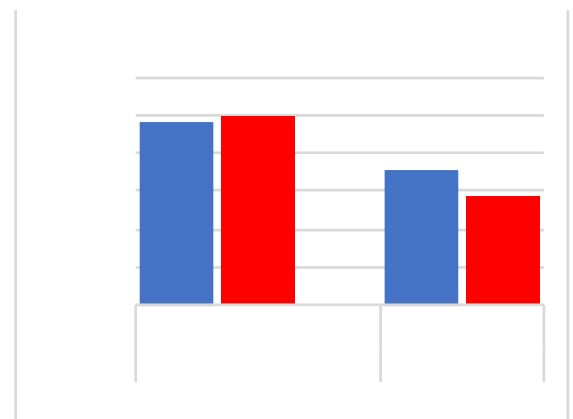
No.	Karakteristik Subyek	Frekuensi	%
1.	Usia		
	35-39	1	4,8
	40-44	2	9,6
	45-49	7	33,3
	50-54	7	33,3
	55-59	4	19
2.	BMI		
	Underweight	2	9,5
	Normal	11	52,4
	Overweight	8	38,1
3.	Tekanan Darah		
	Normal	21	100
4.	Gula Darah Sewaktu		
	<140 mg/dL	21	100
5.	Merokok		
	Aktif	10	47,6
	Pasif	11	52,4
6.	Lama Pendidikan		
	SD	8	38,1
	SMP	1	4,8
	SMA	8	38,1
	Sarjana	4	19
7.	Lama Bekerja		
	1-10 Tahun	7	33,3
	11-20 Tahun	2	9,5
	21-30 Tahun	8	38,1
	31-40 Tahun	4	19

Penelitian ini subyek paling banyak berusia 45-54 tahun yang berjumlah 14 subyek (68%). Pada penelitian ini subyek merokok berjumlah 10 orang dan subyek tidak merokok sebanyak 11 orang. Karakteristik subyek penelitian ini juga dikelompokkan berdasarkan lama bekerja, dimana lama bekerja yang terbanyak bekerja pada rentang 21-30 tahun yang berjumlah 8 orang.



Gambar 1. Histogram Kadar Kadmium Serum pada Subyek yang Terpapar Kadmium Asap Kendaraan Bermotor.

Pada penelitian ini, peningkatan kadar kadmium terbanyak terdapat pada kelompok lama paparan >10 tahun (KLP2) sebesar 66,6% dengan rerata 25,828 $\mu\text{g/L}$, sedangkan untuk kelompok lama paparan <10 tahun (KLP1) sebesar 33,4% jumlah rerata nilai kadmium yaitu 23,643 $\mu\text{g/L}$. Pada **Gambar 1** dilakukan uji statistika menggunakan *Paired-Sample T Test* dimana antara kedua kelompok tidak ada perbedaan signifikan yang artinya nilai $p > 0.05$.

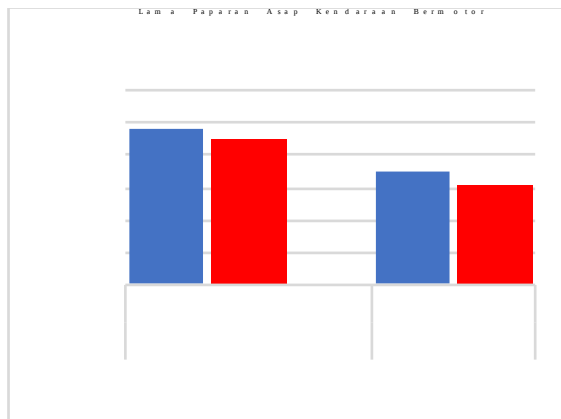


Gambar 2. Histogram Nilai FEV1 yang Diukur Menggunakan Spirometri pada Subyek yang Terpapar Kadmium Asap Kendaraan Bermotor.

Terdapat penurunan FEV1 pada KLP1 abnormal maupun KLP2 abnormal. Penurunan pada KLP1 abnormal sebanyak 1 subyek (4,8%) dengan nilai rerata FEV1 71% pred dan KLP2 abnormal sebanyak 6 subyek (28,6%) dengan nilai rerata FEV1 57,66% pred. Namun pada nilai FEV1 diatas terdapat lebih banyak subyek yang tidak mengalami penurunan pada KLP1 normal dan KLP2 normal,

dengan persentase untuk KLP1 normal sebanyak 6 subyek (28,6%) dan KLP2 normal sebanyak 8 subyek (38,1%).

Pada penelitian ini, hasil pengujian korelasi spearman didapatkan bahwa nilai koefisien korelasi antara KLP1 dengan FEV1 yaitu 0,408% pred. Hasil tersebut menunjukkan hubungan yang tidak signifikan antara KLP1 dengan FEV1 dimana nilai ($p > 0,05$). Begitupun nilai koefisien korelasi antara KLP2 dengan FEV1 yaitu 0,322% pred. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan yang tidak signifikan antara KLP2 dengan FEV1 berdasarkan ($p > 0,05$).



Gambar 3. Histogram Nilai FVC yang Diukur Menggunakan Spirometri pada Subyek yang Terpapar Kadmium Asap Kendaraan Bermotor.

Terdapat penurunan terbanyak pada KLP1 abnormal maupun KLP2 abnormal. Penurunan pada KLP1 abnormal dengan nilai rerata FVC 70,2% pred sebanyak 5 subyek (23,8%) dan KLP2 abnormal dengan nilai rerata FVC 61,12% pred sebanyak 8 subyek (38,1%). jadi total persentase subyek yang mengalami penurunan sebesar 61,9%. Pada nilai KLP1 normal dan KLP2 normal ditemukan nilai rata-rata (96,5% pred ; 89,7% pred) dengan persentase sebesar 9,5% (2 subyek) dan 28,6% (6 subyek).

Hasil pengujian korelasi spearman penelitian ini menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi antara KLP1 dengan FEV1 yaitu 0,282% pred. Hasil tersebut menunjukkan hubungan yang tidak signifikan antara KLP1 dengan FEV1 dimana nilai $p > 0,05$. Begitupun nilai koefisien korelasi antara KLP2 dengan FEV1 yaitu 0,808% pred. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan yang tidak signifikan antara KLP2 dengan FEV1 berdasarkan $p > 0,05$.

PEMBAHASAN

Subyek pada penelitian ini yaitu pekerja parkir terminal bus berjenis kelamin laki-laki yang telah bekerja lebih dari 1 tahun. Subyek penelitian ini berjumlah 21 orang, yang diambil dari terminal Bus Arjosari Kecamatan Blimbing Kota Malang. Terminal arjosari dipilih sebagai tempat penelitian

ini karena terminal ini termasuk terminal kelas A di Kota Malang. Selain itu pada terminal bus Arjosari setiap harinya kendaraan Bus yang keluar masuk terminal rata-rata berjumlah 350 Bus. Subyek berjenis kelamin laki - laki dipilih karena pada umumnya pekerja parkir terminal di dominasi oleh laki - laki. Selain itu, efek samping kadmium juga di pengaruhi oleh jenis kelamin karena retensi kadmium umumnya lebih tinggi pada wanita dibandingkan pada pria¹¹.

Karakteristik subyek pekerja parkir terminal dikategorikan berdasarkan usia, dan lama kerja. Subyek pekerja parkir terbanyak yaitu pada rentan usia 45-54 tahun yaitu sebanyak 14 orang (66,8%).

Pada penelitian ini, lama kerja pekerja parkir terminal menunjukkan bahwa subyek bekerja diatas 10 tahun sebanyak 14 subyek (66,6%) dan subyek bekerja di bawah 10 tahun sebanyak 7 subyek (33,4). Menurut sharma (2015) waktu paruh kadmium dalam tubuh antara 10-30 tahun¹². Dimana semakin tinggi lama paparan maka semakin tinggi pula kadmium didalam tubuh. Sehingga lama kerja dibawah 10 tahun termasuk dalam KLP1 dan lama kerja diatas 10 tahun termasuk dalam KLP2. Pada subyek penelitian ini kadar kadmium yang dimiliki KLP1 maupun KLP2 memiliki kadar kadmium diatas rata-rata dengan masing - masing nilai KLP1 23,643 µg/L dan KLP2 25,828 µg/L. Menurut ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2012) pada orang dewasa batas maksimum kadar kadmium di dalam tubuh yaitu 0,38 µg /L¹³. Kondisi kadmium yang meningkat dalam tubuh dapat di pengaruhi beberapa faktor yaitu pertambahan umur yang semakin meningkat¹⁴, pajanan asap rokok dimana 1 bungkus rokok per hari sekitar 1-3 µg/L, konsumsi sayur-sayuran yang mengandung kadmium cukup tinggi seperti bayam, selada ataupun kentang sekitar 0,05-0,12 µg/L dan juga pengeriman dari ban mobil ± 1-4 ppm^{13,14,15,16}.

Pada penelitian ini ditemukan rata-rata nilai FEV1 normal lebih banyak dari pada nilai FEV1 abnormal. Berdasarkan Gambar 2 nilai KLP1 normal sebanyak 28,6% dan KLP2 normal sebanyak 38,1%. Hasil tersebut menunjukan bahwa tidak terdapat obstruksi paru. Dimana menurut Uyainah (2014) nilai normal dari FEV1 yaitu >80% pred, sedangkan nilai FEV1 <80% pred digolongkan abnormal atau mengalami penurunan (obstruksi)¹⁷. Penurunan paru dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain riwayat penyakit yang berkaitan dengan paru seperti asma dan PPOK, umur, kebiasaan merokok, indeks massa tubuh, latihan fisik akut^{18,19,20}. Pada penelitian Davidson *et al* (1988) juga ditemukan bahwa induksi kadmium di paru biasanya ringan atau bahkan tidak ada²¹. Pada hasil percobaan dari hewan menunjukan bahwa beberapa mekanisme pertahanan mungkin berpengaruh terhadap toleransi terhadap kadmium. Pemberian kadmium pada hewan ini dapat menghasilkan peningkatan sintesis *metallothionein* di paru. Protein yang kaya tiol ini memiliki beberapa

sifat detoksifikasi, termasuk sekuestrasi dari kadmium, dan juga dapat menguraikan oksigen reaktif²². Alasan lain yang mungkin untuk hasil yang tidak konsisten adalah bahwa cedera paru-paru yang disebabkan oleh paparan Cd tingkat tinggi mungkin sebagian reversibel²². Namun pada penelitian ini, peneliti juga menemukan penurunan FEV1 pada KLP1 dan KLP2, tetapi penurunan lebih banyak pada KLP2 dengan jumlah subyek sebanyak 28,6%. Hal ini sesuai dengan penelitian Berdasarkan penelitian lain, Lauwerys (1974) menemukan bentuk ringan dari penyakit paru obstruksi pada pekerja pembuatan baterai kadmium yang terpapar kadmium tinggi dan bekerja lebih dari 20 tahun²³.

Hasil uji statistik spearman pada kadar kadmium serum terhadap nilai FEV1 yang diukur menggunakan spirometri antar kelompok paparan menunjukkan hasil yang tidak signifikan ($p > 0,05$). Hasil yang didapati tidak signifikan tersebut dapat disebabkan karena kadar kadmium yang terdapat pada masing-masing subyek itu sendiri. Pada beberapa subyek KLP1 terdapat kandungan kadar kadmium yang lebih tinggi dari pada yang terkandung di subyek KLP2.

Menurut penelitian Ariandoko (2017) paparan kadmium memiliki korelasi yang tidak signifikan terhadap FEV1, hal tersebut dapat dikarenakan ukuran sampel yang kecil yaitu sebanyak 32 subyek sehingga sulit untuk dievaluasi lebih lanjut²⁴. Seperti halnya pada penelitian ini bahwa, kadar kadmium tidak memiliki hubungan yang signifikan dikarenakan jumlah sampel yang sedikit yaitu 21 subyek.

Pada penelitian ini ditemukan frekuensi nilai FVC terbanyak pada kelompok lama paparan 2 (KLP2) abnormal 38% dan kelompok lama paparan 1 (KLP1) abnormal 23,8%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat retriksi paru. Menurut Uyainah (2014) Nilai normal dari FVC yaitu $> 80\%$ pred, sedangkan nilai FVC $< 80\%$ pred digolongkan abnormal atau terjadi retriksi¹⁶. Namun, penurunan FVC pada penelitian ini tidak terdapat hubungan dengan kadar kadmium. Seperti halnya FEV1 penurunan FVC juga disebabkan oleh beberapa faktor Merokok, latihan fisik, umur, dan penyakit paru seperti Idiopathik Pulmonary Fibrosis^{19,25,26}. Pada penelitian lain didapati bahwa pada hewan tikus yang terpapar kadmium aerosol pada konsentrasi 1,6 mg / m³ selama 2 minggu telah meningkatkan konsentrasi leukosit dan penebalan alveolar di paru-paru. Pemberian tiga suntikan kadmium klorida intratrakeal selama 5 hari dikaitkan dengan penurunan kapasitas paru-paru dan peningkatan ketebalan dinding alveolar pada tikus^{27,28}. Lebih lanjut, paparan berulang 1-jam sampai 0,1% kadmium klorida selama 3 minggu menyebabkan konsentrasi cairan bronchoalveolar yang lebih tinggi dari makrofag dan neutrofil pada tikus, serta penurunan kadar *glutathione* selama minggu pertama paparan. Hasil ini menunjukkan bahwa paparan kadmium dapat menyebabkan reaksi inflamasi akut disertai dengan penumpukan radikal

bebas (dibuktikan dengan penurunan kadar *glutathione*), yang akibatnya dapat menyebabkan peradangan paru-paru²⁹. Mekanisme lain yang mendukung hipotesa di kemukakan Danusantoso (2003) dan Nurbiantara (2010) yang mengatakan bahwa kadmium dapat meinaktivasi antiprotease, yang nantinya dapat menyebabkan destruksi jaringan kolagen maupun elastin paru^{8,9}. Selain itu kadmium juga dapat menginduksi produksi radikal bebas yang nantinya dapat menyebabkan spasme otot bronkiolus.

Hasil uji statistik spearman dari kadar kadmium serum terhadap nilai FVC yang diukur menggunakan spirometri menunjukkan hasil yang tidak signifikan ($p > 0,05$) antar kelompok paparan. Pada penelitian ini hasil yang tidak signifikan dapat diakibatkan karena pada asap kendaraan bermotor terkandung logam berat lain seperti timbal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Leem (2015) terdapat kadar timbal yang lebih tinggi dibanding kadar kadmium dalam darah³⁰. Dimana kadar timbal yang tinggi dapat berpengaruh pada fungsi paru..

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang dapat mengakibatkan hasil yang tidak signifikan yaitu pada penelitian ini memiliki ukuran sampel yang kecil, terdapat subyek yang tidak merokok dan merokok, kadar kadmium yang terdistribusi acak dengan lama bekerja, subyek pada pemeriksaan spirometri kurang aktif dalam melakukan pemeriksaan. Namun demikian, penelitian ini adalah studi cross-sectional yang membatasi dalam menilai hubungan sebelum dan sesudah paparan.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan peningkatan kadmium diatas nilai normal pada kedua kelompok. Penelitian ini juga didapati penurunan FEV1 lebih banyak pada kelompok lama kerja < 10 tahun tetapi pada nilai FEV1 cenderung lebih banyak subyek yang memiliki hasil normal. sedangkan pada penilaian FVC didapati penurunan pada kedua kelompok dengan penurunan lebih besar pada kelompok lama kerja > 10 tahun. Berdasarkan hasil uji korelasi antara kadmium dengan FEV1 dan FVC juga tidak didapati hubungan yang signifikan.

SARAN

1. Pemberian alat pelindung diri (APD) dan pengurangan lama kerja pada pekerja terminal bus Arjosari.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan memperbesar sampel agar mudah dievaluasi.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan mengukur fungsi paru lain.
4. Melakukan penelitian lanjutan dengan mengukur kadar polutan udara lain pada asap kendaraan bermotor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing, staf laboratorium kimia dan tim. ucapan terima kasih juga disampaikan kepada IOM dan FK Unisma yang telah mendanai penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sugiarti. *Air Pollutan Gasses and The Influence of Human Health*. Jurnal Chemical. 2009
2. Badan Pusat Statistik. *Statistik Indonesia*. Jakarta Pusat. 2016
3. Endrinaldi. *Logam-logam Berat Pencemar Lingkungan dan Efek Terhadap Manusia*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas. 2009
4. Lane, E.A., Canty, M.J., More, S.J. *Cadmium Exposure and Consequence for the Health and Productivity of Farmed Ruminants*. Research in Veterinary Science. 2012
5. Sugiharto, S.B., Suwarso, S., Prawirohardjono, W. *Level of Cadmium and Kidney Function Reviewed from Urea Rate and Creatinin of Exhaust Welding Workers in Purbalingga*. Journal of Community Medicine and Public Health. 2015
6. Patra, R. C., Rautary, A. K., Swarup, D. *Oxidative stress in lead and cadmium toxicity and its amelioration*. Veterinary medicine international. 2011
7. Schulz, C., Conrad, A., Becker, K., et al., *Twenty Years Of The German Environmental Survey (GerES); human biomonitoring-temporal and spatial (West Germany/East Germany) differences in population exposure*. Int J Hyg Environ Health. 2007
8. Danusantoso, H. *Peran Radikal Bebas Terhadap Beberapa Penyakit Paru*. J Kedokteran Trisakti. 2003
9. Nurbiantara, S. *Pengaruh Polusi Udara Terhadap Fungsi Paru Pada Plisi Lalu Lintas di Surakarta*. FK UNS. 2010
10. Setiawan, I., & Hariyono, W. *Hubungan Masa Kerja Dengan Kapasitas Vital Paru Operator Empat Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Kota Yogyakarta*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Univ. Ahmad Dahlan. 2011
11. Vahter M, Akesson A, et al., *Gender Differences in The Disposition and Toxicity Of Metals*. Pubmed. 2007
12. Sharma, H., Rawal, N., & Mathew, B. B. *The Characteristics, Toxicity, and Effects of Cadmium*. International Journal of Nanotechnology and Nanoscience. 2015
13. ATSDR. *Toxicological Profile For Cadmium*. Departement Of Health And Human Services. 2012
14. Olsson M, Bensryd I, Lundh T, Ottosson H, Skerfving S, Oskarsson A. *Cadmium in Blood and Urine--Impact of Sex, Age, Dietary Intake, Iron Status, and Former Smoking--Association of Renal Effects*. Environmental Health Perspectives. 2002
15. Hambach R, D Lison, PC D'Haese, J Weyler, E De Graef, A De Schryver, LV Lamberts, M Van Sprundel. *Co-Exposure To Leads Increases The Renal Response to Low Levels of Cadmium in Metallurgy Workers*. Toxicology Letters 222. 2013
16. David S, Hjortenkrans, Bo G, et al., *Metal Emissions from Brake Linings and Tires: Case Studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005*. Environmental Science & Technology. 2007
17. Uyainah, A., Amin, Z., Thufeilsyah, F. *Spirometri*. Ina J Chest Crit and Emerg Med. 2014.
18. Grace N, Joice N, & Ivony M. *Pengaruh Latihan Fisik Akut Terhadap FEV1 (Forced Expiratory Volume in One Second) Pada Pemain Basket Mahasiswa Fakultas Kedokteran Unsrat*. Jurnal e-biomedik. 2016
19. Nisa K, Sidharti L, Adityo F. *Pengaruh Kebiasaan Merokok Terhadap Fungsi Paru Pada Pegawai Pria Di Gedung Rektorat Universitas Lampung*. Juke Unila. 2015
20. Gold D, Xiaobin W, Wypij, David, et al. *Effect of Cigarette Smoking on Lung Function in Adolescent Boys and Girls*. NEJM. 20015
21. Davison AG, Fayers PM, Newman-Taylor AJ, Venables KM, Darbyshire J, Pickering AC, et al. *Cadmium Fume Inhalation and Emphysema*. Lancet. 1988
22. Chan OY, Poh SC, Lee HS, Tan KT, Kwok SF. *Respiratory Function in Cadmium Battery Workers – A Follow-Up Study*. Ann Academy Med. 1988
23. Lauwerys auwerys RR, Buchet JP, Roels HA, Brouwers J, Stanescu D. *Epidemiological Survey of Workers Exposed to Cadmium. Effect on Lung, Kidney, and Several Biological Indices*. Arch Environ Health. 1974
24. Ariandoko A, & Prasetyo A. *Perbedaan Profil Spirometri Pada Petugas SPBU*. Jurnal Kedokteran Diponegoro. 2017
25. Sagay E, Polii H, & Wungouw H. *Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Forced Vital Capacity (FVC) Pria Dewasa Dengan Overweight*. Jurnal e-Biomedik. 2013
26. Ermenta K, & Fibilis. *Penyakit Paru Retriktif*. Universitas Sumatera Utara.
27. Hart BA. *Cellular and Biochemical Response of The Rat Lung to Repeated Inhalation of Cadmium*. Toxicol Appl Pharmacol. 1986
28. Lai YL, Diamond L. *Cigarette Smoke Exposure Does Not Prevent Cadmium-Induced Alterations in Rat Lungs*. J Toxicol Environ Health. 1992
29. Kirschvink N, Martin N, Fievez L, Smith N, Marlin D, Gustin P. *Airway Inflammation in Cadmium-Exposed Rats is Associated With*

Pulmonary Oxidative Stress and Emphysema.
Free Radic Res. 2006

30. Leem AY, Kim SK, Chang J, et al.,.
*Relationship Between Blood Levels of Heavy
Metals and Lung Function Based on The
Korean National Health And Nutrition
Examination Survey IV-V.* International
Journal of Chronic Obstructive Pulmonary
Disease. 2015