

Durasi Kerja Berhubungan dengan Risiko Kontaminasi Merkuri Pada Pekerja Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) di Kecamatan Limun, Sarolangun, Jambi

Rista Agustin¹⁾, Damris Muhammad¹⁾ and Ummi Kalsum¹⁾

¹²³⁾Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Jambi : e-mail ristaagustin.safety@gmail.com

Abstract

Kabupaten Sarolangun merupakan daerah yang melepas emisi merkuri terbesar pada tahun 2021 dan masih terdapat daerah yang aktif melakukan kegiatan penambangan salah satunya di Kecamatan Limun. Banyak faktor risiko terhadap kontaminasi merkuri pada pekerja PESK. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan beberapa faktor risiko kontaminasi merkuri (usia, lama tinggal, masa kerja, durasi kerja, durasi pajanan dan frekuensi pajanan) pada pekerja PESK di Kecamatan Limun. Disain penelitian adalah Cross-sectional. Penelitian dilakukan di Kecamatan Limun dengan melakukan wawancara terstruktur serta pengambilan sampel rambut pekerja PESK dan dikirim ke laboratorium PT. ALS Indonesia untuk mengetahui kandungan merkuri sebagai indikator risiko kontaminasi merkuri. Jumlah sampel dalam penelitian ini 15 orang dengan kriteria laki-laki, telah bekerja dan menetap di Kecamatan Limun lebih dari 5 tahun. Analisis data secara univariate dan bivariate menggunakan korelasi Spearman Rank pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menemukan 6,7% pekerja yang memiliki kontaminasi merkuri di atas Nilai Ambang Batas yang ditetapkan WHO yakni 1 mg/kg. Faktor risiko yang mempengaruhi konsentrasi merkuri pada rambut pekerja PESK di Kecamatan Limun adalah durasi kerja ($r = 0,558$, $P\text{-value} = 0,031$). Sedangkan faktor lainnya belum dapat dibuktikan mempengaruhi konsentrasi merkuri pada rambut pekerja PESK diantaranya usia ($r = -0,211$, $P\text{-value} = 0,451$), lama tinggal ($r = 0,356$, $P\text{-value} = 0,193$), masa kerja ($r = 0,403$, $P\text{-value} = 0,136$), durasi pajanan ($r = 0,486$, $P\text{-value} = 0,066$) dan frekuensi pajanan ($r = 0,501$, $P\text{-value} = 0,057$). Faktor risiko yang mempengaruhi kontaminasi merkuri pada rambut pekerja PESK di Kecamatan Limun adalah durasi kerja. Perlu adanya rotasi bagian kerja dan penggunaan sarung tangan kulit pada saat pencucian pada penambang untuk menghindari paparan yang bersifat kontinyu.

Kata kunci : *Faktor risiko, Konsentrasi Merkuri pada Rambut, PESK, Konsentrasi Merkuri pada Rambut, Faktor Risiko, Kecamatan Limun*

PENDAHULUAN

Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) merupakan konsep kegiatan penambangan emas yang dilakukan secara tradisional dan dilakukan dengan peralatan yang sederhana. Indonesia

merupakan salah satu negara yang banyak ditemukan kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil yang tersebar hampir di seluruh pulau utama (Ester Suoth et al., 2020). Penambangan emas skala kecil di Indonesia pada umumnya menggunakan metode amalgamasi yakni menggunakan logam berat merkuri untuk mengekstraksi emas dengan mineral pengikutnya (Esdaile et al., 2018). Berdasarkan penelitian dari Obrist et al. (2018) Indonesia merupakan tiga dari negara penyumbang emisi merkuri terbesar yang berasal dari kegiatan PESK di dunia.

World Health Organization (WHO) menetapkan merkuri termasuk dalam tiga jenis logam yang paling berbahaya dan sepuluh senyawa kimia yang paling beracun serta harus dihilangkan dari semua jenis buangan dan pelepasannya ke 2 udara (Sofia & Husodo, 2017). Pencemaran logam berat merkuri bukan hanya berdampak parah pada lingkungan tetapi juga menjadi beban luar biasa bagi kesehatan manusia terutama pada komunitas PESK (Steckling et al., 2017). Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa merkuri yang berasal dari kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) dapat mengindikasikan kesehatan masyarakat, terutama masyarakat yang tinggal di sekitar sungai (Hacon et al., 2020). Kontaminasi merkuri pada tubuh manusia dapat melalui beberapa jalur yakni, absorpsi melalui kulit, ingesti melalui makanan yang mengandung merkuri, dan jalur inhalasi yang merupakan rute paparan utama merkuri yang berbentuk uap. Rute paparan, absorpsi dan toksitas organ target yang ditimbulkan karena kontaminasi merkuri tergantung bentuk merkuri yang mengkontaminasi.

Dampak paparan merkuri di dalam tubuh dapat bersifat akut dan kronis (Esdaile et al., 2018). Dampak merkuri akut misalnya berasal dari paparan yang dihasilkan dari uap hasil pembakaran merkuri yang dapat menyebabkan gangguan pernafasan dan gangguan pada daya ingat, sedangkan untuk dampak kronik terbentuk dari oksidasi logam merkuri yang hilang selama kegiatan PESK seperti mencemari air serta jika terakumulasi dapat menyebabkan kerusakan ginjal. Merkuri juga memiliki risiko yang tinggi jika mengalami konversi menjadi metil merkuri yang terakumulasi dalam persediaan makanan yang terkontaminasi merkuri (Reichelt-Brushett et al., 2017). Kontaminasi merkuri pada tubuh dapat diestimasi dengan mengukur konsentrasi merkuri pada biomarker tubuh seperti darah, urin, dan rambut dan merupakan media biologis yang paling sesuai (Boerleider et al., 2017).

Konsentrasi merkuri pada penambang di lokasi PESK dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor risiko. Dalam penelitian (Sofia & Husodo, 2017) faktor risiko yang mempengaruhi keracunan merkuri pada masyarakat di Krueng Sabee yakni umur, jenis kelamin, pekerjaan, lokasi desa, lama tinggal, status pekerjaan di Krueng Sabee, status pekerja tambang, durasi penggunaan pembakar amalgam, faktor-faktor tersebut tidak bisa ditinjau secara terpisah satu sama lainnya. Dalam penelitian lain menunjukkan bahwa faktor risiko keracunan merkuri juga dipengaruhi oleh berat badan ((Haq et al., 2018) dan (Lain et al., 2016)), tinggi badan (Haq et al., 2018).

Dalam upaya meminimalisasi dampak penggunaan merkuri, Pemerintah Indonesia telah meratifikasi Konvensi Minamata yang disahkan melalui UU No. 11 Tahun 2017. tentang Pengesahan Minamata Convention On Mercury (Konvensi Minamata Mengenai Merkuri). Komitmen pemerintah untuk meminimalisasi dampak merkuri juga diperkuat dengan disahkannya Peraturan Presiden No. 21 Tahun 2019 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri (RAN PPM) pada sektor kesehatan dan PESK.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.81/MENLHK/SETJEN/KUM.1, Provinsi Jambi merupakan salah satu provinsi yang memiliki tujuh indikator lokasi yang menjadi target penghapusan merkuri di sektor Penambangan Emas Skala Kecil. Indikator Lokasi tersebut terdiri dari Kabupaten Muaro Jambi, Kabupaten Tanjung Jabung, Kabupaten Sarolangun, Kabupaten Tebo, Kabupaten Bungo, Kabupaten Batang Hari dan

Kabupaten Merangin. Kegiatan PESK di Provinsi Jambi telah menyebabkan penurunan kualitas sungai utama di Provinsi Jambi, yakni Sungai Batang Hari (Zaharani et al., 2015). Pengukuran kadar merkuri yang dilakukan Zaharani et al. (2015) terhadap sampel air Sungai Mesumai dan Merangin (Kab. Merangin) memiliki kadar 0,0008 mg/l, dan Sungai Tembesi (Sarolangun) memiliki kadar 0,001 mg/l juga menunjukkan bahwa paparan merkuri akibat PESK memiliki risiko bagi Masyarakat Provinsi Jambi.

Berdasarkan peta Sistem Informasi Tata Kelola B3 (SITKB) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KemenLHK, 2021), Kabupaten Sarolangun merupakan kabupaten yang melepaskan emisi merkuri terbesar dari kegiatan PESK di Provinsi Jambi yakni sebesar 0,78 ton/tahun. Kecamatan Limun adalah salah satu daerah yang masih aktif melakukan kegiatan PESK di Kabupaten Sarolangun. Kegiatan penambangan ini telah menyebabkan penurunan kualitas sungai berupa meningkatnya kadar merkuri dari 0,18 ppb pada tahun 2009 menjadi 0,3 ppb pada tahun 2015 akibat dari proses penambangan emas yang menggunakan merkuri di Kecamatan Limun.

Penelitian mengenai tingkat keracunan merkuri dan faktor-faktor yang mempengaruhinya ini telah banyak dilakukan (Sofia & Husodo, 2017a); (Haq et al., 2018); (Sumantri, Laelasari, Junita, et al., 2014); (Indah & Agustina, 2021); (Zaharani & Salami, 2015b); (Pratiwi & Ariesyady, 2014). Namun penelitian tentang faktor risiko kontaminasi merkuri pada pekerja penambangan emas skala kecil di Kecamatan Limun belum pernah dilakukan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kontaminasi merkuri pada rambut pekerja penambangan emas skala kecil di kecamatan Limun.

METODE

Rancangan studi adalah *cross-sectional*. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juni sampai Desember 2023. Lokasi penelitian dilakukan di 4 desa Kecamatan Limun Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi yakni Desa Pulau Pandan, Desa Muara Limun, Desa Temenggung, dan Desa Moenti. Data primer diperoleh dengan cara melakukan observasi lapangan dan melakukan pengisian kuesioner tentang data sosiodemografi berupa usia, tingkat pendidikan dan lama tinggal serta aktifitas penambangan berupa masa kerja, durasi kerja, durasi pajanan, dan frekuensi pajanan.

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh masyarakat yang bekerja sebagai PESK di Kecamatan Limun. Sampel pada penelitian ini adalah pekerja PESK di Kecamatan Limun sebanyak 15 orang. Pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria inklusi adalah laki-laki, telah bekerja sebagai penambang emas (PESK) selama 5 tahun, dan telah menetap di Kecamatan Limun lebih dari 5 tahun. Sedangkan kriteria eksklusi adalah tidak bersedia menjadi responden penelitian dengan tidak setuju dilakukan pengambilan sampel rambut dan pernah melakukan pengecatan, pengeritingan, dan pelurusan rambut dalam 2 tahun terakhir.

Sampel rambut di kepala dikumpulkan dari 15 orang responden yang terpilih dan bersedia menjadi subyek penelitian. Sampel rambut dikumpulkan sebanyak ± 5 gram, dan diambil di daerah oksipital. Rambut kelapa yang telah digunting disimpan di dalam plastik yang tertutup. Selanjutnya sampel rambut dikirim ke laboratorium PT. ALS Indonesia untuk dianalisis menggunakan *Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometer (CVAAS)*.

Analisis data dilakukan secara *univariate* dan *bivariate* menggunakan uji korelasi *Spearman Rank* yang bertujuan untuk menganalisis hubungan konsentrasi merkuri pada rambut dengan faktor risiko kontaminasi merkuri pada data numerik yang terdiri dari usia, lama tinggal, masa kerja, durasi kerja, durasi pajanan, dan frekuensi pajanan menggunakan program pengolah

data statistik *software* SPSS, pada tingkat kepercayaan 95%. Penarikan Keputusan statistic jika *P-value* < 0,05 Interpretasi koefisien korelasi pada penelitian ini menggunakan pedoman sebagai berikut :

Tabel 1. Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi

Nilai	Interpretasi
0,00 – 0,25	Sangat lemah
0,26 – 0,50	Cukup
0,51 – 0,75	Kuat
0,76 – 0,99	Sangat kuat
1,00	Sempurna

HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL

Konsentrasi merkuri pada rambut pekerja penambangan emas skala kecil di Kecamatan Limun dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko. Faktor-faktor risiko yang dilakukan penelitian ini yakni faktor usia, lama tinggal, masa kerja, durasi kerja, durasi pajanan, dan frekuensi pajanan merkuri. Gambaran frekuensi faktor risiko kontaminasi merkuri pada pekerja PESK di Kecamatan Limun berdasarkan hasil analisis *univariate* disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. Gambaran Frekuensi Faktor Risiko Kontaminasi Merkuri pada Rambut Pekerja Penambangan Emas Skala Kecil di Kecamatan Limun

Variabel	Rata-rata CI 95 %	Median	Minimum	Maksimum	Standar deviasi
Tingkat Kontaminasi (mg/kg)	0,47 0,17 - 0,76	0,34	0,05	2,18	0,52
Umur	30,73 26,33 - 35,14	27,00	23,00	50,00	7,96
Lama Tinggal	28,40 23,72 - 33,08	27,00	13,00	50,00	8,45
Masa Kerja	7,40 5,69 - 9,11	6,00	5,00	15,00	3,09
Durasi Kerja	7,80 5,86 - 9,74	7,00	2,00	12,00	3,51
Durasi Pajanan	10,00 - 2,02 – 22,02	0,00	0,00	60,00	21,71
Frekuensi Pajanan	0,40 -0,06 - 0,86	0,00	0,00	2,00	0,82

Sumber : Data Primer Terolah, 2023

Berdasarkan dari hasil studi penelitian yang dilakukan pada 15 orang responden pekerja PESK di Kecamatan Limun, tingkat kontaminasi merkuri yang diambil pada daerah oksipital yakni 1 cm dari kulit kepala sebanyak 5 gram, sampel rambut tersebut dikirim ke laboratorium PT. ALS Indonesia di Bogor untuk dianalisa menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kontaminasi merkuri dalam rambut penambang emas di Kecamatan Limun yakni 0,47 ppm dengan tingkat kontaminasi merkuri pada rambut terendah terendah yakni 0,05 ppm dan tingkat kontaminasi merkuri dalam rambut tertinggi yakni sebesar 2,13 ppm. Tingkat kontaminasi merkuri tertinggi telah melebihi

nilai ambang batas yang ditetapkan oleh WHO yakni 1 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa dari kegiatan penambangan emas di Kecamatan Limun telah mengakibatkan kontaminasi merkuri pada pekerja penambangan emas skala kecil di Kecamatan Limun.

Berdasarkan hasil disajikan bahwa pekerja PESK memiliki rata-rata usia 30,73 tahun dengan usia paling muda yakni 23 tahun dengan penambang paling tua berusia 50 tahun. Sedangkan rata-rata lama tinggal reponden yakni 28,40 tahun, dengan distribusi lama tinggal paling lama 50 tahun dan reponden yang sebentar tinggal 13 tahun. Untuk rata-rata masa kerja pekerja PESK di Kecamatan Limun adalah 7,40 tahun, dengan masa kerja minimal 5 tahun dan paling lama telah bekerja selama 15 tahun kerja. Rata – rata durasi kerja pekerja PESK di Kecamatan Limun rata-rata dalam satu hari bekerja 7,80 tahun, dengan durasi kerja paling sebentar 2 jam per hari dan untuk durasi kerja paling lama yakni 12 jam per hari. Durasi pajanan pekerja PESK di Kecamatan Limun memiliki rata-rata 10 menit per hari dengan durasi pajanan paling lama yakni 60 menit per hari. Sedangkan untuk frekuensi pajanan rata-rata pekerja PESK di Kecamatan Limun yakni 0,40 kali per hari atau frekuensi pajanan merkuri paling banyak yakni 2 kali sehari.

Tabel 3. Hasil Uji Hubungan Faktor Risiko Konsentrasi Merkuri pada Rambut Pekerja PESK

Variabel	Koefisien Korelasi	Nilai Signifikansi
Usia	-0,211	0,451
Lama tinggal	0,356	0,193
Masa kerja	0,403*	0,136
Durasi kerja	0,558**	0,031**
Durasi Pajanan	0,486*	0,066*
Frekuensi pajanan	0,501*	0,057*

Sumber : Data Primer Terolah, 2023

Keterangan : **Korelasi Kuat

* Korelasi Cukup

Berdasarkan hasil studi hubungan antara faktor risiko dengan tingkat kontaminasi merkuri pada penambang emas skala kecil di Kecamatan Limun, faktor risiko yang memiliki hubungan dengan kontaminasi merkuri pada pekerja penambangan emas skala kecil di Kecamatan Limun adalah durasi kerja, masa kerja, durasi pajanan, dan frekuensi pajanan.

1. Hubungan antara Usia dengan Kontaminasi Merkuri

Hasil studi ini menemukan bahwa tidak terbukti ada hubungan signifikan antara usia dengan kontaminasi Merkuri pada pekerja PESK, dimana arah hubungan berpola negatif, dengan kekuatan hubungan yang sangat lemah. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Koenigsmark et al., (2021) pada komunitas PESK di Madre de Dios, Peru dengan jumlah sampel 287 orang juga menyebutkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara usia dengan THg (*Total Mercury Content*) dan pada penelitian Sofia dan Husodo (2017) bahwa terdapat hubungan yang tidak signifikan dihasilkan antara umur dengan konsentrasi merkuri pada rambut kepala masyarakat Krueng Sabee Provinsi Aceh dari Kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil. Sedangkan dalam penelitian oleh Soraya (2023) bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia dengan risiko keluhan kesehatan akibat paparan logam berat merkuri dengan *P-value* 0,018.

Secara teori, usia berhubungan dengan terhadap imunitas tubuh. Semakin bertambah usia maka tubuh juga berisiko mengalami penurunan fungsi organ seperti ginjal, hati dan otak. Selain itu, semakin bertambah usia maka kemampuan untuk mengekskresikan merkuri secara efisien juga menurun, yang dimana semakin bertambah usia maka semakin berkurang kemampuan tubuh bermetabolisme. Proses ekskresi merkuri pada ginjal dipengaruhi oleh laju filtrasi glomerulus. Pada kondisi normal, laju filtrasi glomerulus atau *Glomerular Filtration Rate* (GFR) sebanyak 120/menit. Akan tetapi setelah berumur 25 tahun GFR akan menurun dengan kecepatan 1 ml/menit/tahun. Sehingga pada usia 50 tahun penurunan laju glomerulus berkurang secara signifikan. Dan pada usia 70 tahun laju filtrasi hanya separuhnya yakni 65 ml/menit. Dengan menurunnya kecepatan filtrasi glomerulus maka menyebabkan penurunan ekskresi merkuri melalui urin. Akibatnya kadar merkuri dalam sirkulasi darah dapat meningkat dan menyebabkan kenaikan ekskresi merkuri pada jalur lainnya seperti pada kuku dan rambut (Soraya, 2023).

Berdasarkan teori tersebut tidak terdapat hubungan yang bermakna antara usia dengan kontaminasi merkuri pada rambut. Belum dapat dibuktikan secara statistik hubungan antara usia dengan kontaminasi merkuri pada penelitian ini dikarenakan responden pada penelitian ini sebagian besar berada pada usia muda, dengan kondisi kesehatan yang masih sangat baik, memiliki imunitas yang tinggi dan penambang masih memiliki kemampuan ekskresi dengan baik dalam metabolisme merkuri di dalam tubuh. Sehingga tidak diperoleh nilai yang signifikan antara usia dengan kontaminasi merkuri pada rambut pekerja penambang emas skala kecil di Kecamatan Limun.

2. Hubungan Antara Lama Tinggal dengan Kontaminasi Merkuri pada Rambut

Hasil penelitian ini belum menemukan hubungan signifikan antara lama tinggal dengan kontaminasi Merkuri pada pekerja PESK, dimana arah hubungan berpola positif, dengan kekuatan hubungan yang cukup. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan penelitian yang dilakukan (Sofia & Husodo, 2017b) dimana tidak ada hubungan yang signifikan antara lama tinggal di Krueng Sabee dengan konsentrasi merkuri rambut kepala 72 masyarakat dari kegiatan penambangan emas skala kecil di Krueng Sabee Provinsi Aceh, Lama tinggal di sekitar pengolahan tambang yakni Desa Tahi Ite juga tidak menunjukkan korelasi tidak bermakna antara lama tinggal dengan risiko keterpaparan merkuri pada 46 responden penelitian (Reza, Siti Rabbani Karimuna, 2016). Namun hasil studi ini tidak sejalan dengan (DH et al., 2011) bahwa responden yang tinggal di lokasi penambangan berisiko 7,066 kali untuk terkontaminasi merkuri melebihi Nilai Ambang Batas (NAB).

Berdasarkan teori, lama tinggal berhubungan dengan bioakumulasi merkuri di dalam tubuh. Jalur masuk merkuri ke dalam tubuh dapat berupa jalur ingesti (mengkonsumsi makanan yang mengandung merkuri, baik ikan yang terkontaminasi merkuri atau tumbuhan yang berpotensi terkontaminasi merkuri), jalur inhalasi (melalui uap pada proses pembakaran amalgam), absorpsi pada pori-pori kulit pada saat kontak langsung dengan merkuri tanpa penggunaan alat pelindung diri. Seiring dengan bertambahnya masa tinggal, maka bertambah pula kemungkinan paparan merkuri ke tubuh baik dari kontak langsung maupun tidak. Sifat merkuri yang mengalami bioakumulasi di dalam tubuh, seharusnya berbanding lurus dengan lama tinggal. Hal ini menunjukkan semakin lama masa seseorang tinggal di lokasi yang berisiko kontaminasi merkuri, maka dapat meningkatkan kontaminasi merkuri di dalam tubuh.

Hasil studi ini menemukan belum dapat dibuktikan secara statistik terdapat hubungan yang signifikan antara lama tinggal dengan kontaminasi merkuri. Hasil temuan ini tidak signifikan dikarenakan pencemaran merkuri di lingkungan wilayah penambangan, berdasarkan hasil

penelitian Yulianti, et al (2016) konsentrasi merkuri pada air sungai Limun masih di bawah Nilai Ambang Batas (NAB) berdasarkan PP no. 82 tahun 2001 batas kadar merkuri yakni 1 ppb. Sehingga bioakumulasi di dalam tubuh pekerja PESK di Kecamatan Limun juga belum mencapai NAB yang ditetapkan, sehingga tidak diperoleh hubungan yang signifikan antara lama tinggal dengan konsentrasi merkuri pada rambut pekerja PESK.

3. Hubungan Antara Masa Kerja dengan Kontaminasi Merkuri pada Rambut

Hasil studi ini menemukan terdapat hubungan yang tidak signifikan antara masa kerja dengan kontaminasi merkuri pada rambut, dimana arah hubungan berpola positif dengan kekuatan hubungan cukup. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Zaharani & Salami, 2015a) bahwa tidak ada hubungan bermakna antara Hg rambut pada pekerja amalgamasi dan non amalgamasi terhadap masa kerja pekerja emas di desa Terusan Kabupaten Batanghari. Penelitian ini juga didukung oleh penelitian Ahdarnisal et al., (2023). Namun pada penelitian Sumantri, Laelasari, Junita et al., (2014) menemukan hubungan yang bermakna dengan $P\text{-value} < 0,001$ antara masa kerja dengan akumulasi logam berat merkuri dalam sampel rambut pekerja PETI di Desa Cisarua Bogor.

Berdasarkan teori, Sumantri, Laelasari, Junita, et al., (2014) semakin lama masa kerja penambang maka akan meningkatkan paparan merkuri yang diterima pekerja. Penambang yang memiliki masa kerja > 15 tahun berpotensi 7,5 kali lebih besar terpapar merkuri > 2 ppm dibanding dengan pekerja yang memiliki masa kerja < 15 tahun. Hal ini dapat diperparah jika penambang tidak melakukan proteksi diri berupa tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara benar dan kontinu. Selain itu, paparan merkuri yang berasal dari kontak langsung merkuri dengan kulit atau menghirup uap merkuri dari hasil pembakaran juga dapat memiliki persentase tinggi untuk keracunan merkuri. Kontaminasi merkuri pada tubuh memang dapat dipengaruhi oleh lama kerja penambang sebagai penambang emas, artinya semakin lama penambang bekerja dan melakukan kontak langsung dengan merkuri maka potensi kontaminasi merkuri pada penambang juga tinggi. Sebagian besar penambang merupakan penduduk asli yang telah bekerja sejak lama, sebagian besar profesi mereka adalah penambang emas.

Hal ini dikarenakan merkuri yang dapat mengalami bioakumulasi di dalam tubuh dan terus mengalami peningkatan jika terpapar secara kontinu. Selain itu, kontaminasi merkuri juga dapat dipengaruhi oleh faktor kebiasaan individu dalam menggunakan air yang terkontaminasi merkuri, sehingga tidak menutup kemungkinan penambang yang memiliki masa kerja baru beberapa tahun saja dapat terkontaminasi merkuri karena berada pada lingkungan yang berpotensi terpapar merkuri. Hal ini menunjukkan sifat kumulatif, yakni semakin lama penambang berada pada lingkungan yang terkontaminasi merkuri maka penambang juga akan berisiko tinggi untuk mengalami bioakumulasi merkuri.

Hasil studi penelitian ini menunjukkan bahwa belum dapat dibuktikan secara statistik terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan kontaminasi merkuri pada rambut. Hubungan yang tidak signifikan dikarenakan subyek dalam penelitian ini sebagian besar berada dalam usia muda, selain karena kemampuan metabolisme tubuh masih bagus, masa kerja subyek penelitian juga masih tergolong belum terlalu lama, sehingga bioakumulasi merkuri juga belum mencapai NAB.

4. Hubungan Antara Durasi Kerja dengan Kontaminasi Merkuri pada Rambut

Berdasarkan hasil studi, ditemukan hubungan yang signifikan antara durasi kerja dengan kontaminasi merkuri pada rambut pekerja PESK di Kecamatan Limun dengan hubungan berpola

positif dan kekuatan hubungan yang kuat. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zaharani & Salami, (2015b) dimana menyatakan terdapat hubungan yang signifikant antara jam kerja (jumlah jam kerja/hari) pada pekerja non-amalgamasi terhadap kadar Hg pada rambut pekerja tambang emas tanpa izin di Desa Pasar Terusan Kabupaten Batanghari. Namun hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ahdarnisal et al., (2023) bahwa lama kerja tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan gangguan neuropsikologis pada pekerja emas di Kecamatan Tallo Makassar.

Dalam *literature review* yang dilakukan oleh Astika & Wicaksana (2022) perbedaan durasi kerja menunjukkan kadar merkuri pada berbeda yang terdiri dari durasi kerja 5-6 jam memiliki kadar merkuri rata-rata 11,67, durasi kerja 7-9 jam mengalami peningkatan rata-rata kadar merkuri 12,43 ppm, serta durasi kerja 10-12 jam meningkatkan rata-rata kadar merkuri menjadi 18,75 ppm. Durasi kerja per hari menunjukkan bahwa pekerja dengan jam kerja > 8 jam dalam sehari berisiko tinggi terjadinya keracunan merkuri karena merkuri digunakan secara kontinyu, dengan penggunaan yang secara kontinyu tersebut maka sangat dimungkinkan untuk kontak secara terus menerus selama durasi kerja mengingat merkuri dapat masuk ke dalam tubuh bisa melalui kulit dan saluran nafas. merkuri yang berada pada kulit akan masuk melalui pori-pori kulit dan masuk ke saluran darah.

Pada suhu ambien (26°C-30°) merkuri anorganik akan menguap, bila penggunaan merkuri secara terus menerus maka akan dimungkinkan uap tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran nafas (inhalasi) dan pada akhirnya akan masuk ke saluran darah. Lama kerja penambang emas di Kecamatan Limun telah melebihi batas ketentuan jam kerja normal yang berlaku, yaitu 40 jam per minggu atau 8 jam kerja dalam sehari dengan 5 hari kerja, semakin lama penambang emas bekerja maka semakin lama durasi mereka untuk terpapar unsur dan senyawa merkuri, sehingga memungkinkan semakin besar penyerapan merkuri oleh tubuh baik melalui inhalasi maupun absorpsi dan semakin besar pula akumulasi kandungan keracunan merkuri pekerja tambang emas.

Hal studi ini menemukan secara statistik terdapat hubungan yang signifikan antara durasi kerja dengan kontaminasi merkuri pada rambut pekerja PESK. Hal ini menunjukkan durasi kerja dapat dibuktikan berpengaruh terhadap peningkatan kontaminasi merkuri di dalam tubuh karena sifat merkuri yang mengalami bioakumulasi, dengan paparan yang kontinyu tentu berpotensi meningkatkan kadar merkuri pada tubuh.

5. Hubungan Antara Durasi Paparan dengan Kontaminasi Merkuri pada Rambut

Berdasarkan hasil studi, menemukan bahwa terdapat hubungan yang tidak signifikan antara durasi paparan dengan kontaminasi merkuri pada rambut pekerja PESK, dengan pola hubungan positif dan kekuatan hubungan cukup. penelitian ini sejalan dengan penelitian (Mulyadi et al., 2021) dijelaskan bahwa tingginya kadar merkuri pada sampel rambut penambang emas di Desa Tambang Sawah Kabupaten Lebong, dipengaruhi oleh lama paparan.

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa durasi paparan merkuri dalam hal ini paparan kontak langsung terhadap merkuri pada saat pencucian emas merupakan faktor risiko yang tidak dapat dihilangkan dari analisis kontaminasi merkuri pada rambut pekerja penambangan emas. Hal ini dikarenakan pada proses ini pekerja mengalami kontak langsung tanpa menggunakan APD bahkan tanpa perantara. Potensi mengalami absorpsi merkuri pada kulit sangat tinggi. Jika dilakukan secara kontinyu bioakumulasi merkuri di dalam tubuh berpotensi meningkatkan kadar merkuri di dalam darah dan rambut.

Hasil studi ini mengungkapkan bahwa belum dapat dibuktikan secara statistik terdapat hubungan yang signifikan antara durasi pajanan dengan kontaminasi merkuri. Hubungan yang tidak signifikan dikarenakan subyek pada penelitian ini sebagian besar bekerja pada bagian yang tidak berinteraksi langsung dengan merkuri, dalam durasi kerja 8 jam/hari durasi pajanan subyek penelitian kurang dari 60 menit per hari, sehingga absorpsi merkuri juga tidak terlalu signifikan.

6. Hubungan Antara Frekuensi Pajanan dengan Kontaminasi Merkuri pada Rambut

Berdasarkan hasil studi menemukan terdapat hubungan yang tidak signifikan dengan pola hubungan positif dan kekuatan hubungan cukup. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bagia et al (2023) menemukan bahwa frekuensi pajanan merkuri pada 41 penambang emas tradisional memiliki hubungan yang signifikan dengan *P-value* 0,045 di Kecamatan Mantikulore Kota Palu.

Sebuah teori menerangkan mereka yang memiliki frekuensi tinggi berhubungan dengan merkuri maka semakin tinggi tingkat kontaminasinya, semakin sering seseorang berinteraksi dengan merkuri maka semakin tinggi kontaminasinya (Washington, 2005). Kontak langsung dengan merkuri dapat terjadi melalui berbagai arah, bisa karena sering berinteraksi atau bersentuhan dengan merkuri, kontak dengan permukaan kerja, tidak mencuci kulit, kuku, dan rambut di akhir kerja, atau bisa juga terlalu sering menghirup uap merkuri dan diserap paru-paru merupakan cara yang sering terjadi pada pekerja yang berinteraksi dengan merkuri maka hal-hal tersebut juga berhubungan dengan merkuri, bila hal hal tersebut sering terjadi di lingkungan kerja, maka semakin tinggi juga tingkat kontaminasi merkuri di dalam darah (Agency For Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2011; Blando, 2004).

Hasil studi penelitian ini menemukan belum dapat dibuktikan secara statistik terdapat hubungan yang signifikan antara frekuensi pajanan dengan kontaminasi merkuri pada rambut pekerja PESK. Hubungan yang tidak signifikan ditemukan karena interaksi merkuri pada subyek penelitian juga tidak tinggi, sehingga frekuensi pajanan juga tidak terlalu sering. Dari hasil observasi juga ditemukan subyek penelitian tidak setiap hari melakukan pencucian emas, tergantung terhadap jumlah emas yang didapatkan.

KESIMPULAN

Proporsi kontaminasi merkuri pada Pekerja PESK adalah 6,7%. Faktor yang berhubungan dengan kontaminasi merkuri pada pekerja PESK adalah Durasi kerja, sedangkan faktor lainnya (usia, lama tinggal, masa kerja, durasi pajanan, dan frekuensi pajanan) belum terbukti berhubungan secara statistik.

Menghilangkan penggunaan merkuri pada sektor pekerjaan penambangan emas skala kecil perlu dilakukan untuk menghilangkan dampak merkuri ke depannya. Untuk meminimalisir dapat mengganti merkuri dengan metode sianidasi disertai dengan sosialisasi tata kelola bahan kimia yang baik. Proses kontaminasi merkuri pada proses penambangan dapat diminimalisir dengan pengaturan rotasi kerja dan penggunaan alat pelindung diri yang sesuai yakni menggunakan sarung tangan kulit pada proses pencucian.

DAFTAR PUSTAKA

Agency For Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2011). *Medical Management Guidelines for Mercury. Medical Management Guidelines for Mercury, 2024.*

- Ahdarnisal, A., Mallapiang, F. (2023). Faktor Risiko Gangguan Neuropsikologis Pada Pekerja Emas. *Journal of Muslim*. 4(2), 89–99. <http://pasca-umi.ac.id/index.php/jmch/article/view/1207%>
- Appel, P.W.U. & Na'oy, L.D. (2014). Mercury-Free Gold Extraction Using Borax for Small-Scale Gold Miners. *Journal of Environmental Protection*. Scientific Research Publishing. 493-499.
- Astika, J. T., & Wicaksana, A. Y. (2022). Identifikasi Merkuri pada Pekerja Tambang Emas Berdasarkan Varian Sampel Uji dan Durasi Kerja: Literature Review. *UNISA Yogyakarta*, 1–12. [http://digilib.unisayogya.ac.id/6656/1/Naskah Publikasi 1811304126 Jihada Tri Astika-Jihada.pdf](http://digilib.unisayogya.ac.id/6656/1/Naskah%20Publikasi%201811304126%20Jihada%20Tri%20Astika-Jihada.pdf)
- Bagia, M., Setiani, O., Raharjo, M., Joko, T., & Darundiati, Y. H. (2023). Hubungan Paparan Merkuri Dengan Gejala Neurologis Pada Penambang Emas Tradisional Di Kecamatan Mantikulore Kota Palu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(2), 142–151. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.2.142-152>
- Blando, J. D. (2004). Controlling Metallic Mercury Exposure in the Workplace A Guide for Employers. *Division of Epidemiology, Environmental and Occupational Health Occupational Health Surveillance Program*, 24.
- Esdaile, L. J., & Chalker, J. M. (2018). The Mercury Problem in Artisanal and Small Scale Gold Mining. *Chemistry - A European Journal*, 24 (27), 6905 – 6916. <https://doi.org/10.1002/chem.201704840>
- Ester Suoth, A., Unon Purwati, S., Masitoh, S., H Hariandja, A., & Junaidy, E. (2020). Kandungan Merkuri Dalam Beberapa Media Sekitar Penambangan Emas Skala Kecil (Pesk) Di Kalimantan Tengah. *Jurnal Ecolab*, 14(1), 43–52. <https://doi.org/10.20886/jklh.2020.14.1.43-52>
- Hacon, S. de S., Oliveira-da-Costa, M., Gama, C. de S., Ferreira, R., Basta, P. C., Schramm, A., & Yokota, D. (2020). Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5269. doi:10.3390/ijerph17155269
- Haq, A., Achmadi, U. F., & Mallongi, A. (2018). Environmental Health Risk Assessment Due to Exposure to Mercury in Artisanal and Small-Scale Gold Mining Area of Lebak District. *Global Journal of Health Science*, 10(3), 125. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v10n3p125>
- Indah, M. F., & Agustina, N. (2021). Analisis Kadar Merkuri, Derajat Keasaman dan Faktor Risiko Kesehatan Pada Penambang Emas Tanpa Izin di Kecamatan Cempaka. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 48(4), 281–290. <https://doi.org/10.22435/bpk.v48i4.3452>
- Lain, B., Danudianti, Y., & Joko, T. (2016). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Merkuri pada Masyarakat di Area Penambangan Emas Tanpa Ijin (PETI) Desa Kayeli Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(2), 129–138.
- Obrist, D., Kirk, J. L., Zhang, L., Sunderland, E. M., Jiskra, M., & Selin, N. E. (2018). A review of global environmental mercury processes in response to human and natural perturbations: Changes of emissions, climate, and land use. *Ambio*, 47(2), 116–140. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-1004-9>
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 57 Tahun 2016 tentang Rencana Aksi Nasional Pengendalian Dampak Kesehatan Akibat Paparan Merkuri Tahun 2016-2020
- Peraturan Menteri Nomor P.81/MENLHK/SETJEN/KUM.1 tentang Pelaksanaan Peraturan Presiden No. 21 Tahun 2019 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri

- Planet gold Indonesia. 2020. Laporan tahunan 2020 Proyek GOLD-ISMIA.
- Pratiwiha, C. A., & Ariesyady, H. D. (2014). Analisis Risiko Pencemaran Merkuri Terhadap kesehatan Manusia yang Mengonsumsi Beras di sekitar Kegiatan Tambang Emas Tradisional (Studi Kasus Desa Lebak Situ, Kecamatan Lebakgedong, Kabupaten Lebak, Banten). *Jurnal Tehnik Lingkungan*. <https://doi.org/10.5614/jtl.2012.18.2.1>
- Reichelt-Brushett, A. J., Stone, J., Howe, P., Thomas, B., Clark, M., Male, Y., Nanlohy, A., & Butcher, P. (2017). Geochemistry and mercury contamination in receiving environments of artisanal mining wastes and identified concerns for food safety. *Environmental Research*, 152, 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.007>
- Reza, Siti Rabbani Karimuna, F. F. (2016). Analisis perbedaan potensi resiko keterpaparan merkuri pada masyarakat di desa Tahi Ite Kecamatan Rarowatu Kabupaten Bombana. 4(1), 1–23.
- Sekretariat Kabinet RI. 2017. Undang-Undang Republik Indonesia No 11 tahun 2017 tentang Pengesahan Minamata Convention on Mercury (Konvensi Minamata Mengenai Merkuri). Diambil kembali dari Sistem Informasi Perundang-Undangan Sekretariat Kabinet RI: <https://sipuu.setkab.go.id/P> UUDoc/175316/UU%20No mor%2011%20Tahun%202017.pdf
- Sekretariat Kabinet RI. 2019. Peraturan Presiden Nomor 21 Tahun 2019 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan dan Penghapusan Merkuri . diambil dari metadata peraturan : <https://peraturan.bpk.go.id/Details/106019/perpres-no-21-tahun-2019>
- Sofia, S., & Husodo, A. H. (2017a). Kontaminasi Merkuri pada Sampel Lingkungan dan Faktor Risiko pada Masyarakat dari Kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil Krueng Sabee Provinsi Aceh (Mercury Contamination in the Environmental Samples and Risk Factors in Inhabitants of the Small Scale Gold). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*. <https://doi.org/10.22146/jml.18803>
- Soraya M. Z. (2023). *pISSN:2355-7583 / eISSN:2549-4864* <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/kesehatan> (Vol. 10, Issue 10). Lampung University.
- Steckling, N., Tobollik, M., Plass, D., Hornberg, C., Ericson, B., Fuller, R., & Bose-O'Reilly, S. (2017). Global Burden of Disease of Mercury Used in Artisanal Small-Scale Gold Mining. *Annals of Global Health*, 83(2), 234–247. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2016.12.005>
- Sumantri, A., Laelasari, E., Junita, N. R., & Nasrudin, N. (2014). Logam Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin. *Kesmas: National Public Health Journal*. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v8i8.411>
- Washington, K. R. M. (2005). Mercury Exposure: Medical and Public Health Issues. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 116, 127–154.
- Z. Boerleider, R., Roeleveld, N., & T.J. Scheepers, P. (2017). Human biological monitoring of mercury for exposure assessment. *AIMS Environmental Science*, 4(2), 251–276. <https://doi.org/10.3934/environsci.2017.2.251>
- Zaharani, F., & Salami, I. R. S. (2015a). Kandungan Merkuri Pada Urin Dan Rambut Sebagai Indikasi Paparan Merkuri Terhadap Pekerja Tambang Emas Tanpa Izin (Peti) Di Desa Pasar Terusan Kecamatan Muara Bulian Kabupaten Batanghari-Jambi Hair and Urine Mercury Levels As Indicator Mercury Exposure in . *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21, 169–179.