

Hubungan Paparan Merkuri (Hg) dengan Gangguan Fungsi Tiroid pada Penambang Emas Tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri

Association Between Mercury Exposure and Thyroid Dysfunction on Traditional Gold Miners in Jendi, Sub-district Selogiri, District Wonogiri

Izza Hananingtyas, Shurtono, Nurjazuli

ABSTRACT

Background: Mercury was released in environment as a result of human activities such as the traditional gold mining industry. The activities of traditional gold mining used amalgam processes that cause negative effects of mercury which exposed to traditional gold miners. Chronic effects of mercury exposure due to obstruction of iodine uptake by mercury in the body, so that it disrupt thyroid function. It was caused by inhibition of secretion levels of T3 and T4, and increased activity of TSH, as feedback synthesis and secretion of thyroid hormone. The purpose of this study was determine the relationship between mercury exposure with dysfunction thyroid in traditional gold mining workers in the Village Jendi, Selogiri District, Wonogiri.

Method: It was an observational research using cross-sectional design. The subject were 42 traditional gold miners in Jendi Selogiri Village, Wonogiri, which purposively selected. The instrument used are questionnaires and laboratory analysis of blood and urine specimens. Data obtained from TSH, FT4 serum, Hg in blood, urinary iodine excretion, and measurement of nutritional status. Data would be analyzed using chi square and regression logistic.

Result: The research results showed that there was no correlation between level of Hg in blood ($p=0,800$), work period ($p=0,101$), work duration ($p=0,594$) and there was no different of dysfunction thyroid by occupation ($p=0,853$), with range of Hg in blood 4,4 to 9,373 ppm.

Conclusion: This study concluded that, there was no association between mercury exposure with dysfunction thyroid in the traditional gold miners in Jendi, Selogiri District, Wonogiri.

Keyword : mercury, thyroid dysfunction, TSH, FT4

PENDAHULUAN

Merkuri merupakan salah satu logam yang memiliki tingkat toksisitas tinggi di dalam tubuh. Merkuri dilepaskan ke lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia seperti kegiatan industri penambangan emas tradisional. Kegiatan tambang emas tradisional umumnya menggunakan proses amalgam yang menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan oleh merkuri. Hal ini memunculkan berbagai masalah, seperti pengaruh toksisitas merkuri terhadap kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar penambangan emas tradisional dan pekerja penambangan emas tradisional.¹

Kontaminasi merkuri akibat hasil samping dari penambangan emas tradisional di Indonesia telah dilaporkan oleh Base-Oreilly pada tahun 2010 bahwa sebanyak 55% di daerah Galangan (Kalimantan Tengah) dan 62% di daerah Talawaan (Sulawesi Utara) telah terjadi pencemaran merkuri di lingkungan yang berdampak pada keracunan merkuri pada pekerja penambang emas tradisional dengan tanda dan gejala toksisitas merkuri,

seperti gangguan pergerakan.² Selanjutnya berdasarkan penelitian Rianto tahun 2012, di Kabupaten Wonogiri sebanyak 66,67% masyarakat yang memiliki pekerjaan sebagai penambang emas tradisional telah mengalami keracunan merkuri, dimana kadar merkuri dalam darah melebihi standard WHO ($5-10\frac{1}{4}g/l$) dan USEPA (5,8 ppm).³

Merkuri (Hg) dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui ingesti, yaitu melalui makanan yang terkontaminasi logam berat Hg yang biasanya dalam bentuk senyawa Hg organik, melalui inhalasi paru-paru (dipengaruhi oleh faktor lingkungan kerja dan pajanan biasanya dalam bentuk uap Hg) dan yang terakhir dengan cara peresapan melalui kulit. Biomarker pajanan yang umum digunakan adalah pemeriksaan kadar Hg dalam darah, urin dan rambut.⁴

Merkuri sebagai bahan kimia yang diduga mengganggu fungsi endokrin karena memiliki sifat yang hampir sama dengan hormon alami sehingga menghambat aksi hormon, atau mengubah fungsi endokrin normal serta kekebalan tubuh dan sistem saraf. Gangguan sistem

Izza Hananingtyas, SKM, MKes Mahasiswa Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip
Dr. dr. Suhartono, M.Kes. Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.
Dr. Nurjazuli, SKM, M.Kes. Program Magister Kesehatan Lingkungan Undip.

endokrin akibat bahan kimia dan logam berat seperti merkuri dapat mengganggu sistem hormon tiroid melalui sintesis, sekresi, transport, dan metabolisme hormon tiroid.⁵ Hormon tiroid merupakan suatu hormon yang dibutuhkan oleh hampir semua proses seperti sistem metabolisme, perkembangan dan diferensiasi jaringan. Efek keracunan kronis dari paparan merkuri pada pekerja tambang emas tradisional, yang dapat mempengaruhi sistem endokrin, yang mempengaruhi gangguan fungsi tiroid akibat dari terhalangnya penyerapan iodine oleh merkuri di dalam tubuh, yang menyebabkan terhambatnya sekresi T3 dan T4, dan menyebabkan kadar TSH meningkat sebagai umpan balik kegiatan sekresi dan sintesis hormon tiroid.⁶

Berdasarkan fenomena tersebut, pada penelitian ini akan dikaji mengenai hubungan paparan merkuri dengan gangguan fungsi tiroid pada pekerja penambangan emas di desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri, sebagai salah satu populasi yang berisiko tinggi terpajan merkuri.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini adalah penelitian observasional dengan rancangan *cross sectional*. Populasi target pada penelitian ini adalah seluruh pekerja penambangan emas tradisional di desa Jendi, kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri sebanyak 200 pekerja. Populasi terjangkau pada penelitian ini adalah pekerja penambangan emas tradisional di desa Jendi yang memiliki risiko tinggi pada paparan merkuri dan bersedia sebagai subjek penelitian, yaitu sebesar 72 pekerja. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan pertimbangan mereka yang mau berpartisipasi pada pengambilan sampel darah dan urin dengan kriteria umur antara 17 – 50 tahun. Dari hasil pengambilan sampel diperoleh besar sampel sebanyak 42 sampel.

Variabel yang diteliti terdiri dari variabel terikat, variabel bebas dan variabel pengganggu. Variabel terikat, terdiri dari: kadar Hg dalam darah, masa kerja, lama kerja perhari dan jenis pekerjaan. Variabel bebas terdiri dari fungsi tiroid, yang dinilai dari kadar TSH dan FT4 dalam serum. Variabel pengganggu terdiri dari: umur, penggunaan APD, kebiasaan merokok, penyakit kronis, paparan pestisida, IMT, dan EYU. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini, menggunakan hasil pemeriksaan laboratorium kadar Hg dalam darah, kadar TSH dan FT4 dalam serum, serta menggunakan kuesioner untuk wawancara kepada responden.

Analisa data penelitian dilakukan secara univariat

dan bivariat. Analisa univariat dilakukan untuk mendeskripsikan faktor-faktor yang berperan dalam paparan merkuri. Analisis bivariat dilakukan dengan menggunakan uji *chi square* untuk menguji hubungan antara kadar Hg dalam darah dan masa kerja dengan kejadian gangguan fungsi tiroid pada penambang emas tradisional, uji regresi logistik untuk menguji hubungan lama kerja per hari digunakan, dan uji kruskal-wallis untuk menguji perbedaan kejadian gangguan fungsi tiroid dilihat dari jenis pekerjaan pada penambang emas tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Jendi memiliki wilayah dengan luas lebih kurang 163.906 hektar, dengan geografis sebagian besar adalah pegunungan, hutan, sawah dan dataran. Batas wilayah Desa Jendi adalah Desa Pule di sebelah utara, Desa Keloran di sebelah selatan, Desa Kepatih di sebelah barat, dan Desa Singodutan di sebelah timur. Potensi bahan galian di Desa Jendi yang telah diusahakan adalah emas dan perak yang terdapat di daerah Gunung Tumbu – kalipuru dan sekitarnya. Sebagian besar warganya memiliki mata pencaharian sebagai penambang emas tradisional. Penambangan dilakukan secara berpindah - pindah tempat mengikuti arah urat kuarsa. Pada umumnya penambangan emas di Desa Jendi ini merupakan pertambangan emas yang menggunakan sistem tambang bawah tanah, hal ini dianggap paling cocok dan efisien.

Karakteristik Responden

Gambaran umum responden meliputi umur, jenis kelamin, jenis pekerjaan dan faktor paparan merkuri pada penambang emas tradisional. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa umur responden memiliki rata-rata 39,38±8,16 tahun. Umur terendah adalah 21 dan umur tertinggi adalah 50 tahun. Sedangkan jenis kelamin responden, menunjukkan sebanyak 85,7 % berjenis kelamin laki-laki.

Faktor-faktor yang berperan terhadap terjadinya gangguan fungsi tiroid akibat paparan merkuri dalam darah, meliputi: kadar Hg dalam darah, masa kerja, lama kerja, dan jenis pekerjaan. Jenis pekerjaan yang paling banyak ditekuni adalah sebagai penambang sekaligus sebagai pengolah dan penggarang, yaitu sebanyak 42,9%. Beberapa faktor lainnya disajikan pada tabel 1.

Dari tabel 1, diketahui bahwa masa kerja penambang emas pada penelitian ini mempunyai range antara 1 - 25

Tabel 1. Karakteristik masa kerja, lama kerja, dan kadar Hg dalam darah responden

Variabel	Rata-rata	SD	Min	Max
Masa Kerja (tahun)	10,6	±7,03	1	25
Lama Kerja (jam/hari)	5,74	±1,19	3	12
Kadar Hg dalam darah (ppb)	7,81	±0,83	4,40	9,37

tahun dengan rata-rata masa kerja $10,6 \pm 7,03$ tahun dan lama kerja per hari memiliki rata-rata $5,74 \pm 1,19$ jam/hari, dengan range antara 3-12 jam/hari. Sedangkan kadar Hg dalam darah pada penambang emas memiliki rata-rata $7,81 \pm 0,83$ ppb, dengan range antara 4,4 - 9,37 ppb. Berdasarkan standard USEPA (2008), batas normal kadar Hg dalam darah adalah $< 5,8$ ppb.⁷ Pada penelitian ini diketahui sebanyak 97,56 % responden terdeteksi memiliki kadar Hg dalam darah melebihi standard USEPA ($< 5,8$ ppb).

Adapun faktor-faktor lain yang mempengaruhi terjadinya kejadian gangguan fungsi tiroid disebut sebagai variable pengganggu meliputi: kebiasaan merokok, penggunaan APD, paparan pestisida, konsumsi zat goitrogenik, status gizi, dan kadar ekskresi yodium urin (EYU) disajikan pada table 2.

Berdasarkan tabel 2, diketahui responden yang memiliki kebiasaan tidak merokok sebesar 40,5%, sedangkan responden yang menggunakan APD sebesar 69% berkategori buruk, dan responden yang terpapar pestisida sebesar 85,7 %. Responden yang memiliki kebiasaan mengkonsumsi zat goitrogenik selama 24 jam terakhir yaitu sebesar 64,3% mengkonsumsi makanan rendah zat goitrogenik. Status gizi responden sesuai indeks massa tubuh (IMT). Hasil penelitian ini

menunjukkan sebesar 76,2% responden dalam kriteria IMT normal sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Depkes (IMT normal = $18 - 25$ kg/m²), dengan rata-rata nilai IMT sebesar $21,82 \pm 3,12$ kg/m². Kadar EYU digunakan untuk mengetahui kadar iodium yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan iodium dalam tubuh. Pada penelitian ini diketahui sebanyak 70% responden termasuk dalam kategori memiliki kadar EYU yang rendah, yaitu < 150 µg/dL.

Fungsi tiroid pada responden diketahui dari hasil laboratorium meliputi kadar TSH dan FT4 dalam serum yang disajikan pada tabel 3.

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium (tabel 3) dapat diketahui bahwa rata-rata kadar TSH $1,335 \pm 0,726$ µIU/ml, dengan range antara 0,416 - 3,275 µIU/ml. Rata-rata kadar FT4 dalam serum yang diambil pada subsampel responden diketahui sebesar $13,82 \pm 1,079$ pmol/L dengan range antara 11,850 - 15,780 pmol/L. Berdasarkan standard *Association American Clinical Endocrine* (AACE) kadar normalnya TSH adalah 0,3-3,0 µIU/ml dan FT4 kadar normalnya adalah 14 -17 pmol/L.⁸ Adapun pengkategorian fungsi tiroid dilihat kadar TSH dan FT4 diketahui bahwa sebanyak 14,3 % responden mengalami gangguan fungsi tiroid.

Berdasarkan hasil analisis bivariat (tabel 4)

Tabel 2. Distribusi responden berdasarkan kebiasaan merokok, penggunaan APD, paparan pestisida, konsumsi zat goitrogenik, status gizi dan kadar EYU

Variabel	Frekuensi	Persen (%)
Kebiasaan Merokok :		
Berat (> 20 batang/hari)	9	21,4
Sedang (12-20 batang/hari)	12	28,6
Ringan (<12 batang/hari)	4	9,5
Tidak	17	40,5
Penggunaan APD :		
Baik	13	31
Buruk	29	69
Paparan Pestisida :		
Ya	6	14,3
Tidak	36	85,7
Konsumsi Zat Goitrogenik:		
Tinggi (> 3 jenis makanan)	15	35,7
Rendah (≥ 3 jenis makanan)	27	64,3
Status Gizi :		
Kurus (IMT < 18 kg/m ²)	2	4,8
Normal (IMT 18 - 25 kg/m ²)	32	76,2
Gemuk (IMT > 25 kg/m ²)	8	19,0
Kadar EYU :		
Rendah (< 150 µg/dL)	7	70
Tinggi (≥ 150 µg/dL)	3	30

Tabel 3. Hasil pemeriksaan kadar TSH dan FT4 dalam serum

Variabel	Rata-rata	SD	Min	Max
Kadar TSH (µIU/ml)	1,335	$\pm 0,726$	0,416	3,275
Kadar FT4 (pmol/L)	13,82	$\pm 1,079$	11,850	15,780

Hubungan Paparan Merkuri (Hg) dengan Gangguan Fungsi Tiroid

menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kadar Hg dalam darah ($p=0,800$), masa kerja ($p=0,101$), lama kerja per hari ($p= 0,594$) dengan kejadian gangguan fungsi tiroid pada penambang emas tradisional di desa Jeni Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. Begitu pula tidak ada perbedaan antara jenis pekerjaan yaitu: dan jenis dengan kejadian gangguan fungsi tiroid pada penambang emas tradisional di desa Jeni Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri ($p=0,853$).

Hubungan Kadar Hg dalam Darah dengan Gangguan Fungsi Tiroid

Tidak adanya hubungan antara kadar Hg dalam darah dengan kejadian gangguan fungsi tiroid pada penambang emas tradisional, disebabkan karena kemungkinan adanya kadar merkuri dalam darah yang belum mencapai kadar ambang batas untuk mengganggu fungsi tiroid. Kadar merkuri dalam darah kemungkinan hanya mempengaruhi aksi enzim dan belum mempengaruhi fungsi hipofisis dan hipotalamus, dimana fungsi dari hipotalamus mengontrol hipofisis untuk menyekresi TSH.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bjorkman tahun 2007, yang menyatakan bahwa merkuri yang masuk ke dalam tubuh yang didistribusikan ke otak memerlukan waktu yang sangat panjang untuk mempengaruhi fungsi pituitary dan hipotalamus.⁹ Akan tetapi, peningkatan kadar merkuri di dalam darah dapat berefek jangka panjang pada fungsi tiroid apabila akumulasi kadar Hg dalam darah mencapai ambang batas dosis merkuri untuk berpengaruh pada kelenjar tiroid.

Ellingsen (2000) menyatakan dalam penelitiannya bahwa efek merkuri terhadap kadar T4 dan T3 akan meningkat selama aktivitas deiodinasi dalam tubuh tidak berjalan baik.¹⁰ Hal ini menerangkan bahwa apabila proses deiodinasi dalam tubuh pekerja tambang emas terganggu akibat kurang berfungsinya organ hati untuk membantu proses deiodinasi dalam tubuh, maka efek merkuri tersebut akan meningkat terhadap kadar FT4 dalam tubuh pekerja emas tradisional Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri.

Paparan merkuri dalam darah dapat mengikat protein enzim sehingga dapat menghasilkan perubahan dalam struktur protein dan mengubah kondisi yang mengikat dalam kelompok prostetik dalam enzim dan mengikat reseptor K^+ atau ion Ca^{2+} yang mengalir dalam membran sel. Merkuri adalah agen neurotoksik kuat dan

neurotoxicant yang terakumulasi dalam cairan folikular hati dan ginjal.⁵ Jadi apabila kadar merkuri di dalam tubuh tidak dapat terdegradasi dan sudah melampaui batas aman, dan apabila terpapar merkuri dalam jumlah yang banyak dan jangka waktu yang panjang maka dapat mempengaruhi efektifitas fungsi hati untuk menyaring merkuri yang beredar dalam darah, sehingga apabila merkuri di dalam darah telah melebihi kadar aman masuk kedalam sistem hipotalamus, maka dapat mempengaruhi pengeluaran TRH dan juga TSH sehingga dapat mempengaruhi fungsi tiroid.¹¹

Merkuri yang terakumulasi dalam tiroid dapat mengurangi serapan natrium iodida / iodida symporter dengan mengikat iodida dan menghambat deiodinase fungsi hormon tiroid dalam jaringan perifer.¹² Akibat dari terhambatnya deiodinasi adalah kadar T3 yang rendah di dalam tubuh. Sehingga dapat terjadinya gangguan fungsi tiroid dimana kadar FT4 yang tinggi di dalam tubuh dan kadar TSH meningkat sebagai umpan balik kegiatan sekresi dan sintesis hormon tiroid.

Faktor Paparan Merkuri dan Gangguan Fungsi Tiroid

Colborn (2004), menyatakan bahwa efek neurologi dan efek gangguan endokrin akibat paparan merkuri dipengaruhi oleh adanya histori paparan merkuri pada manusia. Histori paparan merkuri dapat dilihat dari masa paparan dan lamanya paparan merkuri.¹³ Adanya gangguan fungsi tiroid akibat paparan merkuri pada pekerja tambang emas tradisional di desa Jendi, dimungkinkan adanya beberapa faktor paparan merkuri, yaitu sebagai berikut:

1. Lama Kerja

Lama kerja dalam aktivitas penambangan dan pengolahan emas secara tradisional dapat berpengaruh pada banyaknya merkuri yang terabsorpsi dan terakumulasi dalam tubuh. Lama kerja mengakibatkan berbedanya intensitas pajanan dan banyaknya merkuri yang terabsorpsi oleh masing-masing pekerja.¹⁴ Semakin lama seorang terpapar merkuri maka semakin banyak merkuri yang terabsorpsi ke dalam tubuhnya.

Akan tetapi, berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa tidak ada hubungan antara lama kerja dengan kejadian gangguan fungsi tiroid. Hal ini dimungkinkan karena, jam kerja yang panjang ditemukan hasil laboratorium Hg dibawah ambang batas normal ($<5,8$ ppb) padahal hasil laboratorium menyatakan adanya gangguan gangguan fungsi tiroid.

Tabel 4. Hasil rekapitulasi analisis bivariat faktor-faktor yang berhubungan dengan fungsi tiroid pada penambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri

No	Variabel	Uji Statistik	P value	Keterangan
1.	Kadar Hg dalam darah	Chi square	0,800	Tidak signifikan
2.	Masa Kerja	Chi square	0,101	Tidak signifikan
3.	Lama Kerja	Regresi Logistik	0,594	Tidak signifikan
4.	Jenis Pekerjaan	Kruskal Wallis	0,853	Tidak signifikan

2. Masa Kerja

Masa kerja adalah kurun waktu atau lamanya tenaga kerja itu bekerja di suatu tempat, masa kerja juga dapat mempengaruhi kadar toksisitas pada pekerja, semakin lama bekerja maka paparan toksik yang di dapat akan semakin besar begitu juga sebaliknya.¹⁴

Akan tetapi, berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kadar merkuri dalam darah dengan kejadian gangguan tiroid pada pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Wonogiri. Hal ini dimungkinkan karena adanya nilai ekstrim yang tinggi pada masa kerja responden, akan tetapi kadar TSH nya dalam kategori normal.

Sedangkan teori Tarwaka menyatakan bahwa semakin tinggi masa kerja seseorang dapat meningkatkan hazard pejanan di lingkungan kerja. Asumsinya apabila masa kerja responden tinggi maka merkuri yang masuk ke dalam tubuhpun juga meningkat, pada penelitian ini kadar merkuri responden hampir semua dalam kategori tidak normal (tinggi) akan tetapi kadar tersebut dimungkinkan belum mempengaruhi fungsi tiroid pada pekerja.

Pada penelitian ini, rentang masa kerja responden 1-25 tahun, yang berarti rentang variasi masa kerja cukup panjang, dimana masih terdapat tenaga kerja yang masa kerjanya 1 tahun, sehingga paparan merkuri belum cukup untuk dideteksi dalam tubuh. Masa kerja dengan periode waktu yang lama memungkinkan seorang pekerja tambang emas tradisional mengalami lebih lama paparan merkuri, sehingga berpotensi untuk terjadi bioakumulasi di dalam tubuhnya. Hal tersebut berpotensi menyebabkan keracunan kronis pada pekerja tambang emas tradisional.

3. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan yang berbeda-beda antar responden mengakibatkan berbedanya intensitas pajanan dan banyaknya merkuri yang terabsorpsi oleh masing-masing pekerja.¹⁴ Akan tetapi, berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan gangguan fungsi tiroid dilihat dari jenis pekerjaan pada pekerja tambang emas tradisional di Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Wonogiri. Hal ini dikarekan adanya pekerja yang berperan sebagai penambang, pengolah, dan penggarang sekaligus, sehingga tidak dapat diketahui intensitas pejanan dan frekuensi terpaparnya merkuri pada saat proses amalgam dan proses penggarangan.

Pada proses pengdarangan amalgam, sekitar 80 % uap merkuri yang *terinhalasi* akan diabsorpsi.¹⁵ Sehingga pada saat proses amalgam ini pekerja memiliki peluang lebih tinggi terpapar debu merkuri daripada saat pekerja melakukan proses penambangan maupun pengolahan. Akan tetapi pada saat pengolahan dan pencampuran merkuri dengan lumpur kandungan emas, maka merkuri dapat diabsorpsi melalui kulit sehingga

penggunaan APD pada saat pencampuran amalgam dan penggarangan sangat dianjurkan untuk mengurangi paparan merkuri terhadap tubuh pekerja. Akan tetapi sebagian besar pekerja enggan menggunakan APD pada saat melakukan proses pengolahan dan penggarangan.

SIMPULAN

1. Kadar TSH dalam darah pekerja penambangan emas tradisional di desa Jendi, kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri sebesar $1,335 \pm 0,726 \mu\text{IU/ml}$.
2. Kejadian gangguan fungsi tiroid pada pekerja penambangan emas tradisional di desa Jendi, kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri sebanyak 14,3%.
3. Tidak ada hubungan antara kadar merkuri dalam darah ($p=0,800$), masa kerja ($p=0,101$), lama kerja per hari ($p=0,594$) dengan kejadian gangguan fungsi tiroid dan tidak ada perbedaan kejadian gangguan fungsi tiroid dilihat dari jenis pekerjaan pada pekerja penambangan emas tradisional di desa Jendi, kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri ($p=0,853$).

DAFTAR PUSTAKA

1. Klaassen, C.D. Casarett and Doull's. Toxicologi: The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. USA: The Mc.Graw-Hill Companies. 2008.
2. Bose-O'Reilly, dkk. Health assesment of artisanal gold miners in Indonesia. *Journal Science of the Total Environment*. 2010;408; pp.713-725.
3. 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.1:54-60
4. United Nations Environment Programe (UNEP) Chemicals. Global Mercury Assesment. Geneva: Switzerland. 2002.
5. Zeliger, H.I. Human Toxicology : Chemical Mixture. Second Edition. USA: William Andrew. 2011.
6. Chen. Thyroid Hormones in Relation to Lead, Mercury, and Cadmium Exposure in the National Health and Nutrition Examination Survey. *Environmental Health Perspectives*. 2012.
7. Enviroment Protection Agency. Mercury: *Human Health*. EPA. 2008.
8. AACE. *Clinical Implications of the New TSH Reference Range*. California: USC. 2012
9. Bjorkman. Mercury in Human Brain, Blood, Muscle and Toenils in Relation to Exposure: An Autopsy Study. *Environmental Health. Biomed Central*. 2007:6-30
10. Ellingsen DG, Efskind J, Haug E, Thomassen Y, Martinsen I, Gaarder PI. *Effects of low mercury vapour exposure on the thyroid function in chloralkali workers*. *J Appl Toxicol*. 2000;483-489

Hubungan Paparan Merkuri (Hg) dengan Gangguan Fungsi Tiroid

11. Berregard, L. Endocrine Function in Mercury Exposed Chloralkali Workers. *Occupational and Environmental Medicine*. 1994;51:536-540
12. ACGIH. *Mercury, Elemental and Inorganic*. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati, OH: American Council of Governmental and Industrial Hygienists. 2000.
13. Colborn, T. *Neurodevelopment and Endocrine Disruption*. University of Florida. 2004
14. Tarwaka. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press. 2008
15. Nordberg.G.F , Fowler. B.A, Friberg.L. *Handbook on The Toxicology of Metals*. Third Edition. European Environment Agency. 2005