

Analisis Kadar Merkuri (Hg) Pada Rambut Pekerja Tambang Di Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Di Kabupaten Kuansing

Analysis Of Mercury (Hg) Levels In Mining Workers Hair Of Illegal Gold Mining In Kuansing District

¹Karolina Rosmiati,²Dina Silvia
¹²Akademi Kesehatan John Paul II Pekanbaru, Indonesia
Email : karolina.rosmiati@akjp2.ac.id

Submisi: 29 Juni 2021; penerimaan: 8 Juli 2021; publikasi 30 Agustus 2021

Abstrak

Merkuri merupakan bahan berbahaya dan beracun berupa logam berat yang berbentuk cair, berwarna putih perak, tidak berbau serta mudah menguap pada suhu kamar atau suhu normal. Merkuri digunakan dalam memperoleh emas pada kegiatan penambangan emas tanpa izin yang dilakukan oleh masyarakat. Pengolahan dilakukan dengan metode amalgamasi, yaitu mencampur serbuk pasir dengan merkuri yang kemudian akan membentuk amalgam. Kemudian amalgam dipisahkan melalui proses pemijaran sampai didapatkan logam emas. Paparan merkuri dalam pengolahan emas dapat terjadi melalui kontak langsung dengan kulit dan menghirup uap merkuri. Salah satu biomarker yang digunakan untuk menentukan kadar merkuri dalam tubuh yaitu rambut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kadar merkuri (Hg) pada rambut pekerja tambang di Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kabupaten Kuansing. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, dengan kriteria berjenis kelamin laki-laki, berusia ≥ 30 tahun, masa kerja ≥ 5 tahun, durasi kerja ≥ 7 jam perhari, tidak pernah menggunakan cat rambut, dan bersedia dijadikan sampel penelitian. 10 sampel rambut yang memenuhi kriteria terlebih dahulu didestruksi basah menggunakan HNO_3 dan HCl. Konsentrasi merkuri dalam sampel rambut dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 253,7 nm. Dari hasil pengukuran absorbansi deret larutan standar diperoleh persamaan linear yaitu $y = 217,481x + 17,121$ dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,999. Analisis kadar merkuri pada sampel menunjukkan bahwa dari 10 sampel, kadar merkuri tertinggi adalah 0,0312 ppm pada kode sampel C dan kadar terendah adalah 0,00008 ppm. Batas kadar merkuri pada rambut menurut WHO yaitu 1 – 2 ppm sehingga kadar merkuri pada sampel tidak melebihi ambang batas.

Kata kunci : merkuri, rambut, pertambangan emas

Abstract

Mercury is a harmful and toxic heavy metal in the form of silver-white odorless liquid which is slightly volatile at room temperature. It is commonly used by communities in illegal mining to obtain gold. Amalgamation processes were conducted by adding small quantities of mercury to ores which consequently generate amalgam. Amalgam is subsequently extracted through a smelting process to obtain gold. Skin contact and accidental inhalation can lead to mercury exposure. Hair is one of the biomarkers indicating mercury exposure. The purpose of this study was to analyze the mercury (Hg) levels in illegal gold mining workers' hair in Kuansing District. A purposive sampling technique was applied with the inclusion criteria were ≥ 30 years old male, ≥ 5 years of work period and ≥ 7 hours work duration in a day, never applied hair dye, and were willing to be the samples. 10 samples of mining workers' hair were initially prepared with a wet digestion method using HNO_3 and HCl. Concentration of mercury was analyzed with Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) at a wavelength of 253.7 nm. The absorbance measurement of standard series solution obtained a linear equation $y = 217.481x + 17.121$ with correlation coefficient of 0.999. Analysis of mercury levels in 10 hair samples indicated the highest level obtained was 0.0312 ppm, in sample code C and the lowest level was 0,00008 ppm. The permissible limit of mercury exposure in human hair regulated by WHO is 1-2 ppm, thus the mercury levels found were not above the threshold.

Keywords: mercury, hair, gold mining,

Pendahuluan

Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) merupakan kegiatan penambangan emas yang dilakukan oleh perseorangan, sekelompok orang atau perusahaan yang tidak memiliki izin dari pemerintah sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Menurut hasil pendataan Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Kuantan Singingi mempunyai lahan yang memiliki kandungan emas alluvial seluas 12.413,37 Ha (Zuhri, 2015). Salah satu proses yang digunakan dalam memperoleh emas dalam kegiatan penambangan emas ini adalah metode amalgamasi. Metode amalgamasi merupakan proses pencampuran batuan emas dengan merkuri menggunakan alat gelondong sehingga membentuk campuran antara emas dan merkuri (Desimal, 2018). Merkuri atau air raksa merupakan bahan kimia yang berbahaya dan bersifat toksik dengan ciri-ciri berupa logam berat yang berbentuk cair, berwarna putih perak, tidak berbau serta mudah menguap pada suhu kamar atau suhu normal. Merkuri terbagi menjadi tiga bentuk yang mempunyai efek toksik terhadap manusia yaitu merkuri elemental, bentuk garam organik dan bentuk garam anorganik. Bentuk merkuri elemen banyak digunakan pada pertambangan, diketahui bahwa penambang yang memiliki aktivitas berupa pencampuran merkuri atau membakar amalgam memiliki persentase tertinggi terkena keracunan merkuri. Keracunan merkuri dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada manusia (Pinontoan, Contra and Kabuhung, 2018). Berdasarkan *World Health Organization* (WHO) tahun 1996 sensitivitas merkuri dalam tubuh yaitu 5 mg/L (World Health Organization, 1996). Keracunan merkuri selain dapat menimbulkan efek yang bersifat akut juga menyebabkan terjadinya efek kronis.

Beberapa penelitian sebelumnya ditemukan paparan merkuri pada pekerja penambang emas berbagai daerah di Indonesia. Di desa Tatelu kecamatan Dimembe tahun 2018 ditemukan merkuri dengan konsentrasi <0,002 ppm pada pekerja tambang emas (Pinontoan, Contra

and Kabuhung, 2018). Pada tahun 2018 juga pernah diteliti kadar merkuri pada rambut penambang di desa Kedaro Sekotong Lombok Barat, yakni kadar merkurnya adalah tertinggi 27 ppm dan terendah 5 ppm (Desimal, 2018). Sementara itu hasil penelitian Zuhri (2015) faktor lingkungan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan konflik pertambangan emas tanpa izin (PETI) di Kabupaten Kuantan Singingi. Konflik ini dipicu karena lingkungan dan bekas air limbah tambang yang mengalir ke sungai mengakibatkan air sungai menjadi keruh dan bercampur dengan air raksa. Hingga saat ini belum ada penelitian langsung terkait paparan logam berat pada pekerja tambang di PETI di Kabupaten Kuantan Singingi, tetapi berdasarkan gambaran dari daerah tambang emas lainnya ada kemungkinan ditemukan cemaran logam berat merkuri pada penambang emas di PETI di Kabupaten Kuantan Singingi. Di dalam tubuh paparan merkuri (Hg) dapat diketahui dengan mengukur jaringan tubuh seperti darah, urin, rambut dan kuku, pengukuran ini disebut dengan *Biological markers* atau biomarker. Salah satu biomarker yang digunakan untuk mengetahui kadar merkuri dalam tubuh yaitu rambut (Zaharani and Salami, 2015). Kadar merkuri pada rambut cukup konstan sehingga tidak berkurang ataupun hilang karena pengecatan rambut maupun pencucian dengan shampoo. Namun, ketika rambut diluruskan atau dikeritingkan dapat menurunkan konsentrasi sebanyak 30-50% karena pelurus rambut mengandung unsur *thyoglycolic acid* yang mempunyai efek mengurangi MeHg (Metil Merkuri) pada rambut (Mahmud et al., 2018). Banyaknya logam dalam rambut berbanding lurus dengan jumlah logam yang diserap oleh tubuh, sehingga rambut dapat dijadikan sebagai biopsi material. Sebelum rambut dianalisis terlebih dahulu rambut harus didestruksikan. Destruksi merupakan suatu perlakuan pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis. Destruksi harus lebih dulu dilakukan untuk menghilangkan atau memisahkan

kandungan ion lain (Asmorowati, Sumarti and Kristanti, 2020). Setelah proses destruksi selesai selanjutnya dilakukan analisa kuantitatif merkuri menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Spektrofotometri Serapan Atom memiliki metode yang berprinsip pada absorbansi cahaya oleh atom. Cahaya tersebut akan diserap oleh atom-atom pada panjang gelombang tertentu, tergantung dari sifat unsurnya (Nasir, 2019).

Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat noneksperimental yaitu penelitian dengan menggunakan prosedur pemeriksaan atau suatu metode yang dapat memberi gambaran terhadap objek melalui data sampel. Desain yang digunakan adalah *deskriptif*. Sampel yang digunakan adalah rambut penambang emas yang berlokasi di Kabupaten Kuansing. Teknik sampling yang digunakan pada penelitian ini adalah *purposive sampling*. Responden dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan oleh peneliti, yaitu berjenis kelamin laki-

laki, berusia ≥ 30 tahun, masa kerja ≥ 5 tahun, durasi kerja ≥ 7 jam perhari, tidak pernah menggunakan cat rambut, dan bersedia dijadikan sampel penelitian. Dari 25 responden diperoleh 10 responden yang sesuai kriteria peneliti untuk dijadikan sampel dalam penelitian. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu proses preparasi sampel di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Riau semenatra itu tahap analisa kadar merkuri di UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Kota Pekanbaru. Sampel rambut penambang emas dipotong secara acak dengan ukuran 0,5 – 1,0 cm sebanyak 2,0 gr dan dimasukkan ke dalam plastik klip bening. Kemudian rambut didestruksi dengan menggunakan HCl dan HNO₃ sampai didapatkan larutan kuning jernih. Konsentrasi merkuri (Hg) dari seluruh sampel kemudian diukur dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang dilakukan pada panjang gelombang 253,7 nm. Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif dan dibuat dalam bentuk tabel.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar Merkuri Pada Rambut Pekerja Tambang Di Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Di Kabupaten Kuansing

Kode Sampel	Umur (Tahun)	Massa Kerja (Tahun)	Durasi Kerja (Jam)	Kadar Merkuri (ppm)
A	39	6	10	0,0160
B	32	6	8 - 10	0,0206
C	38	10	10	0,0312
D	45	7	8 - 9	0,0258
E	37	8	8	0,0271
F	45	6	10	0,0130
G	37	7	8	0,0100
H	42	7	7 - 8	0,0003
I	45	5	8	0,00008
J	33	8	8 - 9	0,0110
Rata-rata				0,0155

Pada tabel 1. dapat dilihat bahwa hasil pengukuran kadar merkuri pada sampel yaitu kadar merkuri tertinggi ditemukan pada kode sampel C yaitu sebanyak

0,0312 ppm. Kadar merkuri terendah ditemukan pada kode sampel I yaitu sebanyak 0,00008 ppm. Berdasarkan *World Health Organization* (WHO)

tahun 1996 sensitivitas kadar merkuri dalam tubuh yaitu 5 mg/L (World Health Organization, 1996). Sehingga hasil yang diperoleh menunjukkan pekerja tambang tercemar merkuri dengan tingkat pencemaran yang rendah. Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah rambut pekerja tambang di Kabupaten Kuansing yang berjumlah 10 orang dengan usia >30 tahun dan masa kerja >5 tahun. Lamanya interaksi dengan logam pencemar pada pekerja di daerah industri dapat dilihat dengan indikator rambut sebagai biomarker. Rambut lebih akurat digunakan sebagai biomarker karena logam berat lebih bertahan lama (Handayani and Zulhidayati, 2017).

Salah satu syarat analisis logam dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom adalah sampel harus dalam bentuk larutan. Oleh karena itu, sebelum dianalisis sampel harus didestruksi terlebih dahulu. Destruksi merupakan suatu perlakuan untuk melarutkan atau mengubah sampel menjadi bentuk materi yang dapat diukur sehingga kandungan unsur-unsur didalamnya dapat dianalisis (Rusnawati, Yusuf and Alimuddin, 2018). Sampel rambut pekerja tambang didestruksi menggunakan metode destruksi basah dengan larutan asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4) dan asam perklorat (HClO_4). Destruksi basah memiliki kelebihan yaitu bisa digunakan untuk menentukan unsur-unsur dengan konsentrasi rendah. Setelah proses destruksi selesai kemudian dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu pembuatan deret larutan standar Hg dari larutan induk Hg 1000 mg/L. Tujuan pembuatan deret larutan standar adalah untuk mendapatkan kurva kalibrasi standar yang kemudian diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan sebelumnya (Solikha, 2018). Dari hasil pengukuran absorbansi deret larutan standar diperoleh persamaan linear yaitu $y = 217,481x + 17,121$

dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,999. Nilai yang dihasilkan berupa kurva sesuai dengan hukum Lambert-Beer yaitu absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi, yang berarti semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi absorbansi yang dihasilkan. Sebaliknya, jika konsentrasi semakin rendah maka semakin rendah absorbansi yang dihasilkan (Susanty and Bachmid, 2016). Hasil destruksi sampel rambut kemudian diperiksa atau dianalisis menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 253,7 nm. Metode Spektrofotometer Serapan Atom merupakan salah satu metode yang tepat untuk menganalisa atau mengukur kadar logam merkuri dalam jumlah yang kecil, spesifik dengan hasil yang akurat (Rahman, Wilantika and Latief, 2019).

Pada penelitian ini diperoleh hasil seluruh sampel rambut pekerja tambang emas di Kabupaten Kuansing mengandung merkuri, tetapi kandungan merkuri dalam sampel tidak melewati ketentuan ambang batas yaitu 5 mg/L (WHO, 1996). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Pinontoan, Contra dan Kabuhung (2018) tentang gambaran kadar merkuri (Hg) pada rambut pekerja tambang di PETI di Desa Tatelu Kecamatan Dimembe. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar merkuri pada rambut pekerja tambang di PETI memiliki hasil tidak melewati ambang batas yaitu 0,002 ppm. Hasil ini berbeda dengan penelitian Desimal (2018) tentang hubungan pertambangan emas dengan kadar merkuri dalam rambut penambang di Desa Kedaro Sekotong Lombok Barat, menunjukkan bahwa kadar merkuri pada rambut pekerja tambang dengan kadar tertinggi sebanyak 27 ppm dan kadar terendah 5 ppm. Hasil tersebut telah melampaui nilai ambang batas yang telah ditentukan oleh WHO. Hasil penelitian yang dilakukan juga menunjukkan bahwa pekerja tambang di Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kabupaten Kuansing tidak menggunakan Alat Pelindung Diri seperti sarung tangan

dan masker. Salah satu cara untuk mengurangi paparan merkuri di tempat kerja adalah menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara benar. Alat Pelindung Diri yang paling penting digunakan yaitu sarung tangan dan masker karena pada saat pencucian emas dengan menggunakan merkuri jika tidak memakai sarung tangan akan mengakibatkan tangan menjadi gatal-gatal dan memerah di sela-sela jari. Masker juga harus digunakan saat kita melakukan proses pembakaran emas, karena tanpa memakai masker uap merkuri akan terhirup melalui saluran pernafasan dan berbahaya bagi kesehatan penambang emas (Putri, 2017).

Logam merkuri masuk ke dalam tubuh manusia melalui beberapa cara. Melalui inhalasi dapat terjadi bila logam berbentuk uap atau debu yang halus, sedangkan debu atau uap yang ukurannya besar tidak akan masuk sampai ke paru-paru namun akan tersaring di bagian hidung. Logam yang berada pada kulit akan terserap melalui pori-pori dan diteruskan ke saluran darah dan didistribusikan ke seluruh tubuh (Adhani and Husaini, 2017). Logam merkuri yang diabsorpsi melalui gastero-intestinal akan berdifusi dari daerah konsentrasi tinggi ke daerah konsentrasi rendah dan ditranspor ke organ target ataupun akan ditransformasikan membentuk merkuri divalent (Hg^{2+}) dan menimbulkan efek yang beragam. Logam yang tidak terakumulasi akan diekskresikan lewat ginjal, usus, rambut, kuku, keringat, ASI dan kulit. Usus dapat secara aktif mengekskresikan logam seperti merkuri, cadmium dan timah hitam (Soemirat and Ariesyady, 2017). Merkuri dapat menyebabkan terjadinya efek yang berbahaya bagi tubuh manusia. Gejala klinik keracunan merkuri terbagi menjadi 2 yaitu keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut terjadi akibat paparan merkuri dalam jangka waktu yang singkat dengan konsentrasi tinggi. Hal ini kebanyakan terjadi pada pekerja industri, pertambangan, pertanian, yang menggunakan merkuri sebagai bahan baku

dan pembentuk amalgam atau pestisida. Munculnya gejala pada kasus keracunan merkuri ditandai dengan timbulnya tremor pada otot, gangguan pernapasan, insomnia, kulit berwarna merah, gatal-gatal, dan biasanya gejala akan tampak selang beberapa minggu (Prihantini and Hutagalung, 2018). Keracunan kronis terjadi akibat penggunaan merkuri pada proses pemurnian emas yang diperoleh dari pertambangan dalam jangka waktu yang lama dengan konsentrasi yang rendah. Adapun gejala yang muncul paling sering adalah ataksia (gangguan keseimbangan), masalah memori, tremor, efek neurologis dan gangguan pengelihatan. Gejala kronis akan tampak setelah beberapa tahun terpapar. Pekerja yang terpapar logam merkuri dengan gejala yang tampak selang beberapa tahun akan sulit untuk disembuhkan karena menyerang dua organ penting dalam tubuh, yaitu sistem pencernaan dan sistem syaraf (Habibia et al., 2021).

Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil analisis kadar merkuri pada rambut pekerja tambang emas di Kabupaten Kuansing dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom yang diukur pada panjang gelombang 253,7 nm didapatkan hasil kadar merkuri tertinggi terdapat pada sampel C yaitu 0,0312 ppm dan kadar terendah yaitu pada sampel I yaitu sebanyak 0,0008 ppm. Batas kadar merkuri pada rambut menurut WHO yaitu 1 – 2 ppm sehingga kadar merkuri pada sampel tidak melebihi ambang batas. Diharapkan agar dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai analisis merkuri (Hg) pada sampel darah, urin dan kuku pada pekerja tambang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Yayasan John Paul II Pekanbaru yang mendanai penelitian ini. Juga berterimakasih kepada UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Kota Pekanbaru dan Laboran Teknik Kimia Universitas Riau, serta pihak-pihak yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Adhani, R. and Husaini, 2017. Logam Berat Sekitar Manusia. In: S. Kholishotunnisa, ed. 2nd ed. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press. pp.31–32.
- Asmorowati, D.S., Sumarti, S.S. and Kristanti, I., 2020. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(3), pp.170–171.
- Desimal, I., 2018. Hubungan Pertambangan Emas dengan Kadar Merkuri dalam Rambut Penambang di Desa Kedaro Sekotong Lombok Barat. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 4(1), pp.56–59.
- Habibia, A.M., Yundiarto, F., Sania, H., Putri, K.P.A. and Ramadhan, W.B., 2021. Penyakit Parkinson Akibat Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Skala Kecil. 2(1), pp.170–176.
- Handayani, C. and Zulhidayati, R., 2017. Validasi Metode Analisa Kadar Timbal (Pb) dalam Rambut Karyawan SPBU di Indarung. *Chempublish Journal*, 2(1), pp.54–55
- Maria Nuraeni. (2020). Perbandingan Nilai Hematokrit Darah Vena Metode Otomatis Dan Darah Kapiler Metode Mikro Hematokrit. *Jurnal Kesehatan Saemakers PERDANA (JKSP)*, 3(2), 296-300. <https://doi.org/10.32524/jksp.v3i2.220>
- Mahmud, M., Lihawa, F., Banteng, B., Desei, F. and Saleh, Y., 2018. Konsentrasi Merkuri Pada Rambut Kepala Dan Kesehatan Masyarakat Pada Lokasi Penambangan Emas Tradisional Buladu Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2), pp.235–240.
- Nasir, M., 2019. *Spektrofotometri Serapan Atom*. 1st ed. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Pinontoan, S.P.M., Contra, A.J. and Kabuhung, A., 2018. Gambaran Kadar Merkuri Pada Rambut Pekerja Tambang di Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Desa Tatelu Kecamatan Dimembe. *jurnal KESMAS*, 7(5), p.5.
- Prihantini, N.N. and Hutagalung, P., 2018. Paparan Merkuri Pada Pekerja Di Industri Kosmetik Dalam Kaitan Dengan Gangguan Kesehatan. *Jurnal Ilmiah Widya*, 4(3), pp.332–335.
- Putri, G.E., 2017. Gejala Kesehatan Yang Diderita Penambang Emas Akibat Proses Penambangan Emas Menggunakan Merkuri (Hg). *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 8(1), pp.75–76.
- Rahman, H., Wilantika, I. and Latief, M., 2019. Analisa Kandungan Merkuri Pada Krim Pemutih Ilegal Di Kecamatan Pasar Kota Jambi Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(1), pp.61–62.
- Rusnawati, Yusuf, B. and Alimuddin, 2018. Perbandingan Metode Destruksi Basah Dan Destruksi Kering Terhadap Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tanaman Rumput Bebek (Lemna Minor). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2018*, 8(2), pp.73–76.
- Solikha, D.F., 2018. Analisis kadar Fe²⁺ Dari Suatu Sampel Limbah Laboratorium X Di Kota Bandung Menggunakan Spektrofotometri

- Uv-Vis Jenis Spectronik-20. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 3(8), pp.27–38.
- Susanty and Bachmid, F., 2016. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik Dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Konversi*, 5(2), pp.90–91.
- Soemirat, J. and Ariesyady, H., 2017. Toksikologi Lingkungan. In: J. Soemirat and H.D. Ariesyady, eds. 5th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. pp.37–38.
- World Health Organization, 1996. Analytical Toxicology. In: *European Journal of Laboratory Medicine*. pp.166–168.
- Zaharani, F. and Salami, I.R.S., 2015. 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 Batang Hari Jambi. *Teknik Lingkungan*, 21(2), pp.169–179.
- Zuhri, A., 2015. Konflik Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Desa Petapahan kecamatan Gunung Toar Kabupaten Kuantan Singingi. *jom FISIP*, 2(2), pp.1–15.