

Hubungan Paparan Merkuri (Hg) dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati pada Pekerja Tambang Emas di Wonogiri

The Association Between Mercury Exposure and The Occurance of Liver Disfunction on Gold Mine Workers at Jendi Village, Selogiri Sub District, Wonogiri.

Nikie Astorina Yunita Dewanti, Onny Setiani, Nurjazuli

ABSTRACT

Background: Traditional gold mining activities that using WOA/ amalgamation can cause Hg emissions to the environment. The emissions could raise mercury poisoning in the environment and human. Liver as a major part of the metabolism and accumulation of Hg in the human body, so that Hg could lead to liver damage. In the previous research, Hg exposure in male rats caused hepatotoxicosis. Average blood mercury levels of workers was 53.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Objective: To determine the association between mercury (Hg) exposure and the occurrence of liver dysfunction on gold mine workers at Jendi Village, sub-district Selogiri, Wonogiri District.

Methods: It was a cross-sectional study, total sample were 41 workers. The data obtained from the results of laboratory tests of blood samples and the results of the interview respondents. Data would be analyzed using biivariate and multivariate statistic test.

Results: There was 41.16% of respondents were miners, processors as well as grates, the average of working period was 10 years, work duration 6 hours a day and 6 days a week. 97.56% of respondents have blood mercury levels above normal (U.S. EPA: 5.8 ppb). Elevated levels of SGOT experienced by 24.4% of respondents, SGPT 17.1% of respondents and ALP 58.8% of respondents or as much as 68.3% of respondents having liver disfunction. There was no difference incidence of liver dysfunction seen from the type of work (p value = 0.459), There was no association between work duration, work period and blood mercury levels with the incidence of liver dysfunction in workers (p value = 0.148; 0.408 and 0.608). There was a relationship between blood mercury levels with SGPT as an indicator of liver dysfunction (p value = 0.042)

Conclusion: Overall, the data did not provide strong evidence that mercury exposure associated with incidence of liver disfunction.

Keywords: mercury exposure, liver disfunction, SGOT, SGPT, ALP

PENDAHULUAN

Tahun 2010, terdapat sekitar 900 titik pertambangan, dan sekitar 250.000 pekerja tambang ada didalamnya, termasuk pekerja perempuan dan anak di bawah umur.¹ Usaha pertambangan sering dianggap sebagai faktor penyebab utama kerusakan dan pencemaran lingkungan. Pada kegiatan usaha pertambangan yang menyebabkan pencemaran adalah proses amalgamasi.²

Dalam setiap gram emas yang dihasilkan, terdapat sekitar 1-3 gram merkuri yang terlepas ke lingkungan dari proses amalgamasi konsentrat. Sedangkan dari proses *Whole Ore Amalgamation* (WOA) adalah 20-50 gram merkuri per gram emas.³

Pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri adalah salah satu kegiatan pertambangan emas tradisional di Indonesia. Pada survei awal diketahui bahwa

penambangan dilakukan dengan membuat terowongan dan sumur mengikuti arah urat kuarsa dengan perkiran alur tanah yang memiliki kadar emas tinggi. Kegiatan ini dibagi menjadi beberapa kelompok pekerjaan, yaitu penambang urat kuarsa, pengolah gumpalan batu dan pengolah dengan amalgamasi dan penggarang. Para pekerja tanpa menggunakan APD seperti masker, sarung tangan dan baju kerja saat bekerja.

Penelitian terdahulu oleh Passos tahun 2008 menunjukkan adanya kontaminasi merkuri akibat kegiatan penambangan emas di sekitar Amazon, yaitu adanya toksisitas merkuri pada urin dan darah pekerja beserta tanda dan gejala keracunan merkuri, juga adanya kontaminasi merkuri di lingkungan baik di sumber air, sedimen, maupun ikan di Amazon yang dikonsumsi oleh masyarakat sekitar.⁴ Berdasarkan survei oleh Rianto tahun 2010, diketahui bahwa rata-rata kandungan merkuri di

Nikie Astorina Yunita Dewanti Mahasiswa Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.
dr. Onny Setiani, PhD Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.
Dr. Nurjazuli, SKM, M.Kes. Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.

dalam darah pekerja 53,5 µg/L.⁵

Merkuri sangat beracun serta sangat korosif jika diserap ke dalam aliran darah. Selain itu, merkuri dapat bergabung dengan protein dalam plasma, sehingga merkuri juga dapat masuk ke organ tubuh lainnya.⁶Efek kesehatan merkuri organik yaitu gangguan syaraf, walaupun organ lain juga terlibat seperti sistem pencernaan, sistem pernapasan, hati, immunitas, kulit dan ginjal.⁷

Hati adalah organ utama dalam metabolisme merkuri (Hg), sehingga kerusakan hati yang parah dapat terjadi. Studi sebelumnya telah mengungkapkan bahwa HgCl₂ menyebabkan lesi histopatologi dan ultrastruktur dalam hati yang dibuktikan oleh adanya degenerasi lemak dan nekrosis sel periportal hati tikus jantan.⁸

Adanya peningkatan serum SGOT dan SGPT dan penurunan serum ALP, dapat digunakan sebagai biomarker enzim potensial untuk merkuri yang memicu terjadinya induced hepatotoxicosis yang pada akhirnya mempengaruhi kesehatan umum dengan mengubah fungsi dan struktur integritas hati.⁹

Berdasarkan hasil temuan yang telah dipaparkan di atas, maka penelitian ini akan berkonsentrasi mengenai hubungan paparan merkuri kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tabang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri menggunakan dengan parameter fungsi hati SGOT, SGPT, ALP.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan cross sectional. Besar sampel dalam penelitian ini adalah 41 sampel. Besar sampel ditentukan berdasarkan hasil penelitian keracunan merkuri tahun 2009, yang menyatakan 66,67% pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri mengalami keracunan merkuri.

Variabel paparan merkuri yang diteliti adalah jenis pekerjaan, lama kerja per hari dan masa kerja di area pertambangan emas tradisional, variabel untuk menilai

riwayat paparan merkuri adalah kadar merkuri dalam darah pekerja, dan variabel untuk menilai kejadian gangguan fungsi hati adalah kadar enzim SGOT, SGPT dan ALP, jika salah satu parameter tidak normal maka subjek penelitian dianggap mengalami kejadian gangguan fungsi hati.

Cara mengumpulkan data melalui wawancara menggunakan kuesioner tertutup serta dilakukan pemeriksaan sampel darah pekerja untuk mengetahui kadar merkuri dalam darah, kadar SGOT, SGPT dan ALP di laboratorium BBTKLPP Yogyakarta. Analisis data yang digunakan adalah analisis chi-square untuk data nominal-nominal, sedangkan untuk data rasio-nominal dengan menggunakan analisis regresi logistik sederhana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada umumnya pertambangan emas di Desa Jendi ini merupakan pertambangan emas yang menggunakan sistem tambang bawah tanah. Hal ini dilakukan untuk mengambil tanah yang berada di area urat kuarsa, penambang membuat lubang hingga kedalaman 200 meter dari permukaan tanah. Batu dan urat kuarsa yang lalu ditumbuk agar berukuran sebesar kerikil, kemudian dimasukkan kedalam alat gelundungan (*trommel*) untuk digiling menjadi serbuk pasir lalu ditambah merkuri dan air (proses amalgamasi). Selanjutnya gelundungan diputar selama 6 sampai 8 jam, kemudian campuran amalgam (*alloy*) dikeluarkan sambil dicuci dengan disemprot air. Amalgam yang sudah bersih dari lumpur dan pasir diperas dengan kain parasut, kemudian emas murni diperoleh dengan pembakaran *amalgam*.

Berdasarkan informasi dari masyarakat Desa Jendi yang bekerja sebagai pengumpul bijih emas, perolehan emas berkisar 0,5 gram / hari, dari 2 (dua) kali proses pengolahan dengan rata-rata berat bijih yang diolah 80 kg. Sedangkan penggunaan merkuri (Hg) pada saat proses amalgamisasi, setiap gelondongnya membutuhkan kurang lebih 200-300 gr Hg untuk 2-3 minggu pengolahan.

Karakteristik subjek penelitian berdasarkan umur, jenis kelamin dan alamat dusun, antara lain rata-rata umur

Tabel 1. Faktor paparan merkuri yang berperan terhadap kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tambang emas

Variabel Bebas	Rata-rata	SD	Min	Max
Masa Kerja (tahun)	10,37	6,956	1	25
Lama Kerja Jam/ Hari	5,68	1,665	2	12
Kadar Hg dalam Darah (ppb)	7,847	0,823	4,4	9,373

Tabel 2. Hasil pemeriksaan parameter fungsi hati

Parameter Fungsi Hati	Rata-rata	SD	Min	Max
Nilai SGOT (U/L)	22,63	4,522	13,5	33,7
Nilai SGPT (U/L)	21,161	9,2181	8,3	49,6
Nilai ALP (U/L)	75,34	13,577	53	118

subjek penelitian 39 tahun, sebanyak 85,37% adalah laki-laki dan 41,46% berasal dari dusun Geritan.

Faktor paparan yang berperan terhadap kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tambang emas, antara lain lama kerja per hari, masa kerja dan kadar Hg dalam darah. Sebanyak 41,46% bekerja sebagai penambang, juga sebagai pengolah dan penggarang.

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa masa kerja adalah $10 \pm 6,956$ tahun. Lama kerja per hari adalah $6 \pm 1,665$ jam. Rata-rata hasil pengukuran kadar merkuri (Hg) dalam darah pada pekerja tambang emas di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri adalah 7,847 ppb dengan nilai maksimal 9,373 ppb dan minimal 4,4 ppb dan memiliki standar deviasi 0,823. Berdasarkan USEPA tahun 2008, kadar merkuri (Hg) > 5,8 ppb memiliki resiko tinggi terhadap toksisitas merkuri dalam tubuh. Dalam penelitian ini sebanyak 97,56% responden memiliki kadar merkuri darah > 5,8 ppb.

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium (tabel 2) dapat diketahui bahwa rata-rata kadar SGOT, SGPT dan ALP berturut-turut adalah $22,63 \pm 4,522$ U/L, 21,161

$\pm 9,2181$ U/L dan $75,34 \pm$ U/L. Sebanyak 24,39% memiliki hasil SGOT di atas batas normal (laki-laki <25 U/L dan perempuan <21 U/L), sebanyak 17,07% memiliki nilai SGPT di atas batas normal (laki-laki <30 U/L dan perempuan <23 U/L) dan sebanyak 58,54% memiliki hasil ALP di atas batas normal (dewasa 15-69 U/L).

Sebanyak 97,62% dari 42 responden tidak memiliki riwayat penyakit hati, 100% tidak konsumsi alkohol, 85,37% subjek penelitian tidak ada riwayat minum obat, 87,8% tidak mempunyai kebiasaan konsumsi jamu, 90,24% tidak memiliki riwayat pekerjaan di lokasi yang mungkin terpapar pestisida, sedangkan untuk riwayat paparan logam lain, 90,24% tidak pernah mengalami paparan logam lain, 80,49% tidak memiliki riwayat paparan logam lain, 56,1% tidak memiliki riwayat kontaminasi merkuri baik dari makanan (hasil bumi Desa Jendi), 100% sampel dalam penelitian ini tidak mengalami anemi ataupun mempunyai riwayat anemi, 65,85% tidak pernah menggunakan APD saat bekerja baik saat menambang, menggolol maupun menggarang, 41,46% bukan perokok.

Berdasarkan hasil analisis bivariat menunjukkan

Tabel 3. Distribusi responden berdasarkan variabel pengganggu

Variabel Pengganggu	Jumlah	Persentase(%)
Riwayat Penyakit Hati		
Ada	1	2,38
Tidak	41	97,62
Kebiasaan Konsumsi Alkohol		
Tidak	41	100
Kebiasaan Konsumsi Obat		
Ya (>3 kali seminggu dalam satu bulan terakhir)	6	14,63
Tidak (= <3 kali seminggu dalam satu bulan terakhir)	35	85,37
Kebiasaan Konsumsi Jamu		
Ya (>3 kali seminggu dalam satu bulan terakhir)	5	12,20
Tidak (= >3 kali seminggu dalam satu bulan terakhir)	36	87,80
Riwayat Kerja		
Ada di lokasi yang mungkin terpapar logam	4	9,76
Tidak Ada	37	90,24
Riwayat Paparan Logam Lain selain dari Pertambangan Emas		
Ya	8	19,51
Tidak	33	80,49
Riwayat kontaminasi Hg dalam Makanan		
Ya (air sumur, sayur, ikan)	18	43,90
Tidak	23	56,10
Riwayat Anemi		
Tidak Anemi (= >12)	41	100
Kebiasaan Penggunaan APD		
Selalu	9	21,95
Sering	5	12,20
Tidak Pernah	27	65,85
Kebiasaan Merokok Responden		
Berat (>20 batang per hari)	8	19,51
Sedang (12-20 batang per hari)	12	29,27
Ringan (<12 Batang per hari)	4	9,76
Bukan Perokok (0)	17	41,46

Hubungan Paparan Merkuri (Hg) dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati

bahwa tidak ada hubungan jenis pekerjaan (0,459), lama kerja per hari (0,148), masa kerja (0,408) dan kadar merkuri dalam darah (0,608) dengan kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri (tabel 4). Terdapat hubungan antara kadar merkuri dalam darah dengan kadar SGPT pada pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri dengan *p-value* 0,042.

Kadar Hg dalam Darah dan Parameter Fungsi Hati

Dalam penelitian ini rata-rata kadar merkuri (Hg) dalam darah sampel adalah 7,85 ppb dengan nilai minimal 4,4 ppb dan nilai maksimal 9,373 ppb, sedangkan menurut penelitian Riyanto (2010) rata-rata kadar Hg darah 53,51 g/l, terdapat perbedaan mungkin karena adanya distribusi merkuri ke seluruh tubuh secara lipofilik, karena *half-time* merkuri dalam darah adalah ± 45 hari (fase lambat), akibatnya merkuri telah terakumulasi di dalam sel, sehingga kadar Hg darah yang terdeteksi menjadi kecil.¹⁰

Percobaan IG Gel'man dan GK Derviz tahun 1936 menunjukkan bahwadarah dalam kondisi jenuh dipaparkan ion Hg bebas, dapat diamati ion bebas Hg dalam darah. Dalam kondisi tersebut atom Hg bebas dapat menembus sel, menimbulkan efek toksik. Partikel Hg beredar di darah walaupun konsentrasinya kecil. Efek awal keracunan merkuri telah ditemukan ketika konsentrasi darah melebihi 3 $\mu\text{g/L}$.¹¹

Berdasarkan penelitian ini terjadi peningkatan SGOT (24,39%), SGPT (17,07%) dan ALP (53,54%) dan terdapat hubungan yang signifikan antara kadar Hg darah dengan kadar SGPT pekerja. Elevasi SGOT dan SGPT seringkali mencerminkan kerusakan hepatoseluler. SGPT lebih spesifik untuk kerusakan hati dibandingkan ketinggian SGOT. Dalam penelitian ini maka peningkatan SGOT dan SGPT terjadi karena radikal bebas merkuri akan mengganggu sintesa dan metabolisme protein di hati sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan hepatoseluler.¹² Tingkat tertinggi ALP terjadi sebagai akibat dari obstruksi aliran empedu dan tingkat elevasinya tidak membantu untuk membedakan intrahepatik dan ekstrahepatik. Mekanisme ALP meningkat karena hati telah rusak dan gagal untuk mengeluarkan ALP yang di buat di tulang, usus dan hati.¹²

Dalam penelitian ini sedikit peningkatan nilai SGOT, SGOT dan ALP diduga terjadi karena kadar merkuri total dalam darah $> 5,8$ ppb, sehingga diduga terindikasi adanya *chronic liver disease*. Fenomena yang terjadi rendahnya Hg dalam darah yang diikuti banyaknya pekerja yang mengalami peningkatan SGOT, SGPT dan ALP atau banyak pekerja yang terindikasi gangguan fungsi hati, diakibatkan karena kadar merkuri di dalam tubuh telah terkonsentrasi dalam sel sehingga kadar Hg dalam darah yang terdeteksi rendah dan mengindikasikan terjadinya kerusakan sel hati yang ditandai dengan meningkatnya beberapa parameter fungsi hati pada pekerja.

Kelainan hepatosit akibat merkuri ditandai dengan peningkatan SGOT dan SGPT juga dapat memicu timbulkan gangguan sekresi empedu karena alirannya terganggu sehingga mengakibatkan meningkatnya ALP.¹² Berdasarkan penelitian Wadaan tahun 2009, dengan adanya paparan merkuri, kadar SGOT dan SGPT naik sedangkan kadar ALP turun pada tikus jantan.⁹ Menurut Jagadeesan dan Pillai tahun 2007 juga melaporkan peningkatan yang signifikan serum SGOT dan SGPT tikus dengan pemaparan HgCl_2 ,¹³ menurut Singh tahun 2007, adanya peningkatan SGOT dan SGPT tikus karena merkuri.¹⁴ Di sisi lain, Sastry dan Sharma tahun 1980, aktivitas ALP menurun pada paparan akut dan meningkat pada paparan kronis HgCl_2 , ada peningkatan dari SGPT dan SGOT pada paparan akut atau kronis HgCl_2 pada ikan teleost.¹⁵ Sehingga hasil penelitian ini tidak jauh beda dengan penelitian terdahulu.

Hubungan Kadar Hg dalam Darah dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati

Berdasarkan hasil penelitian ini, tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar merkuri (Hg) dalam darah dengan kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri. Asumsi pertama yang dapat dikemukakan dalam hal ini adalah, yaitu bukan paparan merkuri (Hg) yang menyebabkan adanya kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tambang di Desa Jendi, akan tetapi adanya faktor lain yang telah menyebabkan timbulnya kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja. Pembuktian diperlemah dengan adanya pengukuran enzim hati secara *cross sectional*.

Tabel 4. Hasil rekapitulasi analisis bivariat faktor paparan merkuri pada pekerja tambang tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri

No.	Analisis Hubungan	Uji Statistik	<i>P-value</i>	PR	CI 95%	Keterangan
1.	Jenis Pekerjaan	Chi-Square	0,459	-	-	Tidak signifikan
2.	Lama paparan per hari	Regresi Logistik	0,148	0,739	0,4780-1,141	Tidak signifikan
3.	Masa Kerja	Regresi Logistik	0,408	1,42	0,943-1,152	Tidak signifikan
4.	Kadar Hg dalam darah	Regresi Logistik	0,608	1,229	0,9562-2,688	Tidak signifikan

Asumsi yang kedua bahwa, adanya interaksi kimiawi antara merkuri (Hg) dalam darah dengan bahan kimia lain yang bersifat protektif terhadap paparan merkuri, yaitu Selenium (Se). Semelindungi tubuh terhadap efek negatif dari paparan merkuri. Karena afinitas yang sangat tinggi antaramerkuri dan selenium, selenium disekap merkuri dan mengurangi ketersediaan biologisnya.¹⁶

Asumsi ketiga bahwa, telah terjadi keabnormalan pada jaringan dan sel hati, akan tetapi tidak terdeteksi melalui pengukuran enzim hati (SGOT, SGPT dan ALP) pada beberapa pekerja yang memiliki tingkat paparan kronis merkuri baik dosis tinggi maupun dosis rendah, sehingga hubungan antara riwayat paparan merkuri (Hg) yang ditunjukkan dengan kadar Hg dalam darah terhadap kejadian gangguan fungsi hati tidak dapat digambarkan melalui hasil penelitian ini.¹⁷

Mekanisme merkuri dalam hati yaitu proses biotransformasi utama xenobiotik dimana Hg menyeberangi membran plasma hepatosit mengikat tiol glutation dan metalotionin, terjadi akumulasi dalam domain apikal hepatosit menghadapi canaliculi empedu, setelah penyerapan, Hg terakumulasi di lisosom hepatosit, Hg terdeposit dalam Sitoplasma sel hati dan kemudian selanjutnya Hg menghancurkan mitokondria dengan cara menimbulkan pembangkakan sel dan lisis sel serta menurunkan á dan ã globulin serta meningkatkan ãglobulin sehingga terjadi disfungsi hati. Hal tersebut yang menyebabkan elevasi *Liver Function Test*.¹⁸

Faktor Paparan Merkuri

1. Jenis Pekerjaan

Tidak ada hubungan yang signifikan antara jenis pekerjaan dengan kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tambang emas di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri. Hal ini diduga karena tingginya kadar merkuri di dalam darah sehingga bioakumulasi merkuri dalam hati sudah terjadi, yang akibatnya timbul kejadian gangguan fungsi hati pada separoh lebih responden dalam penelitian ini.

2. Lama kerja per hari

Lama kerja mengakibatkan perbedaan intensitas pajanan dan banyaknya merkuri yang terabsorpsi oleh masing-masing pekerja.¹⁹ Dari hasil analisis lama kerja dengan kejadian gangguan fungsi hati, tidak terdapat hubungan yang signifikan dengan rata-rata lama kerja per hari adalah 6 jam. Menurut McFarland dan Reigel tahun 1978 menggambarkan bahwa pekerja yang terpapar merkuri 4-8 jam sehari akan mengalami keracunan akut untuk paparan uap merkuri 1,1-44 mg/ cu.m.²⁰

3. Masa Kerja

Masa kerja rata-rata responden adalah 10 tahun, dan tidak ada hubungan masa kerja dengan kejadian fungsi hati pada pekerja tambang emas di Desa Jendi. Hal ini diduga diakibatkan karena rentang masa kerja yang sangat jauh dengan masa kerja minimum 1 tahun dan maksimum 25

tahun, dengan kecenderungan nilai Hg darah > 5,8 ppb, selain itu karena ada temua ekstrim dimana Hg masas kerja tinggi akan tetap nilai Hg darah rendah dan ditemukan adanya kejadian gangguan fungsi hati.

SIMPULAN

Faktor paparan merkuri di lingkungan kerja tambang emas tradisional meliputi jenis pekerjaan dimana sebesar 41,46% bekerja sebagai penambang sekaligus pengolah dan penggarang, dengan rata-rata lama kerja per hari adalah 6 jam sehari dan rata-rata masa kerja responden adalah 10 tahun. Kadar merkuri dalam darah rata-rata 7,84654 ppb dan sebanyak 97,56% responden memiliki kadar Hg di atas normal (> 5,8 ppb). Kadar SGOT rata-rata 22,63 U/L, kadar SGPT rata-rata 21,161 U/L, sedangkan kadar ALP rata-rata adalah 75,34 U/L. Subjek penelitian yang mengalami kenaikan SGOT sebanyak 24,4%, SGPT sebanyak 17,1% dan ALP sebanyak 58,8%. Berdasarkan hasil laboratorium fungsi hati sebanyak 68,3% mengalami gangguan fungsi hati. Tidak ada hubungan jenis pekerjaan (0,459), lama kerja per hari (0,148), masa kerja (0,408) dan kadar Hg darah (0,608) dengan kejadian gangguan fungsi hati pada pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, dan terdapat hubungan kadar merkuri dalam darah dengan kadar SGPT pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri

DAFTAR PUSTAKA

1. Ismawati, Y. Report Workshop on Sustainable ASGM Practices, Mataram: 9 Februari 2012
2. Greenwood, Norman N, Earnshaw, Alan. Chemistry of the Elements. Oxford: Pergamon Press, 1984: pp. 82-87
3. Telmer, Kevin. Mercury and Small Scale Gold Mining - Magnitude and Challenges Worldwide. GEF/ UNDP/ UNIDO Global Mercury Project, 2007
4. Passos and Mergler. Human mercury and adverse health effect in the Amazon. Rio de Janeiro: Cad. Saudo Publica. 2008; 24: Sup: 4-5503-5520
5. Sugeng Rianto, Analisis Faktor - Faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Merkuri Pada Penambang Emas Tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri, (Tesis). 2010
6. El-Shenawy, S.M.A. and N.S. Hassan, Comparative evaluation of the protective effect of selenium and garlic against liver and kidney damage induced by mercury chloride in the rats. Pharmacol. 2008. Rep., 60: 199-208
7. F Risher J, E Murray H, and R Prince G. Organic Mercury Compounds: Human Exposure and its Relevance to Public Health. Journal of Toxicology and Industrial Health, 2002, vol. 18, 2001; 3: 109-160

Hubungan Paparan Merkuri (Hg) dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati

8. Schurz, F., M. Sabater-Vilar and J. Fink-Gremmels.. Mutagenicity of mercury chloride and mechanisms of cellular defense: The role of metal-binding proteins. *Mutagenesis*. 2000; 15: 525-530
9. Mohammad A.M. Wadaan ., Effects of Mercury Exposure on Blood Chemistry and Liver Histopathology of Male Rats. *Journal of Pharmacology and Toxicology*. 2009; 4: 126-131
10. Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury, Board on Environmental Studies and Toxicology, National Research Council, Commission on Life Sciences (CLS), Toxicological Effects of Methylmercury, Washington, D.C.: NATIONAL ACADEMY PRESS 2000; p 31-36
11. Health Department of New Jersey Satate, 2006
12. Daniel SP, Marshall MK. Evaluation of the liver: laboratory tests. Schiff's diseases of the liver, 8th edn. USA; JB Lippincott publications, 1999; 205-239
13. Jagadeesan, G. and S.S. Pillai, 2007. Hepatoprotective effects of taurine against mercury induced toxicity in rats. *J. Environ. Biol.*, 28: 753-756
14. Singh, V., D. Joshi, S. Shrivastava and S. Shukla, 2007. Effect of monothiol along with antioxidant against mercury-induced oxidative stress in rat. *Indian J. Exp. Biol.*, 45: 1037-1044
15. Sastry, K.V. and K. Sharma, Mercury induced hematological and biochemical anomalies in *Ophiocephalus (Channa) punctatus*. *Toxicol. Lett.*, 1980; 5: 245-249
16. Laura J Raymond, PhD; Nicholas VC Ralston, PhD, Mercury: selenium interactions and health implications, University of North Dakota, Grand Forks, North Dakota, USA Reviews of specific issues relevant to child development SMDJ Seychelles Medical and Dental Journal, Special Issue, Vol 7, No 1, November 2004
17. Price Sylvia A dan Lorraine M Willson, Patofisiologi, Konsep Klinis Proses-proses Penyakit, Edisi 6 Vol. 2, Jakarta: EGC, 2006
18. Walter J. Crinnion, ND, Environmental Medicine, Part Three: Long-Term Effects of Chronic Low-Dose Mercury Exposure, *Alternative Medicine Review*, Volume 5, Number 3, 2000
19. Trilianty Lestarisa, Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Merkuri (Hg) Pada Penambang Emas Tanpa Ijin (Peti) Di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah (Tesis), 2010
20. US EPA, Mercury, compounds (CASRN 7439-97-6), 1995, <http://www.epa.gov/iris/subst/0370.htm>, diakses 2 Juni 2013