

Perbandingan kadar merkuri, kreatinin, dan urea pada pekerja industri di Kotagede dan Banguntapan, Yogyakarta sebagai indikator pencemaran

Pramudji Hastuti,^{1,2,*} Sri Sutarni²

¹Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Departemen Ilmu Penyakit Syaraf, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Submitted: 15 Januari 2019 **Revised: 4 April 2019** **Accepted: 9 Juni 2019**

ABSTRAK Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Kota Yogyakarta, mengindikasikan bahwa di Kecamatan Kotagede, Yogyakarta terjadi pencemaran merkuri karena pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah cair yang tidak baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar merkuri, kreatinin, dan urea dalam serum dan urin pekerja industri di Kotagede dibandingkan dengan pekerja industri di Kecamatan Banguntapan, Bantul. Subjek penelitian berjumlah 94 orang. Sebanyak 52 orang diambil dari Kotagede dengan kisaran umur antara 20 – 71 tahun dan lama berkerja antara 3–38 tahun. Sebanyak 42 orang dengan kisaran usia 21 – 63 tahun dan lama bekerja antara 1 – 20 tahun diambil dari pekerja industri di Banguntapan yang mempunyai kondisi geografis hampir sama dengan Kotagede. Kadar merkuri diukur menggunakan metode *atomic absorption spectrophotometry* (AAS) sedangkan kadar urea dan kreatinin diperiksa dengan kit *Dyasis*. Pada pekerja dari Kotagede, terdapat 3 orang (5,8%) dengan rerata kadar merkuri serum rerata 0,217 ppb dan tidak ditemukan merkuri dalam urin semua subjek. Pada pekerja dari Banguntapan, ditemukan seorang (2,4%) dengan kadar merkuri serum 0,200 ppb dan 6 orang (14,3%), dengan rerata kadar merkuri urin 0,395 ppb. Kadar kreatinin dan urea serum pekerja di Kotagede lebih tinggi daripada pekerja di Banguntapan ($p < 0,05$) namun masih dalam batas normal. Ditemukan merkuri pada sebagian karyawan industri di Kotagede dan Banguntapan yang meskipun dalam kadar rendah berkorelasi dengan kadar kreatinin.

KATA KUNCI kreatinin; merkuri; toksisitas; urea

ABSTRACT Study from the Environmental Office of Yogyakarta, indicates in Kotagede found the pollution of mercury from the environmental because of improper disposal of waste water. This study aims to assess the levels of mercury, creatinine and urea in the serum and urine of people working in several industries in Kotagede and Banguntapan. Subjects of this study were 52 employees in several industries in Kotagede Yogyakarta with a range of ages between 20 - 71 years and length of work between 3 - 38 years. A total of 42 people with the age range was 21 - 63 years and the length of work between 1 - 20 years were taken from industrial employees in Bantul who has almost the same geographical conditions as Kotagede. Determination of mercury levels using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method while the determination of urea and creatinine levels by a *Dyasis* kit. In Kotagede, there were 3 people (5.8%) with the average mercury serum of 0.217 ppb and no mercury in the urine was found in all subjects. In Banguntapan, one person (2.4%) had 0.200 ppb mercury serum and 6 people (14.3%) had an average mercury urine level of 0.395 ppb. Urine creatinine and urea levels in subjects from Kotagede were higher

*Corresponding author: **Pramudji Hastuti**

Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Farmako, Sekip Utara, Yogyakarta 55281, Indonesia
E-mail: pramudji.has@ugm.ac.id

than those from Banguntapan ($p < 0.05$), despite being on the normal range. The presence of mercury in several industrial employees in Kotagede and Banguntapan is still on the low range even though it was correlated to creatinine levels.

KEYWORDS creatinin; mercury; toxicity; urea

1. Pendahuluan

Kecamatan Kotagede merupakan wilayah di Yogyakarta yang terkenal dengan industri kerajinan peraknya.¹ Salah satu logam berat yang digunakan dalam pengolahan kerajinan perak adalah merkuri.² Manusia dapat terpapar merkuri melalui lingkungan maupun kegiatan industri misalnya pembuatan perhiasan, termometer, dan baterai. Senyawa merkuri organik merupakan kontaminan lingkungan yang utama dan mudah diabsorpsi dari saluran pencernaan, dan terdistribusi di hampir semua jaringan.^{3,4} Merkuri organik akan diubah menjadi bentuk anorganiknya setelah diabsorpsi dan memiliki toksisitas sama dengan senyawa anorganiknya.^{5,6}

Merkuri dalam bentuk senyawa alkil mudah larut dalam lemak dan ditimbun dalam otak, ginjal, hepar, dan kulit.⁷ Salah satu akibat keracunan merkuri adalah terjadinya abnormalitas renal karena efek nefrotoksik yang ditimbulkan.⁸ Peningkatan kadar merkuri darah dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal yang dapat terlihat melalui peningkatan *biomarker* seperti kadar urea darah yang tergantung dosis.⁹ Terjadinya nekrosis pada tubulus proksimal juga dapat terjadi karena toksisitas langsung pada ginjal sehingga perlu dilihat fungsi ginjal pada seseorang dengan dugaan mengalami intoksikasi merkuri.¹⁰

Penelitian yang dilakukan oleh Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa Kotagede terancam penyakit Minamata karena adanya merkuri dari limbah industri yang tidak dikelola dengan baik. Sebagian besar penduduk tidak memiliki pengolahan limbah yang baik. Limbah yang dihasilkan langsung dibuang melalui *septic tank* yang tidak kedap terhadap air.¹¹ Menurut hasil analisis laboratorium oleh Sekarwati *et al.* kandungan logam berat pada

air limbah industri kerajinan perak di Kotagede telah melebihi nilai batas baku mutu limbah cair.¹² Sementara itu, Kecamatan Banguntapan yang juga bergerak di sektor pengolahan logam dinilai memiliki pengelolaan limbah yang lebih baik dilihat dari indeks pencemaran.¹³ Melihat kerentanan pekerja industri dan dampak paparan logam berat terhadap kualitas hidup pekerja, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar merkuri, urea, kreatinin dalam darah dan urin pada pekerja industri logam, serta mengetahui hubungan kadar kreatinin dan urea dengan kadar merkuri.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan desain potong lintang dengan subjek karyawan di beberapa industri perak di Kecamatan Kotagede, Kota Yogyakarta dan di beberapa industri aluminium di Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul. Alasan pemilihan Banguntapan sebagai kelompok pembanding karena lokasi tersebut juga memiliki banyak industri yang bergerak di bidang pengolahan logam di samping memiliki kondisi geografis yang hampir sama dengan Kotagede. Pengambilan subjek dilakukan dengan cara *purposive sampling*.

Dilakukan pengambilan darah dan urin dari masing-masing subjek, kemudian kadar merkuri darah dan urin diukur dengan metode *atomic absorption spectrophotometer* (AAS). Kadar kreatinin serta urea ditentukan dengan metode spektrofotometri dengan kit *Dyasis*. Metode AAS yang digunakan dalam penelitian ini dapat mendeteksi kadar merkuri darah dan urin jika kadarnya di atas 0,189 ppb. Di bawah kadar tersebut, metode AAS tidak dapat mendeteksi.

Data yang diperoleh dari kedua kelompok tersebut adalah data parametrik yang homogen

dan dianalisis dengan *t-test*. Hubungan antara kadar merkuri dengan kadar urea dan kreatinin dianalisis dengan analisis regresi linier. Hasil dinyatakan berbeda bermakna secara statistik jika $p < 0,05$.

3. Hasil

Pada penelitian ini, diperoleh subjek sebanyak 94 orang yang terdiri dari 52 orang pekerja yang berasal dari Kotagede dan 42 orang pekerja yang berasal dari Banguntapan dengan karakteristik disajikan pada Tabel 1.

Pekerja industri logam di Kotagede yang menjadi subjek telah bekerja lebih lama daripada pekerja dari Banguntapan, serta berusia lebih tua ($p < 0,05$). Tekanan darah sistolik pekerja antara kedua wilayah berbeda memiliki perbedaan yang bermakna secara statistik ($p < 0,05$), sedangkan tekanan darah diastoliknya tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$).

Pada penelitian ini hanya 10 sampel yang dapat dideteksi dan diketahui kadar merkuri serum. Dari 52 subjek yang diambil dari Kotagede, ditemukan 3 (5,8%) sampel darah yang mengandung merkuri (0,200 - 0,250 ppb) dengan rerata 0,217 ppb, sedangkan dalam seluruh sampel urin tidak

terdeteksi adanya merkuri. Dari 42 pekerja industri di Banguntapan, ditemukan merkuri serum dengan kadar 0,200 ppb pada seorang subjek (2,4%) dan 6 sampel urin (14,3%) yang mengandung merkuri 0,200 ppb – 0,710 ppb (rerata 0,395 ppb).

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar urea dan kreatinin urin pada kedua kelompok berbeda bermakna ($p < 0,05$). Analisis regresi menunjukkan adanya korelasi antara kadar kreatinin dengan kadar merkuri ($p < 0,05$), namun tidak terlihat hubungan antara kadar urea dengan kadar merkuri (Tabel 3).

4. Pembahasan

Rerata umur dan lama bekerja lebih tinggi pada pekerja industri Kotagede dibandingkan dengan pekerja industri di Banguntapan. Sementara itu, rerata tekanan darah, kadar kreatinin, dan urea urin lebih tinggi pada subjek dari Banguntapan. Adanya perbedaan tekanan darah sistolik kemungkinan bukan karena paparan merkuri namun karena perbedaan usia di antara kedua kelompok tersebut.¹⁴

Kadar urea dan kreatinin serum antara kedua kelompok tidak berbeda bermakna, sedangkan

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian dan urinnya

	Kotagede n= 52	Banguntapan n= 42	<i>p</i>
Umur (tahun), rerata ± SD	42,60 ± 11,80	36,00 ± 11,30	0,004
Lama bekerja (tahun), rerata ± SD	19,73 ± 12,72	5,98 ± 4,50	0,000
Tekanan distolik (mmHg), rerata ± SD	124,04 ± 16,48	119,05 ± 8,50	0,039
Tekanan sistolik (mm/Hg), rerata ± SD	77,79 ± 12,81	75,00 ± 14,52	0,163

SD: standar deviasi

Tabel 2. Kadar kreatinin dan urea dalam serum dan urin pekerja industri di Kotagede dan Banguntapan

	Kotagede n= 52	Banguntapan n= 42	<i>p</i>
Kreatinin serum (mg/dL)	0,988 ± 0,253	1,051 ± 0,273	0,125
Kreatinin urin (mg/dL)	220,849 ± 124,383	168,581 ± 96,846	0,018
Urea serum (mg/dL)	25,877 ± 9,144	24,812 ± 6,629	0,267
Urea urin (mg/dL)	25,160 ± 17,836	16,989 ± 5,192	0,004

Tabel 3. Korelasi antara kadar merkuri dengan kadar kreatinin dan urea

	B	p	CI 95%
Kreatinin	0,250	0,037	0,029 – 0,470
Urea	-0,009	0,347	-0,034 – 0.016

kadar urea dan kreatinin urin pada kelompok pekerja dari Kotagede lebih tinggi dibandingkan pekerja dari Banguntapan ($p < 0,05$). Kreatinin serum adalah penanda filtrasi glomerulus endogen yang paling umum digunakan dalam praktik klinis. Namun, penggunaan kreatinin serum sebagai penanda kecepatan filtrasi glomerulus mempunyai keterbatasan, tergantung pada pasien dan pengambilan sampel.¹⁵ Meski lebih tinggi, kadar urea dan kreatinin urin pada subjek dari Kotagede masih dalam rentang normal menurut referensi kit *Diasys* yang digunakan. Selain itu, urin yang diambil dari kedua kelompok ini adalah urin sesaat, bukan urin tampung 24 jam sehingga terdapatnya perbedaan bermakna tersebut kurang dapat menggambarkan keadaan kreatinin maupun kadar urea yang sebenarnya.

Saat kadar merkuri dihubungkan dengan kadar urea dan kreatinin, terdapat hubungan bermakna. Keracunan merkuri mungkin dapat mengakibatkan terjadinya nekrosis pada tubuli proksimal seiring dengan dosis.¹⁶ Ekskresi merkuri dalam urin merupakan indikator keracunan merkuri anorganik atau logam merkuri, merkuri organik akan diekskresikan melalui feses. Paparan merkuri organik hanya memberikan efek minimal pada kadar merkuri urin.¹⁷ Adanya merkuri dalam urin pada subjek dari Banguntapan dapat disebabkan oleh masuknya merkuri anorganik, sedangkan merkuri yang ditemukan dalam darah subjek dari Kotagede maupun Banguntapan kemungkinan akibat konsumsi merkuri sebagai senyawa organik.¹⁸ Waktu paruh merkuri organik dalam darah sekitar tujuh hingga sepuluh minggu dan tiga hingga 15 hari setelah paparan uap, sedangkan waktu paruh paparan merkuri anorganik adalah tiga hingga empat minggu.¹⁷

Senyawa merkuri anorganik larut dalam air dan dapat diabsorpsi sebesar 7% hingga 15% dan bersifat iritan. Saat masuk tubuh, senyawa merkuri anorganik terakumulasi terutama di ginjal dan menyebabkan kerusakan ginjal. Organ target utama logam merkuri adalah otak dan ginjal.³ Ferguson *et al.* menunjukkan bukti kuat intoksikasi merkuri awal yang terlihat pada pekerja yang mengekskresikan merkuri melalui urin lebih dari 50 ug/L dan dengan kadar dalam darah dari 3 ug/100 ml.¹⁹ Menurut Ye *et al.*, toksisitas merkuri terjadi apabila kadarnya dalam darah lebih dari 20 ug/L dan dalam urin lebih dari 100 ug/L. Kadar tersebut dapat memunculkan gejala neurologis.²⁰ Pada penelitian ini, tidak terdapat kadar merkuri di atas normal pada pekerja dari kedua wilayah baik di dalam darah maupun di dalam urin. Kadar paling tinggi yang terdeteksi hanya <1 ug/L.

Keterbatasan penelitian ini adalah jumlah sampel yang terbatas sehingga hasil yang diperoleh mungkin tidak dapat menggambarkan kondisi toksisitas merkuri secara keseluruhan di lingkungan tersebut. Selain itu, urin yang diambil dan diperiksa adalah urin sesaat, bukan urin tampung 24 jam. Dari segi metode, AAS yang digunakan hanya dapat mendeteksi merkuri dengan kadar di atas 0,189 ppb sehingga tidak didapatkan kadar merkuri di bawah nilai ambang tersebut dan tidak dapat diketahui rerata per wilayah.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ditemukan merkuri dalam urin dan serum pada pekerja industri di Kotagede dan Banguntapan meskipun masih dalam kadar rendah, namun terdapat hubungan antara merkuri dengan kadar kreatinin.

Ucapan terima kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Universitas Gadjah Mada khususnya Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan yang telah memberikan dana melalui Hibah Dana Masyarakat sehingga kegiatan ini dapat terlaksana.

Konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini.

Daftar pustaka

- Subagio OMR, Budiati SR. Pengaruh keberadaan industri kerajinan perak terhadap penyerapan tenaga kerja dan pendapatan pekerja di Kecamatan Kotagede Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*. 2013;2(2):68-77
- Sutarni S. Toksisitas merkuri sebagai faktor risiko epilepsi anak. *Berita Kedokteran Masyarakat*. 2005;21(5)
- Park J and Zheng W, 2012, Human exposure and health effects of inorganic and elemental mercury. *J Prev Med Public Health*. 2012;45(6): 344–352.
- Salthammer T, Uhde E, Omelan A, Ludecke A, Moriske HJ. Estimating human indoor exposure to elemental mercury from broken compact fluorescent lamps (CFLs) Indoor Air. 2012;22:289–98.
- Risher J, Amler S. Mercury exposure: evaluation and intervention the inappropriate use of chelating agents in the diagnosis and treatment of putative mercury poisoning. *Neurotoxicology*. 2005;26(4): 691–699
- Nayfeh A, Kassim T, Addasi N, Alghoula F, Holewinski C, Depew Z. A Challenging case of acute mercury toxicity. *Case reports in medicine*. 2018;2018 Article ID 1010678, 4 pages
- Bjørklund G, Dadar M, Mutter J, Aaseth J. The toxicology of mercury: Current research and emerging trends. *Environ Res*. 2017; 159:545-554.
- Orr S, Bridges C. Chronic kidney disease and exposure to nephrotoxic metals. *Int J Mol Sci*. 2017 May;18(5):1039.
- Pollack AZ, Mumford SL, Mendola P, Perkins NJ, Rotman Y, Wactawski-Wende J et al. Kidney biomarkers associated with blood lead, mercury, and cadmium in premenopausal women: a prospective cohort study. *J Toxicol Environ Health*. 2015 Jan 17;78(2):119-31.
- Liu J, Goyer RA, Waalkes MP. Toxic effects of metals. In: Casarett LJ, Klaassen CD, editors. *Casarett and Doull's toxicology: The basic science of poisons*. 7th ed. McGraw-Hill, New York: McGraw-Hill; 2008.
- Suara Merdeka. Kotagede terancam Minamata [Internet]. Jawa Tengah: Suara Merdeka; 2004 [cited 2019 Jan 10]. Available from: <http://www.suaramerdeka.com/harian/04010/20/nas14.htm>
- Sekarwati N, Murachman B, Sunarto. Dampak logam berat Cu (*tembaga*) dan Ag (*Perak*) pada limbah cair industri perak terhadap kualitas air sumur dan kesehatan masyarakat serta upaya pengendaliannya di Kotagede Yogyakarta. *Jurnal Ekosains*. 2015;7(1):64-76
- Langgeng WS, Murti SH. Kajian kerusakan lingkungan perairan sungai akibat aktivitas industri di Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul [master's thesis]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2016.
- Weber C. An overview of blood pressure and aging, what happens to blood pressure as we age? *Verywell Health*; 2018 [updated 2018 Dec 9; cited 2019 Jan 10]. Available from: <https://www.verywellhealth.com/what-happens-to-blood-pressure-as-we-age-1763944>
- Sandilands EA, Dhaun N, Dear JW, Webb DJ. Measurement of renal function in patients with chronic kidney disease. *Br J Clin Pharmacol*. 2013;76(4): 504–515
- Clarkson TW, Magos L. The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Crit Rev Toxicol*. 2006; 36(8): 609–662.
- Davidson J. Mercury testing: Fact Sheet. June 2010, Auckland City Hospital: Labplus.
- Diner B, Brenner B. Toxicity of mercury: Treatment of mercury intoxication [Internet]. *Emedicine-The instant access to the minds of medicine*; 2001 [updated 2018 Nov 5; cited 2019 Jan 10]. Available from: <http://www.emedicine.com/emerg/topic813.htm>
- Ferguson SA, Smith M, Sullivan M, Keazer L, Lyon S, Childress A et al. 2002, Monitoring

- mercury exposure [Internet]. 2002 [cited 2019 Jan 10]. Available from: <http://danpatch.eca.purdue.edu/~epados / mercbuild/scr/credits.htm>.
20. Ye BJ, Kim BG, Jeon MJ, Kim SY, Kim HC, Jang TW *et al.* Evaluation of mercury exposure level, clinical diagnosis and treatment for mercury intoxication. *Ann Occup Environ Med.* 2016 Dec;28(1):5.