

Hubungan Riwayat Paparan Merkuri dengan Gangguan Keseimbangan Tubuh pada Penambang Emas Tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri

Association Between The History of Mercury Exposure and Body Imbalance on Traditional Gold Miner in Jendi Village Selogiri Subdistrict Wonogiri District

Novia Rina Dewi, Onny Setiani, Suhartono

ABSTRAC

Background : *Gold mining in Jendi Village Selogiri Subdistrict Wonogiri District is artisanal gold mining without a permit using amalgamation process (process of extracting gold ore by mixing gold with mercury). Mercury is a neurotoxic of the central nervous system including cerebellum. The purpose of this study was to analyze the association between the history of mercury exposure and body imbalance on traditional gold miner in Jendi Village, Selogiri Subdistrict, Wonogiri District.*

Methods : *The kind of this research is observational analytic study and the research design used was cross sectional. The population in this study are all workers in traditional gold mining region, then the sample are taken is determined based on the formula and the obtained sample size of 42 people. The research were taken through the interview, laboratory test (mercury level in the blood), and clinical examination (Romberg test). Data would be analyzed using Chi Square and Logistic Regression.*

Results : *The results showed that from the four independent variables, there are two independent variables that had p values > 0,05 are the type of occupation (p value = 1,000) and duration of work per day (p value = 0,119), whereas the other two independent variables had p values < 0,05 are period of work (p value = 0,004) and mercury level in the blood (p value = 0,005) so that Ho is rejected for two independent variables that had p values < 0,05, which means that there is a significant correlation between period of work and mercury level in the blood with body imbalance on traditional gold miner in the Jendi Village Selogiri Subdistrict Wonogiri District.*

Conclusions : *From this research can be concluded that as many as 88,1% of the respondents had a positive result of Romberg test and as many as 97,62% of the respondents had blood mercury level exceeding the EPA threshold value. Suggested should pay more attention to health and safety aspects of working in the gold mining process as an effort to reduce the health effects due to mercury exposure.*

Keywords: *mercury, traditional gold miner, body imbalance*

PENDAHULUAN

Logam emas merupakan salah satu komoditi tambang yang mempunyai nilai jual tinggi sehingga menarik perhatian banyak orang untuk mengusahakannya.¹⁾ Pertambangan emas di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri merupakan jenis pertambangan emas tanpa ijin (PETI).²⁾ Kegiatan penambangan emas tradisional pada umumnya menggunakan proses amalgamasi. Proses amalgamasi dapat menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan oleh uap merkuri sebagai akibat adanya proses tersebut. Sebanyak 10 - 30% merkuri yang digunakan dalam proses amalgamasi emas akan terlepas/hilang ke lingkungan.³⁾

Merkuri merupakan golongan logam berat yang membeku pada temperatur -38,9°C dan mendidih pada temperatur 357°C.⁴⁾ Logam merkuri bersifat sangat toksik

karena tidak dapat dihancurkan oleh organisme hidup yang ada di lingkungan. Kontaminasi merkuri terjadi melalui makanan, minuman, pernapasan, dan kontak kulit. Merkuri merupakan satu-satunya logam yang mengalami *biomagnifikasi* melalui rantai makanan dan sangat mudah mengalami transformasi menjadi bentuk-bentuk organik yang lebih toksik (metil merkuri, dimetil merkuri, etil merkuri, dll).⁵⁾

Keracunan metil merkuri dapat menimbulkan gangguan terhadap *Central Nervous System* seperti *ataxia*, penyempitan lapangan pandang, penurunan kemampuan pendengaran, gangguan koordinasi motorik, dan *neuropathy*.⁶⁾ Ion merkuri dapat menyebabkan presipitasi protein yang menghambat aktivitas enzim dan bertindak sebagai bahan yang korosif. Merkuri juga mudah terikat oleh gugus sulfhidril dimana dalam gugus tersebut, merkuri dapat menghambat fungsi enzim yang

Novia Rina Dewi Mahasiswa Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.
dr. Onny Setiani, PhD Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.
Dr. dr. Suhartono, M.Kes Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.

penting bagi metabolisme di dalam tubuh.⁷⁾

Berdasarkan survei awal yang telah dilakukan, kegiatan penambangan emas di Desa Jendi dilakukan dengan cara tradisional tanpa teknik perencanaan yang baik dan peralatan seadanya. Selain itu, semua proses pencampuran menggunakan merkuri dilakukan pekerja tanpa menggunakan APD padahal seluruh proses yang dilakukan dari awal sampai dengan mendapatkan emas murni membutuhkan waktu sekitar 10 jam. *Tailing* dari proses amalgamasi yang banyak mengandung merkuri juga langsung dibuang ke lingkungan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu.

Hasil penelitian yang dilakukan Rianto (2010), menyebutkan sebanyak 66,67% penambang emas yang diperiksa darahnya ternyata mengalami keracunan merkuri.⁸⁾ Penelitian di lokasi penambangan emas di Desa Jendi juga dilakukan Warregh (2012) yang menyebutkan sebanyak 71,9% penambang emas mengalami gangguan neurologi.⁹⁾ Beberapa gejala gangguan neurologi dari hasil observasi yaitu pusing, tremor, sering kesemutan, kesulitan bergerak dan berjalan, serta kekakuan dalam bergerak. Hasil uji pendahuluan yang dilakukan juga menyebutkan sebanyak 6 orang dari 8 orang penambang emas (75%) mengalami gangguan keseimbangan tubuh.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan dan dampak yang ditimbulkan akibat paparan merkuri, maka perlu dilakukan penelitian, mengingat efek paparan merkuri dapat menyebabkan gangguan terhadap sistem saraf pusat yang juga mengatur keseimbangan tubuh. Selain itu, usaha penambangan emas ini belum disertai dengan proses pengolahan limbah yang baik, serta kurang diperhatikannya kesehatan dan keselamatan kerja para pekerjanya yang bekerja tanpa menggunakan APD yang baik.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dengan desain penelitian *cross sectional*.¹⁰⁾ Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan wawancara, pemeriksaan kadar merkuri dalam darah, dan *Romberg test*. Populasi adalah seluruh pekerja yang jumlahnya sekitar 200 orang. Penentuan jumlah populasi berdasarkan survei sebelumnya oleh Rianto (2010), terutama pekerja yang memiliki kadar merkuri dalam darah melebihi NAB dengan usia antara 17-50 tahun. Sampel diambil dengan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan mereka yang mau berpartisipasi pada pemeriksaan kadar merkuri dalam darah dan pemeriksaan gangguan keseimbangan tubuh. Besar sampel penelitian (n) ditentukan dengan rumus:¹¹⁾

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2 \cdot (N - 1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 \cdot p \cdot q}$$

sehingga diperoleh besar sampel sebanyak 42 orang. Analisis data yang digunakan yaitu uji *Chi Square* dan uji Regresi Logistik.

HASIL PENELITIAN

Wilayah pertambangan emas di Desa Jendi terletak di sekitar Gunung Tumbu, Kalipuru. Secara geografis, Kecamatan Selogiri terletak antara 110°45' - 110°56' bujur timur dan antara 7°45' - 7°56' lintang selatan. Desa Jendi mempunyai luas wilayah lebih kurang 163.906 hektar, dengan kondisi geografis sebagian besar berupa deretan perbukitan dan pegunungan, hutan, serta sawah. Kegiatan penambangan emas di Desa Jendi dilakukan secara tradisional dan berlangsung sejak tahun 1990.

Pada umumnya, kegiatan penambangan emas di Desa Jendi dilakukan dengan sistem tambang bawah tanah. Proses penambangan emas diawali dengan tahap pengambilan batuan dan urat kuarsa yang selanjutnya ditumbuk agar ukurannya menjadi sebesar kerikil. Setelah itu, batuan dan urat kuarsa tersebut dimasukkan ke dalam alat gelundungan (*trommel*) untuk digiling agar bentuknya menyerupai serbuk pasir. Langkah selanjutnya yaitu menambahkan merkuri (proses amalgamasi). Setelah itu dilakukan proses pencucian, yang kemudian diikuti proses penyaringan/pemerasan amalgam. Tahap akhir adalah proses penggarangan.

Dari data penelitian yang telah diperoleh, maka dilakukan analisis univariat untuk mendeskripsikan secara umum mengenai karakteristik responden sebagai bahan informasi baik dalam bentuk narasi maupun tabel distribusi frekuensi.

Berdasarkan uji statistik *Chi Square* yang telah dilakukan, hasilnya menyebutkan bahwa terdapat dua variabel bebas yang tidak memiliki hubungan bermakna dengan variabel terikat (gangguan keseimbangan tubuh), yaitu jenis pekerjaan dan lama kerja per hari sedangkan dua variabel bebas lainnya memiliki hubungan bermakna dengan variabel terikat, yaitu masa kerja dan kadar merkuri dalam darah. Dari hasil analisis multivariat yang dilakukan, tidak terdapat variabel bebas yang menjadi penyebab dominan dalam mempengaruhi terjadinya variabel terikat dari keempat variabel bebas yang telah diteliti. Hal ini terjadi karena tidak ditemukan variabel bebas yang memiliki *p value* < 0,05.

PEMBAHASAN

Jenis pekerjaan responden tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan gangguan keseimbangan tubuh. Akan tetapi, hal tersebut harus tetap mendapat perhatian karena dari kedua kategori jenis pekerjaan yang diteliti, masing-masing memiliki rute paparan yang berbeda untuk dapat masuk ke dalam tubuh manusia. Aktivitas pencampuran merkuri dan pembakaran amalgam merupakan aktivitas yang mempunyai prosentase tertinggi untuk dapat terpapar merkuri sehingga akan menyebabkan berbagai efek kesehatan, salah satunya adalah gangguan keseimbangan tubuh. Kurang lebih 80% uap merkuri yang terhisap akan diabsorpsi oleh paru-paru dan tersimpan di dalam tubuh. Uap merkuri

yang masuk ke dalam paru-paru akan berikatan dengan darah. Merkuri yang masuk ke dalam tubuh akan ditransportasi dalam sel darah merah untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh termasuk ke otak. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya gangguan terhadap sistem saraf pusat termasuk *cerebellum* yang mengatur keseimbangan tubuh manusia.¹²⁾

Meskipun lama kerja per hari yang dialami oleh responden dalam penelitian ini tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan gangguan keseimbangan tubuh, tetapi hal tersebut harus tetap mendapat perhatian karena merkuri memiliki sifat bioakumulasi di dalam tubuh. Jam kerja responden hampir tidak ada yang melebihi batas ketentuan jam kerja normal yang berlaku, kecuali satu orang responden yang memiliki jam kerja sampai 12 jam dalam sehari (nilai ekstrim). Adanya nilai ekstrim inilah yang kemungkinan menyebabkan tidak adanya hubungan antara jenis pekerjaan dan lama kerja per hari dengan gangguan keseimbangan tubuh pada penambang emas tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. Hal ini dapat dilihat pada

responden yang jenis pekerjaannya memiliki risiko tinggi untuk terpapar merkuri (menambang dan mengolah emas) dengan jam kerja tinggi (12 jam per hari), tetapi kadar merkuri di dalam darahnya lebih rendah daripada responden yang memiliki jam kerja lebih singkat dan hasil *Romberg test* yang negatif.

Ada hubungan yang bermakna antara masa kerja dengan gangguan keseimbangan tubuh pada penambang emas tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. Masa kerja yang lama memungkinkan penambang emas mengalami lebih lama paparan merkuri sehingga berpotensi untuk terjadi bioakumulasi merkuri di dalam tubuhnya. Selain masa kerja yang lama, perilaku dalam menambang yang tidak memperhatikan aspek kesehatan dan keselamatan kerja dapat pula berpotensi menyebabkan terjadinya efek kesehatan. Perilaku yang dimaksud misalnya tidak menggunakan alat pelindung diri yang baik dan benar dan menggunakan alat makan sehari-hari sebagai tempat mencampur merkuri dan emas.

Ada hubungan yang bermakna antara kadar merkuri

Tabel 1. Deskripsi karakteristik dan hasil *Romberg test* responden penelitian

No	Karakteristik responden (N = 42)	Mean	Min	Maks	SD	n (%)
1	Umur	39,07	21	50	8,420	
2	Masa kerja	10,67	1	25	6,955	
3	Lama kerja per hari	5,74	3	12	1,515	
4	Kadar merkuri dalam darah	7,819	4,4	9,373	0,830	
5	Jenis kelamin					
	Laki-laki					36 (85,7%)
	Perempuan					6 (14,3%)
6	Jenis pekerjaan					
	Berisiko tinggi					40 (95,2%)
	Tidak berisiko tinggi					2 (4,8%)
7	Kebiasaan menggunakan APD					
	Ya					12 (28,6%)
	Tidak					30 (71,4%)
8	Kontaminasi Hg dalam makmin					
	Ya					8 (19%)
	Tidak					34 (81%)
9	Kebiasaan konsumsi alkohol					
	Ya					0 (0%)
	Tidak					42 (100%)
10	Kebiasaan konsumsi obat					
	Ya					8 (19%)
	Tidak					34 (81%)
11	Hasil <i>Romberg test</i>					
	Positif					37 (88,1%)
	Negatif					5 (11,9%)

Tabel 2. Hasil analisis multivariat

No	Variabel penelitian	p value	Exp (B)	95 % CI	
				Lower	Upper
1	Masa kerja	0,062	2,076	0,963	4,477
2	Kadar merkuri dalam darah	0,068	21,126	0,797	559,771

Hubungan Riwayat Paparan Merkuri dengan Gangguan Keseimbangan Tubuh

dalam darah dengan gangguan keseimbangan tubuh pada penambang emas tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. Sebagian besar responden dalam penelitian ini memiliki kadar merkuri dalam darah melebihi NAB. Hal ini terjadi karena adanya paparan merkuri yang berlangsung secara terus-menerus dalam kurun waktu yang lama sehingga merkuri akan terakumulasi di dalam tubuh. Merkuri anorganik (Hg^{2+}) yang dibawa sel darah merah dapat menembus *blood brain barrier* sehingga masuk ke dalam *cerebral* dan *cerebellar cortex* yang kemudian akan dioksidasi dengan cepat menjadi merkuri organik (Hg^+) yang bereaksi dengan gugus sulfhidril pada berbagai protein molekul dan cenderung mengganggu sistem saraf pusat termasuk *cerebellum*.¹³⁾ Elemen merkuri dan komponen alkil merkuri yang masuk ke dalam otak akan menyebabkan terjadinya perubahan struktur protein dan sistem enzim, sehingga sinaptik dan transmisi neuromuskuler diblok. Membran sel adalah titik utama yang diserang selama gugus sulfhidril yang dikandung dalam struktur membran sel tersebut. Sistem enzim Na^+ , K^+ -Adenosin TriPosfat-ase (ATP-ase) biasanya juga terlibat sehingga menyebabkan terjadinya gangguan pertukaran ion intraseluler dan ekstraseluler.⁷⁾

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasilnya menyebutkan bahwa sebagian besar responden mengalami gangguan keseimbangan tubuh yang dibuktikan dengan hasil *Romberg test* yang positif. Hal ini berbanding lurus dengan kejadian keracunan merkuri yang sebagian besar juga telah dialami oleh responden dalam penelitian ini. Metode pemeriksaan untuk mengidentifikasi adanya gangguan keseimbangan tubuh pada penelitian ini dapat dianggap telah mewakili keterlibatan dari 3 komponen penting yang berperan dalam sistem keseimbangan tubuh manusia. *Romberg test* menginstruksikan responden untuk menutup mata pada saat proses pemeriksaan sehingga akan dapat diketahui apakah vestibuler atau somatosensoris termasuk proprioceptor mengalami gangguan atau tidak.^{14,15)}

Metil merkuri bersifat lipofilik dan berat molekulnya kecil sehingga dengan mudah dapat melewati sawar darah otak dan dapat merusak otak (dalam ganglia radiks dorsal serta neuron sistem saraf pusat). Metil merkuri pada awalnya menyebabkan hilangnya ribosom setempat, kemudian disintegrasi dan hilangnya zat-zat Nissl terutama di sel-sel kecil. Proses ini diikuti oleh perubahan inti dan sekitarnya. Selanjutnya, proses ini mengakibatkan hilangnya seluruh neuron terutama aksornya. Tanpa akson yang utuh atau sempurna, transmisi potensial listrik tidak akan mungkin terjadi. Gangguan potensial listrik disebabkan oleh agen yang dapat memblokir saluran pompa natrium dan kalium.¹⁶⁾

Keracunan merkuri dapat menyebabkan gangguan neurologi termasuk gangguan keseimbangan tubuh. Hal

ini dikarenakan merkuri merupakan logam yang dapat menyebabkan gangguan terhadap fungsi mata, gangguan terhadap fungsi telinga, dan gangguan terhadap daerah kulit yang ketiganya termasuk komponen yang berperan penting dalam mengatur keseimbangan tubuh manusia. Ketiga komponen tersebut merupakan reseptor rangsangan yang apabila salah satunya terganggu, maka rangsangan yang diterima tubuh untuk mempertahankan keseimbangannya tidak dapat berlangsung sempurna sehingga pusat pengolah informasi yang mengatur keseimbangan tubuh juga akan mengalami gangguan dalam memerintahkan tubuh untuk membentuk postur yang seimbang.

Selain itu, merkuri merupakan logam yang dapat terakumulasi di otak baik otak besar maupun otak kecil karena dapat menembus *cerebral* maupun *cerebellar cortex* sehingga dapat mengganggu kerja otak dalam mengolah impuls saraf yang diterima dari reseptor. Merkuri juga merupakan logam yang dapat menyebabkan kerusakan selubung mielin pada akson sehingga menyebabkan disfungsi penghantaran impuls oleh akson yang pada akhirnya akan menyebabkan gangguan respon dari otot-otot postural yang tidak dapat bekerja secara sinergis untuk mempertahankan keseimbangan tubuh (terjadi ayunan tubuh yang berlebihan). Selubung mielin akson tersusun atas lemak (*lipid*) sehingga memudahkan merkuri untuk merusaknya karena merkuri merupakan logam yang sangat larut dalam lemak.

KESIMPULAN

1. Karakteristik penambang emas tradisional yang menjadi responden dalam penelitian ini berumur antara 21 – 50 tahun dengan mayoritas responden berjenis kelamin laki-laki. Jenis pekerjaan sebagian besar responden berisiko tinggi untuk terpapar merkuri, lama kerja per hari yang banyak dialami responden yaitu 5 jam per hari, masa kerja yang banyak dialami responden yaitu responden yang memiliki masa kerja 20 tahun dan 25 tahun.
2. Sebanyak 97,62% responden memiliki kadar merkuri dalam darah yang telah melebihi nilai ambang batas yang masih diperbolehkan yaitu melebihi 5,8 $\mu g/l$.
3. Sebanyak 88,1% responden penelitian memiliki hasil *Romberg test* yang positif.
4. Tidak ada hubungan yang bermakna antara jenis pekerjaan dan lama kerja per hari dengan gangguan keseimbangan tubuh pada penambang emas tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri.
5. Ada hubungan yang bermakna antara masa kerja dan kadar merkuri dalam darah dengan gangguan keseimbangan tubuh pada penambang emas tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri.

6. Tidak terdapat variabel bebas yang menjadi penyebab dominan dalam mempengaruhi terjadinya variabel terikat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Herman, D.Z. Pertambangan Tanpa Izin (PETI) Dan Kemungkinan Alih Status Menjadi Pertambangan Skala Kecil. Pusat Sumber Daya Geologi, 2012.
2. Aspinall, C. Small Scale Mining In Indonesia : Mining Minerals Sustainable Development. International Institute For Environment And Development (IIED), 2002.
3. Alpers, N.C and Michael, P.H. Mercury Contamination From Distiric Gold Mining In California, 2006, (Online), ([http : ca.water.usgs.gov](http://ca.water.usgs.gov), diakses tanggal 26 Januari 2013 jam 09.28)
4. Widowati, W., Sastiono, A., dan Rumampuk, R.J. Efek Toksik Logam : Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran. Yogyakarta : CV Andi, 2008.
5. Haris, K., Mason, M., and Reash, S. Ecosystem Responses To Mercury Contamination. New York : CRC Press, 2003.
6. Inwiasri dan Kusnopranto, H. Pajanan Hg Pada Penambang Emas Tradisional Di Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah. Jurnal Ekologi Kesehatan, 2011, Vol. 10, No. 2 : 72-82.
7. Yu, Ming-Ho. Environmental Toxicology : Biological And Health Effect of Pollutants. Florida : CRC PRESS LLC, 2005.
8. Rianto, S. Analisis Faktor Faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Merkuri Pada Penambang Emas Tradisional Di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 2012, Vol. 11, No. 1.
9. Warregh, N.S. Association Between Mercury Exposure And Neurotoxic Effect on Artisanal Gold Miner In Selogiri, Wonogiri, Central Java, Indonesia. Magister Kesehatan Lingkungan. UNDIP Semarang, 2012.
10. Notoadmodjo, S. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta : Rineka Cipta, 2005.
11. Ariawan, I. Besar Dan Metode Sampel Pada Penelitian Kesehatan. Jakarta : FKM UI, 1998.
12. Budiono. Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air. Makalah Pengantar Filsafat Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, 2002.
13. Bryson, D.P. Comprehensive Review In Toxicology. An Aspen Publication Maryland, 1989 : 501-508.
14. Callegari, D. Romberg/Sharpened Romberg Test, 2009, (Online), ([http : www.pt.unlv.edu](http://www.pt.unlv.edu), diakses tanggal 12 Februari 2013 jam 15.40)
15. Stephen J.M. and Gary D.H. Pathophysiology of Disease : An Introduction to Clinical Medicine. USA : McGraw-Hill Companies Inc, 2010.
16. William D.A. and Michael F.H. Mechanisms of Methylmercury-Induced Neurotoxicity. The FASEB Journal. 1994, Vol. 8.