

HUBUNGAN KADAR KADMIUM SERUM TERHADAP FUNGSI KOGNITIF YANG DIUKUR DENGAN MMSE (*Mini Mental State Examination*) DAN CDT (*Clock Drawing Test*) PADA PEKERJA PARKIR TERMINAL BUS ARJOSARI

Millah Mahfudhoh, Shinta Kusumawati, Aris Widodo

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

Email : Millamahfudhoh@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Pencemaran udara paling banyak disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Kandungan didalamnyaterdapat logam berat, salah satunya adalah kadmium. Kadmium memiliki manfaat sebagai bahan pencampur logam lainnya. Kadmium merupakan logam berat yang tingkat eksresinya rendah di tubuh. Kadmium diketahui dapat mengakibatkan peningkatan permeabilitas dari *Blood Brain Barrier* (BBB). Salah satu neurotoksisitas yang diakibatkan oleh logam berat yaitu gangguan memori. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar kadmium serum terhadap fungsi kognitif yang diukur dengan *Mini Mental State Examination* (MMSE) dan *Clock Drawing Tests* (CDT).

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi penelitian adalah pekerja parkir terminal bus yang terpapar asap kendaraan bermotor. Pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel penelitian adalah pekerja parkir terminal bus Arjosari yang memenuhi kriteria dan aktif bekerja minimal 1 tahun serta kooperatif dan bersedia menjadi responden. Pengumpulan data menggunakan kuisioner dan pemeriksaan kadar logam kadmium pada sampel darah menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Hasil: Kadar kadmium pada kelompok lama paparan ≤ 10 tahun (KLP1) dan kelompok lama paparan ≥ 10 tahun (KLP2) memiliki nilai rata – rata (23,643 $\mu\text{g/L}$; 25,828 $\mu\text{g/L}$). Penilaian fungsi kognitif MMSE masing – masing KLP1 dan KLP2 mengalami penurunan dengan rata – rata (24,83; 24,1). Penilaian fungsi kognitif CDT KLP1 mengalami penurunan dan KLP2 tidak mengalami penurunan dengan rata- rata (3; 5), Pada kelompok KLP1 dan KLP2 hubungan kadar kadmium terhadap fungsi kognitif yang diukur menggunakan MMSE dan CDT menunjukkan hasil korelasi yang tidak signifikan ($p > 0,05$).

Kesimpulan: Tidak ada korelasi yang signifikan pada kedua kelompok terkait hubungan kadar kadmium serum terhadap fungsi kognitif yang diukur dengan MMSE dan CDT pada pekerja parkir terminal bus Arjosari.

Kata Kunci : Kadmium, Serum, Fungsi Kognitif, MMSE, CDT, Pekerja Parkir

CORRELATION OF CADMIUM SERUM LEVELS TO COGNITIVE FUNCTIONS MEASURED WITH MMSE (*Mini Mental State Examination*) AND CDT (*Clock Drawing Test*) IN BUS STATION OF ARJOSARI PARKING WORKERS

Millah Mahfudhoh, Shinta Kusumawati, Aris Widodo

Faculty of Medicine, Islamic University of Malang

Email : Millamahfudhoh@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: The most air pollution is caused by vehicle emissions. The content in it is a heavy metal, one of them is cadmium. Cadmium has benefits as a mixture of other metals. Cadmium is a heavy metal which have low excretion in the body. The effect of cadmium can increases the permeability of Blood Brain Barrier (BBB). One of the neurotoxicity caused by heavy metals is memory disorders. This study aims to determine the relationship of serum cadmium levels to cognitive functions obtained by Mini Mental State Examination (MMSE) and Clock Drawing Tests (CDT).

Method: This study was an observational analytic with *cross sectional* approach. The study population was bus terminal parking workers who were exposed to as soon as possible a trial vehicle. The sample selection use purposive sampling technique. The research sample was the bus station of Arjosari parking worker who met the criteria and actively worked at least 1 year and was cooperative and willing to be a respondent. Data collection using questionnaires and examination of cadmium metal levels in blood samples using AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Result : Cadmium levels in long exposure group ≤ 10 years (KLP1) and long exposure group ≥ 10 years (KLP2) have an average value (23,643 $\mu\text{g/L}$; 25,828 $\mu\text{g/L}$). MMSE for each KLP1 and KLP2 improved the decline by an average (24.83; 24.1). Evaluation of KLP1 CDT cognitive function improves decline and KLP2 does not change the average decrease (3; 5), In the KLP1 and KLP2 groups the relationship of cadmium levels to cognitive functions using MMSE and CDT showed no significant results ($P > 0,05$).

Conclusion: There were no significant differences in the two groups related to the relationship of serum cadmium levels to cognitive functions related to MMSE and CDT in bus station of Arjosari parking worker.

Keywords: Cadmium, Serum, Cognitive Function, MMSE, CDT, Parking Worker

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin berkembang pesat, manusia banyak menciptakan berbagai macam industri sebagai lapangan kerja untuk memenuhi kebutuhannya. Dampak yang didapat dari industri tersebut selain menguntungkan juga dapat berdampak negatif seperti dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Selain industri, pencemaran lingkungan juga dapat berasal dari alat transportasi. Di Indonesia pencemaran lingkungan terbesar merupakan pencemaran udara kurang lebih 70% yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor¹.

Salah satu logam berat yang menyebabkan pencemaran udara adalah kadmium (Cd)². Kadmium merupakan polutan yang berasal dari pembuangan sampah industri dan bahan bakar kendaraan bermotor. Pada sebuah penelitian dikatakan bahwa kadmium memiliki fraksi partikel PM_{2.5} dengan diameter kurang dari 2,5 mm³. Saffari mengatakan, semakin kecil partikel yang terpapar pada sel, semakin tinggi tingkat stres oksidatifnya³. Dalam jangka waktu lama, pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam berat kadmium berkonsentrasi rendah merupakan ancaman yang berbahaya. Kadmium dapat masuk ke dalam tubuh manusia melewati rantai makanan maupun udara pernafasan⁴.

Kadmium memiliki manfaat sebagai bahan pencampur logam seperti, timbal, seng, dan tembaga dan juga sering ditemukan pada minyak sebagai bahan bakar⁵. Kadmium merupakan logam toksik, yang dapat diproduksi dan menjadi pencemar secara alami karena terjadinya abrasi batuan, erosi tanah, dan erupsi gunung berapi⁶. Kandungan kadmium dalam kerak bumi jumlahnya relatif kecil (sekitar 0,15-0,2 µg/g), kadar tersebut mencerminkan kondisi kadar kadmium dalam tanah di suatu lokasi⁷. Kandungan kadmium dalam tanah dapat meningkat karena adanya proses alamiah seperti erupsi gunung berapi⁶.

Kadmium merupakan logam berat yang tingkat ekskresinya rendah pada tubuh, sehingga paparan yang lama akan menyebabkan efek toksik karena akumulasinya dalam berbagai jaringan termasuk ginjal, hati, sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf perifer⁸. Kadmium yang diabsorpsi dari saluran pernafasan dan pencernaan akan diangkut oleh darah ke organ-organ lain. Sekitar 95% kadmium dalam darah diikat oleh sel-sel darah dan 5% dalam plasma darah⁹. Kadmium yang diangkut oleh darah dibawa ke organ salah satunya sistem saraf, dimana sistem saraf banyak dipengaruhi oleh logam berat¹⁰. Kadmium yang melalui jalur pernafasan menuju ke neuron perifer dan sentral, yang kemudian akan mengakibatkan peningkatan permeabilitas dari

(Blood Brain Barrier) BBB¹¹. Diketahui kadmium mempengaruhi otak dengan gangguan spesifik terutama dibagian hipokampus¹¹. Salah satu neurotoksisitas akibat logam berat yaitu gangguan memori¹². Kadmium sendiri diketahui dapat menghasilkan perubahan neurologis termasuk kehilangan memori dan penyakit mental⁸. Pada orang dewasa, peningkatan paparan kadmium dikaitkan dengan berbagai defisiensi neuropsikologi yang salah satunya ditandai dengan skor kognitif yang lebih rendah di bandingkan dengan dewasa lanjut usia yang tidak mengalami peningkatan kadar kadmium. Paparan logam berat dapat berpengaruh pada sistem dopamin, sistem glutamat, dan kompleks reseptor *N-metil-D-Aspartat* (NMDA), yang memiliki peran penting dalam fungsi memori¹³. Kadmium diketahui menghambat pelepasan glisin neurokimia dan asam butirat *gamma-amino* (GABA) sehingga mengganggu neurotransmisi¹⁴. Fungsi kognitif dapat diukur dengan berbagai macam metode, antara lain: *Mini Mental State Examination* (MMSE), *Clock Drawing Test* (CDT), *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), *Mini-Cog*, dll.

Pada penelitian ini, peneliti ingin mengetahui hubungan kadar kadmium serum terhadap fungsi kognitif yang diukur dengan (*Mini Mental State Examination*) MMSE dan (*Clock Drawing Tests*) CDT pada pekerja parkir terminal bus Arjosari kota Malang yang terpapar polusi udara dari asap kendaraan bermotor.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Desain penelitian ini adalah analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Desain penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar kadmium serum dengan fungsi kognitif yang diukur menggunakan MMSE dan CDT pada pekerja parkir terminal bus Arjosari. Penelitian ini dilakukan di Terminal Bus Arjosari Kota Malang. 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/EC/KEPK-S1/01/2019 dan disetujui pada tanggal 17 Januari 2019.

Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan 21 responden. Responden penelitian berjenis kelamin laki-laki yaitu pekerja parkir terminal bus yang terpapar asap kendaraan bermotor. Responden adalah pekerja parkir terminal bus yang aktif bekerja minimal 1

tahun serta kooperatif dan bersedia menjadi responden.

Tahapan Penelitian

Melakukan Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung kepada setiap responden. Instrumen wawancara menggunakan kuisioner *Mini Mental State Examination* (MMSE) dan *Clock Drawing Test* (CDT). Responden hanya menjawab pertanyaan sedangkan peneliti mengajukan pertanyaan yang ada di kuisioner. Hal ini sesuai dengan prosedur kuisioner untuk penilaian fungsi kognitif dan bertujuan agar pertanyaan mudah dipahami oleh responden dan jawaban bisa sesuai dengan yang diharapkan peneliti.

Pengambilan Sampel Darah

Pengambilan sampel darah pada responden 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 serum dan sampel darah tersebut disimpan pada suhu kamar sampai diterima oleh laboratorium kemudian disimpan pada suhu -20°C .

Pemeriksaan Kadar Kadmium Pada Sampel Darah

Sampel darah dari setiap responden sebanyak 5cc yang ditampung dalam tabung vacutainer serum disentrifugasi terlebih dahulu sebelum dilakukan pemeriksaan kadar kadmium pada sampel darah.

Selanjutnya dilakukan preparasi sampel dengan cara dekomposisi basah. Setelah semua bahan organik terdekomposisi sempurna dan proses destruksi telah berakhir selanjutnya larutan yang telah diencerkan akan diukur absorbansinya 1 mL dengan menggunakan instrument AAS dan akan diperoleh hasil konsentrasi kadmium didalam serum darah.

Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh akan dilakukan uji normalitas menggunakan *Saphiro Wilk*. Dilanjutkan *Paired-Sample T Test* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok lama paparan. Kemudian data akan di uji korelasi menggunakan *Korelasi Spearman* dengan tingkat signifikansi ($p < 0,05$) untuk mengetahui hubungan kadar kadmium serum terhadap fungsi kognitif yang diukur dengan MMSE dan CDT pada pekerja parkir terminal bus Arjosari.

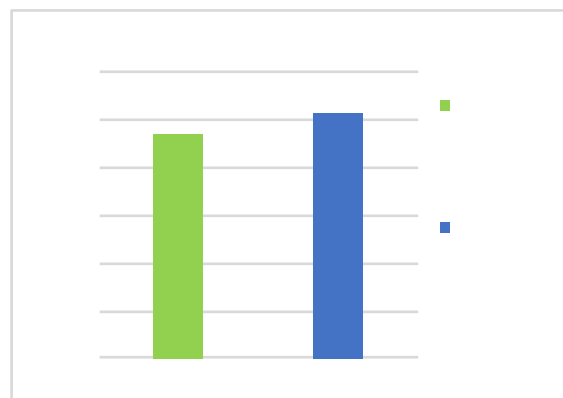
HASIL DAN ANALISA DATA

Adapun karakteristik responden penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Responden

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

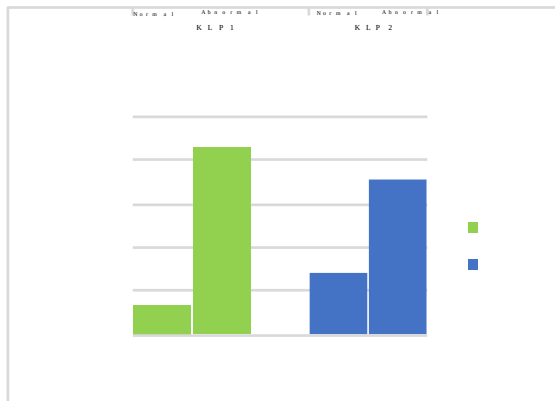
Penelitian ini dikategorikan berdasarkan usia, tingkat pendidikan, dan lama bekerja. Responden paling banyak berusia 45-49 dan 50-54 masing – masing sebanyak 7 responden dengan total 66,8% dari keseluruhan responden. Tingkat pendidikan pada responden di penelitian ini terbanyak pada tingkat pendidikan SD dan SMA dengan jumlah masing – masing 8 responden dengan total 76,2%. Karakteristik responden pada penelitian ini juga di kelompokkan berdasarkan lama bekerja, dimana responden terbanyak ada di lama bekerja 21-30 tahun sebanyak 8 orang (38,1%).



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

Pada penelitian ini kadar kadmium pada kelompok lama paparan ≤ 10 tahun adalah KLP1

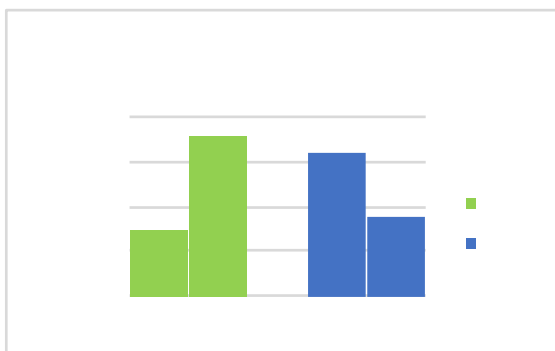
dan kelompok lama paparan ≥ 10 tahun adalah KLP2 memiliki rata-rata ($23,643 \mu\text{g/L}$; $25,828 \mu\text{g/L}$). Pada uji statistik menggunakan *Paired-Sample T Test* menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara kedua kelompok ($p > 0,05$). Namun pada penelitian ini dapat dilihat pada rata-rata kadar kadmium terdapat peningkatan pada kedua kelompok dengan perbedaan rata-rata yang tidak terlalu jauh.



Gambar 2. Histogram Presentase Responden dengan Nilai Fungsi Kognitif yang Diukur Menggunakan MMSE pada Responden yang Terpapar Kadmium Asap Kendaraan Bermotor.

Hasil penilaian fungsi kognitif menggunakan MMSE pada responden pekerja parkir ditemukan bahwa jumlah responden dengan nilai fungsi kognitif abnormal lebih besar dibanding dengan jumlah responden dengan nilai fungsi kognitif normal baik pada KLP1 maupun KLP2. Pada fungsi kognitif normal jumlah responden ditemukan lebih besar terdapat pada KLP2 dibanding KLP1 dan pada fungsi kognitif abnormal jumlah responden ditemukan lebih besar terdapat pada KLP1 dibanding KLP2.

Hasil pengujian korelasi spearman menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang tidak signifikan antara KLP1 dengan nilai fungsi kognitif yang diukur dengan MMSE ($p > 0,05$). Pada KLP2 terdapat hubungan yang tidak signifikan dengan nilai fungsi kognitif yang diukur dengan MMSE ($p > 0,05$).



Gambar 3. Histogram Nilai Fungsi Kognitif yang Diukur Menggunakan CDT pada Responden

yang Terpapar Kadmium Asap Kendaraan Bermotor

Hasil penilaian fungsi kognitif menggunakan CDT pada responden pekerja parkir bahwa pada KLP1 jumlah responden dengan nilai fungsi kognitif abnormal ditemukan lebih besar dibanding dengan jumlah responden dengan nilai fungsi kognitif normal. Sedangkan, pada KLP2 jumlah responden dengan nilai fungsi kognitif normal ditemukan lebih besar dibanding dengan responden dengan nilai fungsi kognitif abnormal. Pada penilaian fungsi kognitif normal ditemukan lebih besar jumlah responden pada KLP2 dibanding dengan KLP1. Sedangkan, pada penilaian fungsi kognitif abnormal ditemukan lebih besar jumlah responden pada KLP1 dibanding dengan KLP2.

Dari hasil pengujian korelasi spearman pada penelitian ini, menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang tidak signifikan antara KLP1 dengan nilai fungsi kognitif yang diukur dengan CDT ($p > 0,05$). Pada KLP2 dengan nilai fungsi kognitif yang diukur dengan CDT terdapat hubungan yang tidak signifikan ($p > 0,05$).

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini responden yang di pilih yaitu pekerja parkir terminal bus berjenis kelamin laki-laki yang telah bekerja lebih dari 1 tahun. Peneliti memilih responden laki-laki karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa wanita yang mengalami penurunan fungsi kognitif dapat dipengaruhi oleh menurunnya kadar estrogen dan perempuan tingkat retensi terhadap kadmium lebih tinggi^{15,16}. Responden pada penelitian ini berjumlah 21 orang, yang diambil dari terminal Bus Arjosari Kecamatan Blimbing Kota Malang. Terminal Bus Arjosari dipilih sebagai tempat penelitian ini karena terminal ini termasuk terminal kelas A di Kota Malang. Dimana terminal tersebut merupakan terminal terbesar di Kota Malang yang rata-rata 350 bus dalam sehari keluar masuk untuk mengangkut penumpang¹⁷.

Karakteristik responden pekerja parkir terminal dikategorikan berdasarkan usia, dan lama kerja. Kategori usia di sesuaikan berdasarkan hasil nilai fungsi kognitif yang sudah disesuaikan berdasarkan tingkat pendidikan¹⁸. Pada penelitian ini, responden pekerja parkir terbanyak yaitu pada rentang usia 45-54 tahun yaitu sebanyak 14 orang (66,8%).

Hasil penelitian ini, didapatkan responden dengan merokok menunjukkan bahwa frekuensi merokok dan tidak merokok seimbang yaitu 47,6% dan 52,4%.

Hasil survei lama kerja pekerja parkir terminal menunjukkan bahwa lama kerja paling banyak berada pada rentang 21 – 30 tahun yaitu 8 responden (38,1%) dan juga 1-10 tahun yaitu 7 responden (33,4%). Menurut Sharma et al (2015)

bahwa kadar kadmium dalam tubuh memiliki waktu paruh yang sangat lama berkisar 10-30 tahun sehingga semakin tinggi angka lama paparan menunjukkan bahwa terdapat kadar kadmium yang tinggi pula di dalam tubuh⁴. Dimana pada penelitian ini lama kerja 1- 10 tahun termasuk dalam kelompok lama paparan <10 tahun (KLP1) dan 21-30 tahun termasuk dalam kelompok lama paparan >10 tahun (KLP2).

Pada penelitian ini, responden KLP1 dan KLP2 memiliki nilai kadar kadmium diatas rata-rata yaitu 23,643 µg /L dan 25,828 µg /L. Menurut ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) (2012) nilai kadar kadmium darah rata-rata untuk orang dewasa yaitu 0,38 µg /L¹⁹. Faktor yang dapat meningkatkan kadar kadmium dalam tubuh antara lain sayuran seperti selada, bayam, kentang, biji- bijian, kacang, dan kedelai yang mengandung kadmium cukup tinggi sekitar 0,05-0,12 mg/kg¹⁹. Pada penelitian ini responden tidak menggunakan alat pelindung diri selama bekerja, sehingga memungkinkan kadmium semakin banyak terserap oleh tubuh. Selain itu, merokok juga salah satu faktor yang dapat meningkatkan kadar kadmium, jumlah kadmium yang dapat diserap dari satu bungkus rokok per hari sekitar 1 – 3 µg/L¹⁹. Pada penelitian ini KLP1 dan KLP2 baik perokok aktif maupun perokok pasif memiliki kadar kadmium diatas rata-rata, hal ini sesuai dengan penelitian Masykurin (2018) bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara tingkat kebiasaan merokok terhadap peningkatan kadar kadmium pada sampel darah petani.

Menurut Crum et al (1993) berdasarkan usia 35-54 yang menempuh pendidikan selama 4 tahun memiliki nilai normal MMSE 23, sedangkan usia 55-59 nilai normalnya adalah 22. Pada responden dengan lama pendidikan 8 tahun nilai normal untuk usia 35-39 adalah 26, usia 40-44 adalah 27, usia 45-49 adalah 26, usia 50-54 adalah 27, dan usia 55-59 adalah 26¹⁸. Untuk responden dengan tingkat pendidikan SMA sederajat usia 35—59 memiliki nilai normal 28 tahun dan responden dengan tingkat pendidikan sarjana dengan usia 35-59 nilai normalnya adalah 29¹⁸.

Berdasarkan gambar 2 penilaian MMSE abnormal lebih besar ditemukan pada kedua kelompok, hal ini menunjukkan bahwa terdapat penurunan fungsi kognitif baik pada KLP1 dan KLP2.

Berdasarkan penelitian lain, mekanisme yang tepat pada paparan kadmium yang mempengaruhi fungsi kognitif itu sendiri belum diungkapkan secara jelas. Tetapi ada mekanisme yang mungkin yaitu paparan kadmium dapat meningkatkan aktivitas asetilkolinesterase, yang dapat menghidrolisis asetilkolin dan mengurangi konsentrasinya yang mana ada korelasi positif antara kekurangan asetilkolin dan gangguan kognitif^{20,21}. Selain pada asetilkolin kadmium juga menginduksi

pembentukan oksigen reaktif (ROS)²². ROS yang berlebihan dapat menyebabkan reaksi superoksida asam nukleat dan protein yang menyebabkan kerusakan saraf dan kematian²².

Berdasarkan hasil uji korelasi Spearman didapatkan hasil bahwa hubungan kadar kadmium serum terhadap fungsi kognitif yang diukur menggunakan kuisioner MMSE diketahui memiliki hubungan yang tidak signifikan antar kelompok. Hal tersebut dapat dikarenakan oleh kadar kadmium serum yang terkandung pada masing-masing individu responden. Dimana setiap responden memiliki nilai kadar kadmium serum yang tidak sesuai dengan lama bekerja, terdapat responden yang lama bekerjanya termasuk KLP1 namun memiliki kadar kadmium serum yang sangat tinggi dibanding dengan responden pada KLP2.

Hart et al (1989) melaporkan bahwa ada hubungan sederhana antara paparan kadmium terhadap penurunan fungsi kognitif pada 31 laki-laki, namun jumlah responden yang diteliti terbatas membuat peneliti sulit untuk mengevaluasi signifikansi dari efek tersebut²³. Pada penelitian ini responden penelitian juga terbatas yaitu sebanyak 21 laki-laki sehingga juga dapat mempengaruhi hasil dan sulit untuk dievaluasi. Selain itu, juga dapat dipengaruhi oleh adanya efek pengganggu lain seperti paparan timbal yang juga sangat banyak terkandung dalam asap kendaraan bermotor yang juga dapat mengakibatkan neurotoksisitas, kemudian kurangnya kontrol untuk perancu lain seperti lingkungan rumah, ras-etnis, sosial ekonomi yang juga dapat berpengaruh pada fungsi kognitif^{19,24}.

Skor pada penilaian CDT dikatakan normal jika bernilai 4, dan dikatakan abnormal jika kurang dari 4 dan perlu di evaluasi lebih lanjut²⁵. Pada penelitian ini, hasil penilaian fungsi kognitif abnormal menggunakan CDT lebih besar ditemukan pada KLP1 dan pada KLP2 lebih besar ditemukan fungsi kognitif normal, hal ini menunjukkan bahwa lama paparan kadmium tidak memberikan pengaruh pada fungsi kognitif. Hal ini dapat terjadi karena proses pengambilan data pada penelitian ini yang dilakukan secara langsung dan pada hari yang sama setelah penilaian fungsi kognitif menggunakan MMSE, sehingga memungkinkan responden masih terpengaruh dengan penilaian MMSE. Karena menurut Atalaia S (2008) didalam rangkaian pemeriksaan MMSE terdapat pemeriksaan yang serupa, tetapi tidak identik dengan CDT²⁶.

Pada penelitian lain, menurut Henderson et al (2007) bahwa terdapat beberapa faktor yaitu umur dan pendidikan yang dapat menyebabkan bias pada hasil penilaian karena pada penentuan skor normal dan abnormal tidak disesuaikan dengan umur dan pendidikan. Namun, bukan berarti pendidikan merupakan faktor yang mempengaruhi kemampuan dalam penilaian CDT²⁷. Karena pada penelitian Hartati S (2010) responden yang berpendidikan SD

pun banyak yang mampu mendapatkan skor normal dalam penilaian CDT namun sulit untuk dievaluasi karena ukuran sampel yang kecil. Oleh karena itu, pada penelitian ini ukuran sampel lebih besar perlu dilakukan agar mudah dievaluasi²⁸.

Pada penelitian lain dikatakan bahwa, ketika CDT dan MMSE digunakan bersama-sama menghasilkan sensitivitas 95%²⁹. Namun, pada penelitian ini didapatkan hasil yang berbeda antara MMSE dan CDT sehingga peneliti sulit untuk mengevaluasi apakah ada hubungan kadar kadmium terhadap fungsi kognitif. Hal ini dapat dikarenakan penelitian ini memiliki beberapa kekurangan yaitu penilaian hanya dilakukan 1 kali sehingga tidak dapat mengevaluasi lebih lanjut, perbedaan tingkat pendidikan dan ukuran sampel yang kecil sehingga sulit untuk dievaluasi.

Pada penelitian ini, telah dilakukan uji statistik spearman untuk menilai hubungan kadar kadmium serum terhadap fungsi kognitif yang diukur menggunakan kuisioner CDT dan diketahui menunjukkan hasil yang tidak signifikan antar kelompok.

Ada beberapa keterbatasan dalam penelitian ini yang memungkinkan korelasi kadmium dengan fungsi kognitif yang diukur dengan MMSE tidak signifikan yaitu penelitian ini memiliki ukuran sampel yang kecil, kadar kadmium yang terdistribusi acak dengan lama bekerja, terdapat responden yang tidak merokok dan merokok yang dapat menjadikan bias, penilaian fungsi kognitif hanya dilakukan 1 kali saja. Namun demikian, penelitian ini adalah studi cross-sectional yang membatasi dalam menilai hubungan sebelum dan sesudah paparan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan kadar kadmium serum pada pekerja parkir terminal bus Arjosari. Selain itu, tidak ada hubungan yang signifikan antara kadar kadmium serum terhadap fungsi kognitif yang diukur menggunakan MMSE maupun CDT.

SARAN

1. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan memperbesar sampel agar mudah dievaluasi.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan kuisioner penilaian fungsi kognitif lain.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut pada pekerja yang didalam kantor terminal bus Arjosari.
4. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan mengukur kadar logam berat lain pada responden yang terpapar asap kendaraan bermotor.
5. Melakukan penelitian lanjutan dengan mengukur kadar kadmium di udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

1. Sugiarti. *Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia*. Jurnal Chemica Vol. 10 Nomor I Juni 2009, 50-58
2. Yuan, W.;Yang, N.;Li, X.. *Advances in Understanding How Heavy Metal Pollution Triggers Gastric Cancer*. BioMed Research International. 2016
3. HRSAK, J., et.al.. *Lead, Manganese, And Cadmium Content In PM₁₀ And PM_{2.5} Particle Fractions-A Pilot Study*. Institute for Medical Research an Occupational Health. Croatia. 2000
4. Sharma, H., Rawal, N., & Mathew, B. B. *The characteristics, Toxicity, and Effects of Cadmium*. International Journal of Nanotechnology and Nanoscience. 2015
5. Endrinaldi. *Logam-Logam Berat Pencemar Lingkungan Dan Efek Terhadap Manusia*. Jurnal kesehatan masyarakat. 2010
6. Bernhoft, R.A. *Cadmium Toxicity and Treatment*. The Scientific World Journal. 2013
7. WEAST, C. *Handbook of Chemistry and Physics*. 61st Ed. Cleveland Ohio Chemical Rubber Co. 1981
8. Wang, B., Du, Y.. *Cadmium and its neurotoxic effects*. Oxid. Med. Cell. Longev. 2013
9. Suciani, Sri. *Kadar Kadmium Dalam Darah dan Hubungannya Dengan Kadar Hemoglobin*. Tesis, Semarang : Universitas Diponegoro. 2007
10. Kampa, M., & Castanas, E. *Human Health Effects Of Air Pollution*. Environmental Pollution. Elsevier. Heraklion. 2007
11. Karri, V., Schuhmacher, M., Kumar, V.. *Heavy metals (Pb, Cd, As and MeHg) as risk factors for cognitive dysfunction; A general review of metal mixture mechanism in brain*. 2016
12. Ratnaike, R.N. *Acute and chronic arsenic toxicity*. Postgrad. Med. J. 2003
13. Lasley, S.M., Green, M. C., Gilbert, M.E.. *Rat hippocampal NMDA receptor binding as a function of chronic lead exposure level*. Neurotoxicol. Teratol. 2001
14. Minami, A. Takeda, A., Nishibaba, D, et al. *Cadmium toxicity in synaptic neurotransmission in the brain*. ELSEVIER. 2001
15. Chen S, Nilsen J, Brinton RD. *Dose and temporal pattern of estrogen exposure determines neuroprotective outcome in*

- hippocampal neurons: therapeutic implications.* Endocrinology. 2006
16. Vahter M, Akesson A, et al., *Gender differences in the disposition and toxicity of metals.* Pubmed. 2007
 17. Kadishub. 2018
 18. Crum RM, Anthony JC, Bassett SS, et al: *Population-based norms for the Mini-Mental State Examination by age and educational level.* JAMA. 1993
 19. ATSDR. *Toxicological Profile For Cadmium.* Departement Of Health And Human Services. 2012
 20. Jia JP, Jia JM, Zhou WD, et al. *Differential acetylcholine and choline concentrations in the cerebrospinal fluid of patients with Alzheimer's disease and vascular dementia.* Chin Med J. 2004
 21. Costa P, Goncalves J, et al., *Curcumin attenuates memory deficits and the impairment of cholinergic and purinergic signaling in rats chronically exposed to cadmium.* Environ Toxicol. 2017
 22. Son yo, Wang L, Poyil P, et al. *Cadmium induces carcinogenesis in BEAS-2B cells through ROS-dependent activation of PI3K/AKT/GSK-3 β / β -catenin signaling.* Toxicol Appl Pharmacol. 2012
 23. Hart, R. P., Rose, C. S., and Hamer, R. M. *Neuropsychological effects of occupational exposure to cadmium.* J. Clin. Exp. Neuropsychol. 1989
 24. Hongyu Li et al., *Associations between blood cadmium levels and cognitive function in a crosssectional study of US adults aged 60 years or older.* BMJ Open. 2018
 25. Britt-Marie, S., Eva, E., Sojka P. *One year follow-up of mild traumatic brain injury: cognition, disability and life satisfaction of patients seeking consultation.* J Rehabil Med. 2007
 26. Atalaia S., & Lourenço A. *Translation, adaption and construct validation of the clock test among elderly in brazil.* Rev Saúde Pública. 2008
 27. Henderson, M., Scot, S. & Hotopf, M., *Use of the clock-drawing test in a hospice population,* Palliative Medicine 2007
 28. Hartati, S., & Widayanti G,C.,. *CLOCK DRAWING: ASESMEN UNTUK DEMENSIA (Studi Deskriptif pada Orang Lanjut Usia Di Kota Semarang).* Fakultas Psikologi UNDIP. 2010
 29. A prahamian, I., Martinelli, E., et al., *The Clock Drawing Tests.* Dementia & Neuropsychologia. 2009