

KAJIAN POTENSI DAMPAK KESEHATAN PADA MASYARAKAT SEKITAR TAMBANG EMAS RAKYAT DI KABUPATEN WONOGIRI

Hakim Erlangga Bernado Sakti ¹⁾, Heru Dwiriawan S ²⁾, Dimas Taufiq R ³⁾, Radhitya Adzan Hidayah ⁴⁾

¹⁾²⁾ Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Kebun Raya Rejowinangun, Yogyakarta 55171

³⁾ Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Yogyakarta, Tinalan, Winong, Kotagede, Yogyakarta 55171

⁴⁾ Teknik Geologi, Institut Sains dan Teknologi Akprind Yogyakarta, Jl. Kalisahak No. 28 Kompleks Balapan Tromol Pos 45, Yogyakarta 55222

email: hakimerlangga@ity.ac.id ¹⁾; herudwiriawan@ity.ac.id ²⁾; dimas.taufiq.r@ity.ac.id ³⁾; radhitya.adzan.h@akprind.ac.id ⁴⁾

ABSTRAK

Usaha pengolahan emas rakyat di Kabupaten Wonogiri merupakan kegiatan pengolahan emas yang menggunakan metode amalgamasi. Usaha pengolahan emas ini telah berlangsung selama puluhan tahun dan tersebar di Desa Boto, Kecamatan Jatiroto. Berdasarkan studi pendahuluan, penulis mengambil hipotesis bahwa terdapat potensi pencemaran logam merkuri dan timbal di sekitar lokasi usaha amalgamasi emas di desa Boto. Dari hipotesis tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan tahapan menganalisis kadar logam merkuri dan timbal pada sampel limbah cair amalgamasi emas; 2) Menganalisis kadar logam merkuri dan timbal pada sampel permukaan tanah di lokasi amalgamasi emas; 3) Menganalisis potensi dampak kesehatan masyarakat sekitar lokasi usaha amalgamasi emas. Penelitian ini menggunakan teknik pengujian kadar merkuri dan timbal pada sampel limbah cair amalgamasi dan permukaan tanah di lokasi usaha amalgamasi emas. Hasil penelitian diperoleh kadar logam merkuri pada sampel limbah cair amalgamasi emas sebesar 2,128 ppm dan pada sampel tanah sebesar 186,79 ppm. Kadar logam timbal sebesar 346,16 ppm pada sampel limbah cair amalgamasi emas dan pada sampel tanah rata-rata sebesar 114,21 ppm.

Kata kunci: amalgamasi emas, merkuri, timbal, dampak kesehatan

STUDY OF POTENTIAL HEALTH IMPACTS ON THE COMMUNITY AROUND THE PEOPLE'S GOLD MINE IN WONOGIRI REGENCY

ABSTRACT

The people's gold processing business in Wonogiri Regency is a gold processing activity that uses the amalgamation method. This gold processing business has been going on for decades and is spread out in Boto Village, Jatiroto District. Based on the preliminary study, the authors hypothesized that there is a potential for mercury and lead metal contamination around the gold amalgamation business location in Boto village. From this hypothesis, the researcher is interested in conducting research by analyzing the levels of mercury and lead metals in gold amalgamation wastewater samples; 2) Analyzing levels of mercury and lead in soil surface samples at gold amalgamation sites; 3) Analyzing the potential impact on public health around the gold amalgamation business location. This study uses a technique of testing levels of mercury and lead in amalgamation wastewater samples and the soil surface at the gold amalgamation business location. The results showed that the mercury level in the gold amalgamation wastewater sample was 2.128 ppm and the soil sample was 186,79 ppm. The lead level was 346,16 ppm in the gold amalgamation wastewater sample and the average soil sample was 114,21 ppm.

Keywords: gold amalgamation, mercury, lead, health impacts

PENDAHULUAN

Usaha pengolahan emas rakyat di Kabupaten Wonogiri merupakan kegiatan pengolahan emas yang menggunakan metode amalgamasi. Hasil dari amalgamasi ini adalah bullion. Usaha pengolahan emas ini telah berlangsung selama puluhan tahun dan tersebar di Desa Boto, Kecamatan Jatiroto. Lokasi amalgamasi terletak berdekatan dengan kawasan pertanian warga dan berada di kawasan hulu sungai yang airnya dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari warga setempat. Usaha amalgamasi selain menghasilkan keuntungan berupa bullion emas, juga menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat dan limbah cair.

Berdasarkan penelitian Sakti, dkk (2016), proses amalgamasi emas di Desa Boto memiliki lima tahapan proses yaitu kominusi (reduksi ukuran) batuan bijih emas, penggelundungan batuan, pendulangan amalgam, pembakaran amalgam, dan pengolahan tailing. Pada saat proses penggelundungan batuan, terjadi pencampuran antara batuan yang sudah dikominusi dengan merkuri yang bertujuan untuk mengikat partikel-partikel emas di dalam batuan dengan merkuri. Proses ini menghasilkan campuran logam merkuri dan emas yang disebut amalgam. Amalgam dan tailing (pengotor) yang dihasilkan pada proses penggelundungan kemudian dilakukan proses pendulangan amalgam yang bertujuan untuk memisahkan amalgam dari tailing. Tailing yang telah terpisah dengan amalgam ini kemudian menjadi limbah yang berbentuk cair dan padat. Limbah padat yang dihasilkan diolah oleh pihak ketiga sementara limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke badan air yang terdapat di Desa Boto.

Setelah amalgam diambil, amalgam dipanaskan sampai semua merkuri menguap dan hanya tersisa padatan logam emas. Pada proses pemanasan amalgam ini, kebanyakan pekerja tidak menggunakan peralatan keamanan yang memadai seperti tidak menggunakan masker. Hal ini membuat uap merkuri yang dihasilkan pada proses ini sangat memungkinkan untuk masuk ke dalam tubuh para pekerja (Sakti dkk, 2016)

Berdasarkan penelitian Pambudi, dkk (2017), terdapat kadar logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) yang tinggi di permukaan tanah dan tanaman yang ada di Desa Boto. Pada permukaan tanah, kadar merkuri berkisar antara 1 ppm hingga 80 ppm sedangkan kadar timbal mencapai 598 ppm. Adapun pada tumbuhan, kadar merkuri sebesar 168 ppm pada tanaman pandan dan kangkung sedangkan kadar timbal sebesar 415 ppm pada tanaman bengkuang.

Berdasarkan uraian di atas, penulis mengambil hipotesis bahwa terdapat potensi pencemaran logam merkuri dan timbal di sekitar lokasi usaha amalgamasi emas di desa Boto. Pencemaran dapat berada di permukaan tanah atau berupa uap merkuri yang masuk ke dalam tubuh pekerja. Dari hipotesis tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Kajian Potensi Dampak Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Tambang Emas Rakyat Di Kabupaten Wonogiri”. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Menganalisis kadar logam merkuri dan timbal pada sampel limbah cair amalgamasi emas; 2) Menganalisis kadar logam merkuri dan timbal pada sampel permukaan tanah di lokasi amalgamasi emas; 3) Menganalisis potensi dampak kesehatan masyarakat sekitar lokasi usaha amalgamasi emas.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel limbah cair dan permukaan tanah berada di Desa Boto Kecamatan Jatiroto Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah yang terletak pada koordinat antara 111,161910° – 111,191007° Bujur Timur dan 7,873075° – 7,909378° Lintang Selatan. Adapun pengujian kadar logam merkuri dan timbal pada sampel limbah cair amalgamasi dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Universitas Gadjah Mada. Sedangkan untuk sampel permukaan tanah kadar merkuri dan timbalnya diuji di Laboratorium XRF Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Institut Teknologi Bandung.

Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan untuk mengukur kadar logam merkuri dan timbal pada sampel limbah cair amalgamasi emas adalah *Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)*. Adapun pengukuran kadar merkuri dan timbal pada sampel permukaan tanah di lokasi usaha amalgamasi menggunakan XRF (*X-Ray Diffraction*)

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

- a. Sampel limbah cair hasil amalgamasi emas. Sampel diambil dari salah satu tempat usaha amalgamasi yang memiliki kadar Hg dan Pb pada *slurry* yang tertinggi.
- b. Sampel permukaan tanah di lokasi usaha amalgamasi emas. Diambil dari 14 lokasi usaha amalgamasi emas di desa Boto.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu:

1. Pengambilan sampel limbah cair amalgasi emas dan sampel permukaan tanah. Sampel diambil untuk selanjutnya di uji kadar merkuri dan timbalnya. Proses pengambilan sampel limbah cair amalgamasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengambilan Sampel Limbah Cair Amalgamasi

2. Kajian potensi dampak kesehatan. Kajian ini menggunakan teknik kajian pustaka terdahulu dari jurnal-jurnal terkini yang terkait dengan pembahasan bahaya logam merkuri dan timbal. Dari kajian ini penulis dapat mengambil kesimpulan tentang potensi dampak kesehatan warga di sekitar usaha amalgamasi emas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar logam berat Hg dan Pb dari sampel limbah cair amalgamasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Logam Berat Pb dan Hg Pada Limbah Cair Amalgamasi

Kadar Logam Berat (ppm)	Nilai			Baku Mutu	Sesuai/Tidak Sesuai Baku Mutu
	Padatan Tersuspensi*	Cairan*	Total		
1. Pb (Timbal)	346,004	0,156	346,160	< 0,1	Tidak Sesuai
2. Hg (Merkuri)	2,128	<0,000025	2,128	< 0,002	Tidak Sesuai

Sumber: (Data Primer, 2017)

Berdasarkan Tabel 1. terlihat limbah cair amalgamasi emas memiliki kadar logam timbal dan merkuri yang melebihi baku mutu. Baku mutu yang digunakan di sini berdasarkan pada Permen Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Sampel limbah cair yang diteliti pada penelitian ini berupa cairan

suspensi sehingga dalam pengukuran menggunakan AAS harus terlebih dahulu dipisah antara fase padatan tersuspensi dan fase cairannya.

Limbah cair amalgamasi yang hanya dibuang langsung ke tanah atau badan air di sekitar lokasi usaha amalgamasi telah mengakibatkan tingginya kadar logam timbal dan merkuri di permukaan tanah. Berdasarkan observasi penulis di 14 titik lokasi usaha amalgamasi emas, semuanya memiliki kadar logam timbal dan merkuri lebih dari 1 ppm. Hasil penelitian kadar logam timbal dan merkuri di permukaan tanah lokasi usaha amalgamasi emas dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Logam Berat Pb dan Hg di Permukaan Tanah Lokasi Usaha Amalgamasi

Lokasi Usaha Amalgamasi	Kadar Hg (ppm)	Kadar Pb (ppm)
1	128.00	108.00
2	1.00	1.00
3	24.00	141.00
4	1.00	1.00
5	27.00	1.00
6	29.00	227.00
7	38.00	89.00
8	447.00	134.00
9	874.00	122.00
10	144.00	94.00
11	21.00	27.00
12	125.00	106.00
13	703.00	237.00
14	53.00	311.00
Kadar Rata-Rata (ppm)	186.79	114.21

Sumber: (Data Primer, 2016)

Salah satu tahapan dari kegiatan amalgamasi emas adalah pembakaran amalgam. Proses ini bertujuan untuk menguapkan amalgam sehingga yang tersisa zat padatnya tinggal bullion emas. Pada saat proses ini umumnya pekerja tidak menggunakan peralatan keamanan terutama masker. Hal ini tentu sangat berpotensi membuat uap merkuri terhirup masuk ke sistem pernafasan para pekerja.

Merkuri merupakan logam berat yang sangat beracun dan mudah terserap oleh media lingkungan di sekitarnya (Raj & Maiti, 2019). Racun merkuri ini adalah racun yang kumulatif, dalam arti apabila lingkungan di sekitarnya terpapar dalam jangka waktu lama maka racun ini akan menumpuk dan suatu saat akan menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia (Balali-Mood dkk, 2021). Apabila merkuri masuk ke dalam tubuh manusia, maka akan mengakibatkan beberapa penyakit yaitu cedera otak traumatik, gagal ginjal, penyakit tukak lambung dan hepatotiksisitas (Cheng dkk, 2006; Bottino dkk, 2016; Chen R dkk, 2019; Zhang dkk, 2020).

Uap merkuri memiliki dua sifat toksisitas yang sangat berbahaya bagi manusia yaitu: 1). Elemen merkuri dapat menembus membran sel karena ia memiliki sifat yang mudah larut dalam lipida sehingga mudah menembus barrier di otak hingga akhirnya terakumulasi di dalam otak; 2) Merkuri mudah teroksidasi membentuk senyawa HgO (ion Hg²⁺). Oksida merkuri ini akan mempengaruhi beberapa organ yaitu sistem saraf, otak, dan ginjal (Hadi, 2013).

Timbal merupakan logam berat yang dapat merusak lingkungan dan dapat membahayakan organ tubuh manusia. Timbal dapat menyebabkan merusak sistem neurologi, pernafasan, ekskresi, dan kardiovaskuler manusia. Selain itu, timbal juga dapat merusak keseimbangan sistem oksidan-antioksidan dan merusak *inflammatory response* pada beberapa organ tubuh manusia (Balali-Mood dkk, 2021).

Berdasarkan uraian di atas, masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi usaha amalgamasi berpotensi akan menderita beberapa penyakit akibat logam merkuri dan timbal. Maka dari itu, diperlukan pemeriksaan kesehatan seperti tes darah kepada masyarakat di sekitar lokasi usaha amalgamasi. Selain itu kepada masyarakat yang mengalami gejala keracunan timbal yang signifikan dapat melakukan beberapa teknik pengobatan seperti mengkonsumsi karbon aktif atau terapi kelasi dengan EDTA (Nareza, 2021).

Adapun terhadap keracunan merkuri, belum ada pengobatan khusus yang dapat dilakukan. Hal yang dapat dilakukan hanya dengan menghindari atau mengurangi kontak dengan merkuri. Salah satu caranya adalah dengan mengenakan masker selama bekerja. Jika keracunan cukup parah, maka umumnya akan dilakukan pemasangan alat bantu nafas (Pane, 2020).

Tanah yang telah terkontaminasi merkuri dan timbal dapat ditangani dengan cara remediasi. Contoh metode remediasi yang dapat digunakan yaitu fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Metode fitoremediasi ini memiliki keunggulan diantaranya tidak perlu melakukan penambahan lapisan tanah baru untuk menutupi lahan yang terkontaminasi sehingga biaya lebih murah di bandingkan dengan cara lain (Pambudi, 2017).

Limbah cair amalgamasi yang mengandung logam berat dapat dilakukan pengolahan terlebih dahulu dengan menggunakan teknik koagulasi dan absorpsi. Koagulasi dan flokulasi merupakan dua proses yang terangkai menjadi proses tak terpisahkan. Koagulasi berarti bergerak bersama, hal ini terjadi seperti pada proses pemurnian air dan ini berlangsung dengan penambahan bahan-bahan kimia pada dispersi cairan untuk menggabungkan partikel-partikel halus menjadi aglomerat yang lebih besar sehingga dapat dihilangkan setelah proses flokulasi yakni pengendapan dan filtrasi. Dalam proses pengolahan limbah cair, proses koagulasi dinyatakan sebagai proses dimana partikel koloid diperlakukan sedemikian rupa sehingga kondisi partikel menjadi tidak stabil (*destabilized*), dan kondisi ini diperoleh dengan cara menetralkan muatan elektrik. Bahan yang digunakan dalam proses koagulasi ini dinamakan koagulan. Partikel-partikel koloid umumnya tidak mudah dihilangkan dengan cara sentrifugasi. Tetapi apabila koloid-koloid ini terlebih dahulu didestabilisasi atau diganggu kestabilannya dengan jalan membuatnya terkoagulasi menjadi partikel-partikel yang lebih besar, maka koloid-koloid itu lebih mudah dipisahkan dari limbah air. Ada empat mekanisme dasar yang dapat digunakan untuk mengkoagulasi koloid yaitu (1) penekanan lapisan ganda, (2) netralisasi muatan, (3) penjeratan dalam suatu presipitat, dan (4) penjembutan antara partikel (Alberty, 1983). Fenomena flokulasi dapat terjadi pada tubuh tanah sebagai hasil dari interaksi antara lempung sebagai fraksi halus dengan air. Pada tanah yang kering atau lembab, air menempati pori-pori tanah sebagai lapisan dengan konsentrasi elektrolit yang tinggi (Nurcholis, 2007).

Absorpsi adalah akumulasi suatu zat pada antar muka (*interface*) diantara dua fase. Zat yang dijerap disebut adsorbat/solut dan zat yang menyerap disebut adsorben. Banyak zat dipakai sebagai adsorben untuk menyerap zat pengotor dalam cairan. Adsorben yang umum dipakai secara komersial misalnya, silika gel, alumina, molekul-molekul penyaring dan karbon aktif. Adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan absorpsi berlangsung terutama pada dinding pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu menjadi lebih erat daripada molekul-molekul lainnya. Efektivitas absorpsi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi awal larutan, luas permukaan adsorben, temperatur, ukuran partikel, pH, dan waktu kontak (Cheremisinof, 2000).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar logam merkuri pada sampel limbah cair amalgamasi emas sebesar 2,128 ppm dan pada sampel tanah sebesar 186,79 ppm. Kadar logam timbal sebesar 346,16 ppm pada sampel limbah cair amalgamasi emas dan pada sampel tanah rata-rata sebesar 114,21 ppm. Dengan kadar merkuri dan timbal tersebut, masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi usaha amalgamasi berpotensi akan menderita beberapa penyakit akibat logam merkuri dan timbal. Solusi atas dampak kesehatan tersebut dapat dengan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja bagi para pekerja, tindakan remediasi terhadap tanah yang tercemar, dan pengolahan limbah cair amalgamasi dengan menggunakan metode koagulasi dan absorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R. A. (1983). *Kimia Fisika versi SI, Edisi 5, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Balali-Mood, Mahdi, Naseri, Kobra, Tahergorabi, Zoya, Khazdair, Mohammad Reza, & Sadeghi, Mahmood. (2021). Toxic mechanisms of five heavy metals: mercury, lead, chromium, cadmium, and arsenic. *Journal of Frontiers in Pharmacology*, 12, 1-19.
- Bottino, C., Vázquez, M., Devesa, V., and Laforenza, U. (2016). Impaired aquaporins expression in the gastrointestinal tract of rat after mercury exposure. *Journal of Applied Toxicology*, 36 (1), 113-120.

- Chen, L., Jin, T., Huang, B., Chang, X., Lei, L., Nordberg, G. F., et al. (2006). Plasma metallothionein antibody and cadmium-induced renal dysfunction in an occupational population in China. *Journal of Toxicol. Sci.* 91 (1), 104–112.
- Chen, R., Xu, Y., Xu, C., Shu, Y., Ma, S., Lu, C., et al. (2019). Associations between mercury exposure and the risk of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) in US adolescents. *Journal of Environmental Science Pollution Research International*, 26 (30), 31384–31391.
- Cheremisinof, N. P. (2000). *Handbook of Chemical Processing Equipment*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Hadi M.C. (2013). Bahaya merkuri di lingkungan kita. *Jurnal Skala Husada*, 10(2), 175-183.
- Nareza, M. (2021). *Keracunan timbal/plumbism*. Diakses tanggal 24 Maret 2022 dari <https://www.alodokter.com/keracunan-timbal-plumbism>.
- Nurcholis, M. (2007). Dispersion and Flocculation of The Na-Kaolin Suspension at Different Acidities, *Proceeding of The International Seminar of Natural Sciences and Applied Natural Sciences yang diselenggarakan oleh Fakultas MIPA Universitas Ahmad Dahlan, tanggal 17 Februari*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Pambudi, W.K., Yudiantoro, D.F., Maskuri, F. (2017). Geologi dan studi pengaruh logam berat terhadap kualitas lingkungan wilayah tambang emas Jatiroto, Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 4(1), 77-84.
- Pane, M.D.C. (2020). *Keracunan merkuri*. Diakses tanggal 24 Maret 2022 dari <https://www.alodokter.com/keracunan-merkuri>.
- Raj, Deep, & Maiti, Subodh Kumar. (2019). Sources, toxicity, and remediation of mercury: an essence review. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 191(9), 1–22.
- Sakti, H.E.B., Nurcholis, M., Yudiantoro, D.F., Maulidyanto, M.T. (2016). Kajian permasalahan lingkungan pada pengolahan emas rakyat di wilayah kabupaten Wonogiri. *Prosiding, Seminar Nasional Riset Terapan yang diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Banjarmasin, tanggal 9-10 November 2016*. Banjarmasin: Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Zhang, C., Gan, C., Ding, L., Xiong, M., Zhang, A., and Li, P. (2020). Maternal inorganic mercury exposure and renal effects in the Wanshan mercury mining area, southwest China. *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*, 189, 109987.