



Edukasi Teknik Penambangan Emas yang Ramah Lingkungan pada Tambang Rakyat Skala Kecil

Arifudin Idrus^{1*} 

¹Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: aguskrino@umm.ac.id

Abstrak

Tambang emas rakyat merupakan kegiatan penambangan emas yang dilakukan oleh masyarakat secara tradisional dalam skala kecil. Permasalahan pada tambang rakyat ini umumnya tidak memiliki ijin dan dalam prakteknya, penambangan tersebut sering dilakukan dengan tidak mematuhi kaidah penambangan yang baik (good mining practices) seperti yang terjadi di daerah Soripesa, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Tulisan ini bertujuan untuk menguraikan edukasi teknik penambangan emas tradisional terhadap endapan emas tipe urat epitermal sulfidasi rendah yang ramah lingkungan dan mempraktekan kaidah good mining practices tersebut. Kegiatan dilakukan dengan metoda ceramah dan diskusi interaksi baik di kelas maupun di lokasi tambang Soripesa tersebut. Hasilnya, ada 5 aspek yang perlu ditekankan untuk mencapai kaidah good mining practices, yaitu (a) teknik penambangan terhadap keselamatan kerja para penambang rakyat, (b) teknik pembuatan jalur terowongan, (c) teknik penggalian batuan yang mengandung emas, (d) teknik pengangkutan dari dalam ke luar area tambang, dan (e) pengolahan emas yang aman.

Kata Kunci: Edukasi, Penambangan Emas Ramah Lingkungan

Abstract

Artisanal and small-scale gold mine is defined as a gold mining system which is traditionally and manually operated by local people. The problem is that the artisanal and small-scale gold mining mostly don't have mining permit, and in practical way, the mining is commonly not implementing principles of good mining practices as like happen in Soripesa in Bima regency. This paper is aimed to describe the education on environmental-friendly gold mining techniques in the artisanal and small scale mine of vein-type epithermal deposits by implementing good mining practices. This activity was performed by tutorial method in class and direct practical work in the Soripesa mine site. As a result, five mining aspects should be emphasized to achieve good mining practices including (a) mining techniques by considering work safety of local miner, (b) tunneling techniques, (c) gold-bearing mining techniques, (d) ore transportation techniques from tunnel front to stockpile, and (e) environmental-friendly gold processing techniques.

Keywords: Education, Eco-Friendly Gold Mining

Introduction

Tambang emas rakyat merupakan kegiatan penambangan emas yang dilakukan oleh masyarakat baik masyarakat lokal setempat maupun masyarakat pendatang yang dilakukan secara tradisional dalam skala kecil. Kegiatan pertambangan yang dapat dilakukan sebelum penambangan, proses penambangan maupun sesudah proses penambangan. Dalam rangka mendukung pembangunan nasional yang berkesinambungan. Adanya kegiatan penambangan dapat menjamin efektifitas pelaksanaan dan pengendalian kegiatan usaha. Selain itu dapat

History:

Received : 12 Desember 2020
Revised : 29 Desember 2020
Accepted : 06 Januari 2021
Published : 25 Februari 2021

Publisher: Undiksha Press

Licensed: This work is licensed under
a Creative Commons Attribution 3.0 License



meningkatkan pendapatan masyarakat lokal, daerah dan negara serta menciptakan lapangan kerja untuk sebesar-besarnya kepentingan rakyat pertambangan secara berdaya guna, berhasil guna dan berdaya saing. Tambang rakyat ini termasuk dalam kategori yang disebut *Artisanal and Small-scale Gold Mining (ASGM)*. Tambang rakyat ini ditinjau dari aspek legal, umumnya tidak memiliki ijin usaha pertambangan (IUP) eksplorasi dan IUP operasi produksi sesuai dengan UU No. 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (Minerba) dan Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik.

Kenyataannya, penambangan emas rakyat saat ini sering tidak mematuhi kaidah-kaidah atau praktek-praktek penambangan yang baik (*good mining practices*), seperti desain lubang tambang yang tidak memperhitungkan aspek keamanan dan kenyamanan, pembuatan lubang terowongan yang tidak memperhitungkan kekuatan dan geomekanika batuan sampling, sistem penyanggaan, pencahayaan dan ventilasi terowongan yang tidak memadai, penambang yang tidak mengindahkan kesehatan dan keselamatan kerja (K3), serta pemakaian merkuri (amalgamasi) pada proses pengolahan emas yang membahayakan lingkungan hidup. Permasalahan ini juga terjadi di daerah Soripesa, Kecamatan Wawo, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Terdapat sekitar 200-an penambang emas rakyat skala kecil yang beroperasi sejak beberapa tahun lalu. Para penambang rakyat tersebut merupakan penambang ilegal. seperti penambangan yang dilakukan sering tidak sesuai dengan konsep *good mining practices* sehingga sangat membahayakan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) penambang dan masyarakat sekitarnya, dan juga membahayakan kelangsungan lingkungan hidup.

Endapan emas Soripesa merupakan bagian kecil dari potensi sumberdaya emas hidrotermal yang berada di sepanjang sabuk magmatik tembaga-emas (*copper-gold magmatic belt*) di Pulau Sumbawa dan Pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat, berumur Neogen yang tersebar dari barat ke timur di sisi selatan dari kepulauan tersebut. Prospek tembaga-emasperak yang belum dikelola antara lain Selodong (Lombok Barat), Dodo-Elang (Sumbawa), Lepadi dan Hu'u (Dompu), Keli, Soripesa dan Lambu (Bima). Endapan tembaga-emasperak yang sudah dan sedang ditambang adalah endapan tembaga-emasperak Batu Hijau yang berada di Kabupaten Sumbawa Barat (Idrus et al., 2009). Dodo-Elang dan Hu'u merupakan prospek tembaga-emasperak tipe porfiri kelas dunia (*world-class porphyry copper-gold deposits*) dengan sumberdaya/cadangan bijih ≥ 1 miliar ton (Burrows et al., 2020; Maryono et al., 2018). Prospek Lepadi, Keli, Lambu dan Soripesa merupakan jenis endapan emas epitermal sulfidasi rendah, merupakan endapan emas yang banyak diincar oleh penambang rakyat dalam skala kecil. Alasan pemilihan daerah kajian (Soripesa) ini karena merupakan salah satu lokasi penambangan emas rakyat skala kecil yang paling aktif di Kabupaten Bima, lokasi penambangannya berada di dekat perumahan warga dan air sungai Na'e (Sori Na'e) yang berdekatan dengan areal penambangan bermuara di Kota Bima yang memiliki intensitas penduduk yang cukup padat. Jika masalah tersebut dibiarkan maka perlu kegiatan edukasi teknik penambangan sebagai suatu alternatif solusi yang dianggap efektif dalam mengatasi keterbatasan tersebut dalam kegiatan penambangan emas agar tidak membahayakan kesehatan, keselamatan dan kelangsungan lingkungan hidup setempat.

Penelitian ini mendukung penelitian terdahulu yang menyatakan kurangnya informasi dan pembinaan dari pemerintah tentang Undang-Undang serta implementasinya dalam penambangan hal tersebut menyebabkan kurangnya kesadaran masyarakat (Sakti & Akmal, 2020). Penggunaan merkuri pada proses pengolahan emas berpotensi menyebabkan terjadinya masalah kesehatan seperti keracunan merkuri (Sumantri et al., 2014). Penggalan emas di sekitar area perumahan telah membawa dampak yang sangat mengkhawatirkan terhadap keselamatan para penambang dan lingkungan sekitarnya (Widagdo & Setijadi, 2015). Pentingnya edukasi teknik penambangan emas yang Ramah Lingkungan pada

Tambang Rakyat Skala Kecil. Tujuan penelitian ini menguraikan edukasi teknik penambangan emas tradisional terhadap endapan emas tipe urat epidermal sulfidasi rendah yang ramah lingkungan dan mempraktekan kaidah *good mining practices*. Sehingga adanya penelitian ini dapat memberikan informasi bagi masyarakat dalam melaksanakan kegiatan penambangan.

Materials and Methods

Metoda pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang diterapkan meliputi edukasi dan sosialisasi penambangan yang baik dan benar, dan advokasi, salah satunya memberikan bimbingan teknis terhadap penambang dan para pemangku kepentingan dalam kegiatan penambangan rakyat tersebut. Kegiatan ini merupakan upaya pengenalan mengenai metode penambangan emas yang berwawasan lingkungan. Dalam kegiatan ini dijelaskan juga kepada pemerintah desa dan Muspika Kecamatan Wawo tentang teknik penambangan yang baik dan benar. Kegiatan edukasi tersebut dilakukan di kelas dengan metoda ceramah dan tutorial, serta metoda sosialisasi dan advokasi langsung di lokasi pertambangan yang diikuti oleh para penyandang dana (investor) dan para penambang. Fokus edukasi penambangan tersebut meliputi aspek-aspek teknik penambangan yang terdiri dari kesehatan dan keselamatan kerja (K3), teknik pembuatan jalur terowongan, teknik penggalian batuan yang mengandung emas, teknik pengangkutan dari dalam ke luar area tambang, metoda pengolahan dan pemisahan emas dan kegiatan yang perlu dilakukan paska-tambang. Foto kegiatan edukasi teknik penambangan emas yang ramah lingkungan pada tambang rakyat skala kecil di Daerah Soripesa, Kecamatan Wawo, Kabupaten Bima, Nusa Tenggara Barat

Results and Discussion

Bagi para penambang tradisional di Daerah Soripesa telah diberikan pemahaman yang benar mengenai metode penambangan sesuai dengan kaidah *good mining practices* baik melalui sosialisasi terpadu maupun praktek langsung di lokasi penambangan. teknik penambangan emas yang baik dan benar meliputi teknik penambangan yang menjamin K3, teknik pembuatan jalur terowongan, teknik penggalian batuan yang mengandung emas, dan teknik pengangkutan dari dalam ke luar area tambang. Dalam melakukan aktivitas apapun termasuk penambangan emas yang terpenting dan harus menjadi perhatian utama adalah mengenai kesehatan dan keselamatan kita dalam melakukan suatu pekerjaan. Dan jelas selalu berkaitan dengan: (1) masalah psikologi, (2) keahlian, dan (3) fasilitas guna menunjang suatu pekerjaan. Masalah psikologis bisa berupa tidak konsentrasi dan fokus dalam bekerja, terlalu memaksakan porsi kerja di luar batas kemampuan fisik atau bisa juga karena masalah keluarga sehingga menjadi beban pikiran saat bekerja. Hal ini dapat diatasi dengan cara selalu memperhatikan dua hal penting yaitu porsi kerja dan batas kemampuan fisik. Keahlian merupakan faktor penting lainnya yang sangat berperan saat melakukan suatu pekerjaan (Widiansyah, 2018). Keahlian ini misalnya seseorang yang menguasai metode bagaimana teknik membuat jalur terowongan galian yang benar dan aman walaupun hanya dengan menggunakan peralatan yang sederhana sekalipun. Fasilitas atau alat penunjang suatu pekerjaan ini dapat berupa alat gali, alat pukul batu atau alat pikul dan sebagainya yang fungsi dapat membantu aktivitas suatu pekerjaan penambangan. Selain itu, pekerja tambang wajib memakai APD (Alat Pelindung Diri) saat bekerja, minimal misalnya safety shoes, helm, rompi, safety glasses dan sarung tangan (Bose-O'Reilly et al., 2016).

Teknik pembuatan jalur terowongan untuk skala tambang rakyat dilakukan secara manual dengan mengandalkan 100% tenaga manusia mulai dari perencanaan sampai pelaksanaan penggalian. Dalam melakukan penggalian jalur terowongan ada beberapa teknik yang harus dikuasai Pembuatan jalur terowongan harus memperhatikan faktor-faktor sebagai

aliran air permukaan dan bawah permukaan, ketahanan batuan, jalur struktur dan patahan, kekuatan penopang terowongan, jalur aliran listrik/ penerang, ventilasi/ sirkulasi udara dan air dalam terowongan dan yang terpenting adalah juga memperhatikan jalur evakuasi apabila suatu saat terjadi bencana dalam terowongan (Nakazawa et al., 2016).

Teknik penggalian batuan yang mengandung emas umumnya dilakukan pada 2 tahap kegiatan yaitu tahap penggalian jalur terowongan untuk pengembangan (*development stage*) dan tahap penggalian terowongan untuk produksi (*production stage*). Urat kuarsa sebagai media yang membawa logam emas memiliki tipe yang berbeda-beda, ada yang kompak-masif, berlapis seperti kue lapis, dan ada yang breksiasi. Teknik memecahkan batuan urat kuarsa berdasarkan tipenya yaitu urat kuarsa yang kompak dan masif memang sedikit sulit untuk mencari bidang lemah berupa zona retak atau rekahan (Tomiyasu et al., 2017). Namun perlu ada tambahan alat berupa pahat batu guna membantu mempermudah membuat jalur rekahan sehingga batuan dapat dipecahkan sesuai dengan ukuran pecahan batuan yang diinginkan. Urat kuarsa tipe berlapis mendekati yang ada di Daerah Soripesa. Pada tipe ini apabila urat tersebut tebal dengan ketebalan $>0,5\text{m}$ maka teknik memecahkannya yaitu dengan mengikuti bidang perlapisan urat kuarsa tersebut atau bisa juga dengan teknik memotong miring atau tegak lurus terhadap bidang perlapisan urat kuarsa tersebut. Urat kuarsa tipe breksiasi juga dapat dikelompokkan menjadi beberapa komposisi fragmen dan matrik dari urat kuarsa tersebut. Secara umum, penggalian tipe urat ini lebih mudah dengan menggunakan alat-alat sederhana.

Teknik pengangkutan umumnya masih bersifat manual maka ukuran berat muatan batuan dalam karung diusahakan tidak terlalu melebihi kemampuan pikul. Namun demikian disamping yang disebutkan di atas ada beberapa cara yang dianggap lebih efisien dan tidak terlalu menguras tenaga besar maka dibuatkan troli dorong dengan rel kereta sederhana, bisa juga menggunakan katrol. Pada tahapan ini, seorang penambang harus lebih ekstra hati-hati karena pada tahapan ini sudah mulai berinteraksi dengan bahan kimia yaitu larutan air raksa (merkuri). Larutan air raksa adalah salah satu logam berat yang biasa digunakan untuk memisahkan bijih emas dengan mineral lain atau pengotornya (Clarkson et al., 2017; Veiga & Gunson, 2020). Umumnya para penambang emas tradisional termasuk yang ada di daerah Soripesa, Kabupaten Bima, Provinsi NTB, tidak mempunyai pengetahuan mengenai cara penggunaan yang benar dan formulasi yang tepat dalam penggunaan larutan tersebut.

Tanpa disadari larutan air raksa tersebut menyimpan dampak negatif yang sangat fatal bagi manusia terutama dalam jangka waktu yang lama kedepan (Widagdo & Setijadi, 2015). Misalnya apabila larutan tersebut digunakan tanpa menggunakan alat pelindung diri (APD) yang benar maka dapat menimbulkan keracunan bagi tubuh. Untuk mencegah agar tidak terjadi penyakit akibat keracunan larutan air raksa dalam pengolahan bijih emas tersebut maka perlu dilakukan beberapa langkah-langkah minimal untuk mengurangi resiko tersebut. Untuk para penambang tradisional untuk dapat menghindari atau tidak menggunakan larutan air raksa (*mercury*) dalam kegiatan apapun. Bila tidak dapat diganti atau ditinggalkan maka kita dapat mengurangi atau dapat menggunakannya dengan cara yang bijaksana dan hati-hati.

Berdasarkan pengalaman beberapa penambang tradisional, limbah lumpur sisa pengolahan bijih emas tersebut biasanya dimasukkan kembali ke dalam karung-karung plastik dan dijual kembali kepada beberapa pengepul atau penadah. Lumpur sisa tersebut dapat diolah kembali dengan menggunakan tangki atau tabung yang berukuran besar, biasanya dengan menggunakan metode pengolahan bijih emas yang berbeda. Beberapa cara yang dapat dilakukan guna dapat memaksimalkan hasil galian batu tersebut agar mendapatkan kandungan bijih emas dengan konsentrat melebihi 95% namun tetap memperhatikan keselamatan dalam bekerja dan dampaknya terhadap lingkungan. Sebagai masyarakat yang awam akan masalah batuan, sebaiknya para penambang diusahakan dapat mendiskusikan segala permasalahan mulai dari cara tambang, jenis batuan yang mengandung logam bijih

emas dan tanda-tandanya beserta keterdapatannya dan bila perlu harus sedikit banyak mampu memahami bagaimana proses kejadian dan keterdapatan bijih emas tersebut dengan para ahli geologi terutama yang paham masalah mineralisasi.

Adapun beberapa kegiatan yang perlu dilakukan pada paska tambang tradisional, sebagai berikut. Pertama, melakukan re-vegetasi atau penanam ulang kembali pepohonan terutama pada area yang mengalami penggundulan waktu dilakukannya kegiatan penambangan tersebut. Kedua, memangkas bagian-bagian topografi yang memiliki kemiringan diatas 60° agar lebih landai guna menghindari terjadinya potensi tanah longsor terutama pada saat musim hujan. Ketiga, karena lokasi aktivitas penambangan di Daerah Soripesa sangat dekat sekali dengan pemukiman penduduk dan aliran sungai menuju perkampungan, maka perlu adanya penanganan yang berkesinambungan mengenai dampak terhadap kesehatan dari bahan-bahan kimia yang digunakan saat mengolah bahan tambang tersebut. Karena pada umumnya para penambang menggunkan bahan berupa larutan air raksa (merkuri) untuk mengekstrak emas dari batuan pembawanya.

Terkait dengan aspek metoda pengolahan dan pemisahan emas yang ramah lingkungan, Indonesia telah meratifikasi konvensi Minamata, dengan disahkannya Undang-undang (UU) No. 11 Tahun 2017 tentang Pengesahan *Minamata Convention on Mercury* (Konvensi Minamata Mengenai Merkuri) (Sakti & Akmal, 2020). Aspek lain yang menjadi perhatian pada penambangan emas skala rakyat (skala kecil) adalah terkait dengan pengelolaan lingkungan paska-tambang. Kebanyakan tambang rakyat bersifat illegal karena tidak memiliki ijin penambangan atau yang disebut dengan Ijin Pertambangan Rakyat (IPR). Pemerintah dihadapkan permasalahan banyaknya kerusakan lingkungan akibat pertambangan rakyat tersebut. Apabila penambangan tersebut memiliki IPR maka pemerintah diwajibkan membina dan mengawasi pengelolaan lingkungan paska-tambang. Ada beberapa aktivitas yang perlu dilakukan setelah suatu daerah telah selesai ditambang. Biasanya untuk kegiatan penambangan skala kecil yang dilakukan oleh masyarakat secara tradisional tidak terlalu menyebabkan kerusakan berarti, terutama pada metode penambangan *underground*. Adapun kegiatan yang perlu dilakukan paska tambang yaitu Melakukan re-vegetasi atau penanam ulang kembali pepohonan terutama pada area yang mengalami penggundulan waktu dilakukannya kegiatan penambangan tersebut. Memangkas bagian-bagian topografi yang memiliki kemiringan diatas 60° agar lebih landai guna menghindari terjadinya potensi tanah longsor terutama pada saat musim hujan.

Karena lokasi aktivitas penambangan di Daerah Soripesa sangat dekat sekali dengan pemukiman penduduk maka perlu adanya penanganan yang berkesinambungan mengenai dampak terhadap kesehatan dari bahan-bahan kimia yang digunakan saat mengolah bahan tambang tersebut. Penutupan tambang dan rehabilitasi paska-tambang harus mempertimbangkan rencana tata ruang daerah tersebut (Manero et al., 2020). Penambangan emas skala kecil harusnya memberikan dampak positif dalam memicu pertumbuhan ekonomi rakyat setempat secara berkesinambungan (Owusu et al., 2019). Perencanaan pemanfaatan lahan bekas tambang seyogyanya terintegrasi dengan RTRW daerah setempat, sehingga dapat berkesinambungan, seperti yang diterapkan di daerah Sumatera Selatan (Kodir et al., 2017).

Conclusion

Konsep Penambangan yang baik dan benar adalah penambangan yang berwawasan lingkungan yang memiliki beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam pelaksanaannya. Selain itu juga harus memperhatikan beberapa aspek penting yaitu keselamatan kerja, teknik pembuatan jalur terowongan, teknik penggalian batuan yang mengandung emas, teknik pengangkutan dari dalam ke luar area tambang, metode pengolahan dan pemisahan emas dan kegiatan yang perlu dilakukan pasca-tambang. *Mencegah lebih baik daripada mengobati,*

pepatah ini sudah sering kita dengar. Sebelum kita terjangkau penyakit seperti ini, mari kita jaga lingkungan kita agar tetap bersih dan terjaga dari racun air raksa. Upaya ini perlu kita lakukan karena tentu kita tidak inginkan anak cucu kita akan tumbuh dalam keadaan seperti ini. Dan yang harus selalu diingat larutan air raksa adalah logam berat yang sangat berbahaya dan penyakit akibat keracunan merkuri sampai saat ini tidak ada obatnya. Ada baiknya kita tidak terkesima oleh kilauan emas sementara dibalik itu semua ada bahaya yang bisa mengancam masa depan dan harapan kita

References

- Bose-O'Reilly, S., Schierl, R., Nowak, D., Siebert, U., William, J. F., Owi, F. T., & Ir, Y. I. (2016). A preliminary study on health effects in villagers exposed to mercury in a small-scale artisanal gold mining area in Indonesia. *Environmental Research*, *149*, 274–281.
- Burrows, D. R., Rennison, M., Burt, D., & Davies, R. (2020). The Onto Cu-Au Discovery, Eastern Sumbawa, Indonesia: A Large, Middle Pleistocene Lithocap-Hosted High-Sulfidation Covellite-Pyrite Porphyry Deposit. *Economic Geology*, *115*(7), 1385–1412.
- Clarkson, G., Clarkson, R., & Hitch, M. (2017). Reducing mercury usage in artisanal gold mines using grinding and sieving. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, *126*(3), 167–171.
- Idrus, A., Kolb, J., & Meyer, F. M. (2009). Mineralogy, lithogeochemistry and elemental mass balance of the hydrothermal alteration associated with the Gold-rich Batu Hijau Porphyry copper deposit, sumbawa Island, Indonesia. *Resource Geology*, *59*(3). <https://doi.org/10.1111/j.1751-3928.2009.00092.x>.
- Kodir, A., Hartono, D. M., Haeruman, H., & Mansur, I. (2017). Integrated post mining landscape for sustainable land use: A case study in South Sumatera, Indonesia. *Sustainable Environment Research*, *27*(4), 203–213. <https://doi.org/10.1016/j.serj.2017.03.003>.
- Manero, A., Kragt, M., Standish, R., Miller, B., Jasper, D., Boggs, G., & Young, R. (2020). A framework for developing completion criteria for mine closure and rehabilitation. *Journal of Environmental Management*, *273*, 111078. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111078>.
- Maryono, A., Harrison, R. L., Cooke, D. R., Rompo, I., & Hoschke, T. G. (2018). Tectonics and geology of porphyry Cu-Au deposits along the eastern Sunda magmatic arc, Indonesia. *Economic Geology*, *113*(1), 7–38. <https://doi.org/10.5382/econgeo.2018.4542>.
- Nakazawa, K., Nagafuchi, O., Kawakami, T., Inoue, T., Yokota, K., Serikawa, Y., Basir-Cyio, M., & Elvince, R. (2016). Human health risk assessment of mercury vapor around artisanal small-scale gold mining area, Palu city, Central Sulawesi, Indonesia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *124*, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.09.042>.
- Owusu, O., Bansah, K. J., & Mensah, A. K. (2019). Small in size, but big in impact?: Socio-environmental reforms for sustainable artisanal and small-scale mining. *Journal of Sustainable Mining*, *18*(1), 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2019.02.001>.
- Sakti, E., & Akmal, A. (2020). Kesadaran Hukum Masyarakat Pertambangan Emas di Desa Teluk Pandak Kecamatan Tebo Tengah Kabupaten Tebo. *Journal of Moral and Civic Education*, *4*(1), 1–10. <https://doi.org/10.24036/8851412412020229>.
- Sumantri, A., Laelasari, E., Junita, N. R., & Nasrudin. (2014). Logam Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin Mercury in the Illegal Gold Mining Workers. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *8*(8), 398–403. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v8i8.411.g408>.
- Tomiyasu, T., Kodamatani, H., Hamada, Y. K., Matsuyama, A., Imura, R., Taniguchi, Y., Hidayati, N., & Rahajoe, J. S. (2017). Distribution of total mercury and methylmercury

- around the small-scale gold mining area along the Cikaniki River, Bogor, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(3), 2643–2652. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7998-x>.
- Veiga, M. M., & Gunson, A. J. (2020). Gravity concentration in artisanal gold mining. In *Minerals* (Vol. 10, Issue 11, pp. 1–50). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/min10111026>.
- Widagdo, A., & Setijadi, R. (2015). Potensi Bencana Geologi Pada Penambangan Emas dan Lempung di Desa Cihonje Kecamatan Gumelar Kabupaten Banyumas. *Dinamika Rekayasa*, 11(1), 11–15. <https://doi.org/10.20884/1.dr.2015.11.1.90>.
- Widiansyah, A. (2018). Peranan Sumber Daya Pendidikan sebagai Faktor Penentu dalam Manajemen Sistem Pendidikan. *Manajemen Sistem Pendidikan. Cakrawala*, 18(2), 229–234. <https://doi.org/10.31294/jc.v18i2.4347>.