

DISTRIBUSI LOGAM BERAT DAN PENILAIAN TERHADAP RESIKO EKOLOGI PADA TANAH DI AREA TAMBANG EMAS DUSUN SANGON, DESA KALIREJO, KULON PROGO

Irene Augusta Boymau

Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Nusa Cendana

email : boymauirene@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan penambangan emas di daerah Kalirejo, Kokap, Kulon Progo dilakukan dengan metode amalgamasi. Pengolahan emas dengan metode amalgamasi dapat menyebabkan kontaminasi Hg dan logam berat lain dimana Hg sering berasosiasi dengan endapan logam sulfida lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi logam berat pada area tambang emas dan juga melakukan penilaian terhadap resiko ekologi dalam sebaran kandungan logam berat pada tanah. Sampel yang dianalisa adalah sampel tanah yang diambil di sekitar area pertambangan emas Dusun Sangon. Metode yang digunakan adalah survey lapangan dan pengujian laboratorium. Pola sebaran kandungan logam berat dilakukan dengan analisa spasial dengan metode Ordinary Kriging program Arcgis 10.3.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebaran logam berat Hg, Pb, Cu, Zn dan Fe di tanah menunjukkan pola yang mengikuti bentuk kontur dan arah aliran dimana konsentrasi logam-logam tersebut cenderung tinggi pada bagian utara peta penyebaran konsentrasi dan rendah pada bagian selatan. Berdasarkan penilaian potensi risiko lingkungan dapat diurutkan parameter logam berat dari terbesar sampai terkecil yaitu Cu, Hg, Zn, Pb, Fe. Potensi risiko lingkungan pada parameter logam berat Cu, Hg, Zn, Pb, Fe menunjukkan nilai resiko ekologi yang tinggi pada tanah di sekitar area pengolahan emas sehingga perlu dilakukan pengendalian terhadap tanah di sekitar area pertambangan emas.

Kata kunci : Logam berat, distribusi, resiko ekologi, kriging.

Article History

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism Checker No 656

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Hasil beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran logam Kegiatan penambangan emas terdiri dari penambangan, pemrosesan material untuk memisahkan emas dari *tailing* yang menyebabkan munculnya kontaminasi logam berat di tanah (Banunaek,2016). Kegiatan penambangan emas di daerah Kalirejo, Kokap, Kulon Progo dilakukan dengan metode amalgamasi dimana berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 101 tahun 2014 tentang pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun, pasal 31 ayat 1 menyebutkan setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengumpulan limbah B3 yang dihasilkan usaha pengolahan emas dengan amalgamasi telah membuang limbah hasil pengolahannya di lingkungan sekitar. Berdasarkan hasil analisis awal tanah dari area pengolahan emas Kecamatan Kokap memiliki konsentrasi merkuri sebesar 88,63 ppm (Ernawati dkk, 2021). Metode amalgamasi sendiri dapat mempengaruhi kondisi lingkungan. Pengolahan emas dengan metode amalgamasi dapat menyebabkan kontaminasi Hg dan logam berat lain dimana Hg sering berasosiasi dengan endapan logam sulfida lainnya, diantaranya Au, Ag, Sb, As, Cu, Pb dan Zn, sehingga di daerah mineralisasi emas tipe urat biasanya kandungan merkuri dan beberapa logam berat lainnya cukup tinggi (Setiabudi, 2005) yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan masyarakat di sekitar lokasi penambangan.



Hasil beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran logam berat di sekitar daerah penelitian (Setiadi, 2005; Sapardina, 2006,; Ficky, 2011; Nugroho, 2012; Pratomo, 2015) juga terhadap manusia (Suryanto, 2006). Maka dapat dinyatakan bahwa tanah di daerah penambangan tersebut telah terkontaminasi logam berat, yang harus diketahui sebarannya dan dibutuhkan penilaian terhadap resiko ekologi pada tanah yang terkontaminasi logam berat. *Potential Ecological Risk* (PER) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menilai tingkat pencemaran lingkungan (Hakanson, 1980). Berdasarkan latar belakang diatas maka diperlukan analisis distribusi untuk mengetahui distribusi logam berat, serta penilaian indeks polusi tanah tercemar logam berat dan pengendaliannya agar menurunkan resiko bahaya kontaminasi logam berat terhadap ekosistem. Tujuan yang diwujudkan pada penelitian ini yaitu: mengidentifikasi distribusi logam berat pada area tambang Desa Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta, dan melakukan analisis dan penilaian terhadap resiko ekologi dalam sebaran kandungan logam berat pada tanah Desa Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas studi pustaka untuk mengumpulkan informasi-informasi yang lebih khusus dari berbagai literatur mengenai distribusi logam berat dan indeks resiko ekologi potensial serta memanfaatkan informasi yang terdapat kaitannya dengan teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian ini dilakukan dengan diawali dengan melakukan survey lapangan: survey lapangan dilakukan untuk memperoleh gambaran tentang kondisi tanah di daerah Dusun Sangon, Kokap, Kulon Progo untuk memperoleh berbagai data konkret secara langsung di lapangan atau tempat penelitian. Kemudian dilakukan pengumpulan data yang berupa data primer dan data sekunder. Data Primer diperoleh melalui pengamatan dan pengambilan sampel langsung di lapangan sampai pada tahap analisis laboratorium. Data primer tersebut berupa sampel tanah yang belum terganggu keadaannya, serta titik koordinat pengambilan sampel tanah. Lalu dilakukan pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari instansi atau lembaga dan perusahaan tambang yang dapat dipertanggungjawabkan. Data sekunder tersebut berupa : Data geologi lokasi penelitian, peta topografi daerah penambangan, data curah hujan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel dan titik koordinat pengambilan sampel dilakukan di Desa Kalirejo, dengan luas lokasi penelitian adalah lebih kurang 5 km. Pengambilan sampel didapat pada setiap lokasi gelundung dan aliran pembuangan limbah serta tanah yang berada di dekat lokasi unit pengolahan emas. Masing-masing terdapat 3 unit gelundung yang berada pada lokasi penelitian dan didapat total 30 sampel. Hasil perhitungan *Range*, *Mean* dan *Median* data sampel disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1
Hasil Perhitungan Range, Mean dan Median

Logam	N	Max	Min	Range	Mean	Median
Hg	30	3,18	0,26	2,92	1,57	1,630
Pb	30	339,92	3,75	336,17	131,11	102.86
Fe	30	953,90	544,57	409,33	767,86	779,55



Zn	30	139,28	9,35	129,93	66,00	67,70
Cu	30	24,68	3,46	21,22	12,25	12,17

Range merupakan selisih dari nilai data maksimum dan minimum. Nilai *range* untuk data konsentrasi merkuri adalah 2,92, diikuti dengan konsentrasi Pb sebesar 336,17, Fe sebesar 409,33, Zn dengan 129,93 dan Cu 21,22, data-data ini membentang dari nilai minimum dan maksimum yang cukup jauh, sehingga diperkirakan bahwa variasi data tinggi. Nilai *mean* yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1 dimana nilai *mean* ini dapat dilihat bahwa tidak ada penyimpangan nilai data yang cukup signifikan karena nilai mean tidak terlalu jauh dari nilai masing-masing titik. Untuk nilai tengah (*median*) adalah Hg, Pb, Fe, Zn dan Cu perbandingan nilai *median* dan mean dari masing-masing konsentrasi tersebut dapat menunjukkan bentuk distribusi data yang dimiliki oleh populasi.

Tabel 2
Hasil perhitungan untuk Skewness dan Kurtosis

Logam	Skewness	Kurtosis
Hg	0,226	0,282
Pb	1,025	0,443
Fe	-0,266	0,399
Zn	0,396	0,359
Cu	-1,335	0,224

Pada perhitungan data tersebut diatas didapat nilai skewness adalah 0,226. Skewness untuk distribusi normal adalah sama dengan nol. Nilai 0,226 menunjukkan bahwa distribusi data tergolong condong ke kanan atau ke arah positif. Nilai skewness merupakan ukuran kesimetrisan histogram, sedangkan kurtosis merupakan ukuran datar atau runcingnya histogram. Idealnya nilai skewness dan kurtosis pada distribusi normal adalah nol. Oleh karena itu, Jika nilai skewness positif maka distribusi data "miring ke kiri distribusi normal" (ada frekuensi nilai yang tinggi di sebelah kiri titik tengah distribusi normal), sebaliknya apabila skewness negatif maka distribusi data "miring ke kanan distribusi normal" (kiri bagi kita yang melihatnya). Jika nilai kurtosis positif maka distribusi data "meruncing" (ada satu nilai yang mendominasi), sebaliknya apabila Kurtosis Negatif maka distribusi data "melandai" (varians besar).

Tabel 3
Parameter Semivariogram

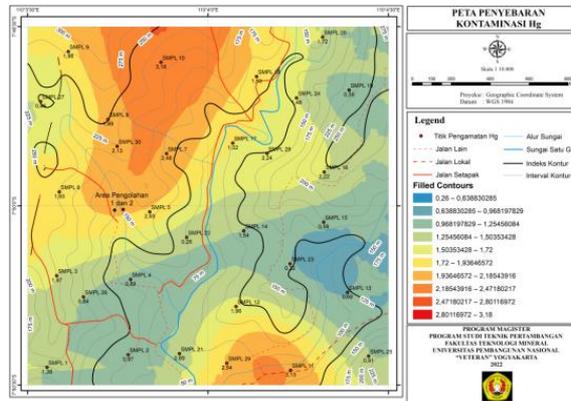
No.	Konsentrasi	Nugget	Sill	Range		ME	RMSE
				Mayor	Minor		
1.	Hg	0,451	0,341	0,0061	2	-0,001	1,002
2.	Pb	5704,6	1246,5	0,0054	2	-1,332	1,052
3.	Fe	4109,6	5614,3	0,0054	1,3496	2,732	1,091
4.	Zn	781,24	535,02	0,0051	1,1352	-0,778	1,005

Data semivariogram menunjukkan bahwa, Model Exponential memiliki range mayor pada 0,0061 dan range minor pada 2. Disajikan dalam tabel 3 Parameter Semivariogram. Dalam berbagai bentuk anisotropi diperoleh sumbu terpanjang pada salah satu arah. Hal ini menunjukkan bahwa keseragaman (homogenitas) data penyebaran adalah pada arah tersebut. Pada data tersebut di atas didapatkan Model Exponential memiliki range mayor dan range minor

yang terpanjang jika dibandingkan dengan model spherical dan model Gaussian. Nilai nugget yang mendekati atau sama dengan nol menunjukkan tingkat variasi makin kecil, maka dari itu Model Exponential adalah yang terbaik berdasarkan parameter ini.

4.1 Peta Penyebaran Kontaminasi Logam Berat Merkuri (Hg)

Berdasarkan hasil analisis semivariogram yang telah melalui tahapan-tahapan tersebut di atas dan interpolasi variabel data konsentrasi merkuri maka pola geometri anisotropi dipresentasikan sebagaimana dapat dilihat :



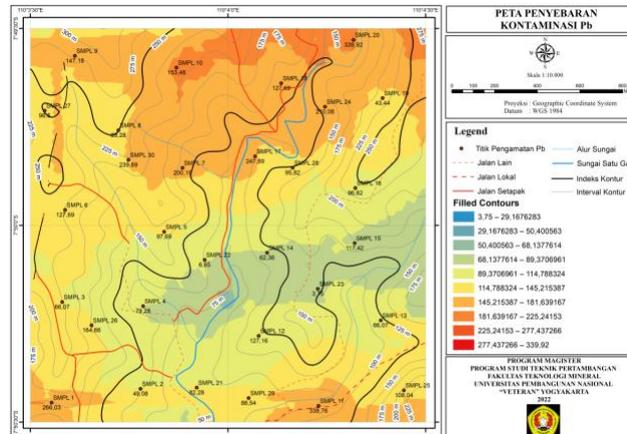
Gambar 1
Peta Penyebaran Kontaminasi Merkuri di Desa Kalirejo

Pada gambar 1 Peta Penyebaran Kontaminasi Merkuri (Hg) Desa Kalirejo di atas. Peta penyebaran pencemaran merkuri menunjukkan warna hijau/kehijauan hingga warna merah yang menunjukkan range nilai terendah adalah 0,26 ppm dan nilai tertinggi 3,18 ppm. Hal ini muncul dikarenakan metode ini terbatas pada pendistribusian data range konsentrasi merkuri. Berdasarkan data permodelan tersebut diatas maka visualisasi peta penyebaran konsentrasi merkuri (Hg) disajikan dalam Gambar 1. Pada gambar tersebut terlihat bahwa peta penyebaran kontaminasi merkuri di lokasi penelitian menjadi jauh lebih mendekati dengan kondisi nyata di lapangan. Lokasi dengan nilai konsentrasi merkuri tertentu terlihat mengelompok dan berwarna berbeda sesuai kadar secara berturut-turut yaitu biru, hijau, kuning, orange dan merah dimulai dari lokasi dengan kadar merkuri terendah hingga kadar tertinggi.

Tingginya kandungan merkuri (Hg) pada area pengolahan dikarenakan penggunaan merkuri pada saat pengolahan emas. Dengan demikian limbah atau tailing yang menggunakan merkuri jauh lebih tinggi kandungan merkurnya yang selanjutnya berdampak pada lahan sekitarnya baik secara langsung maupun tidak langsung. Kandungan merkuri (Hg) yang terdapat pada beberapa sampel yang jauh dari lokasi atau tempat pengolahan menunjukkan kandungan merkurnya rendah.

4.2 Peta Penyebaran Kontaminasi Logam Berat Timbal (Pb)

Hasil analisis kandungan timbal dalam tanah di Desa Kalirejo disajikan dalam Gambar 4.2.

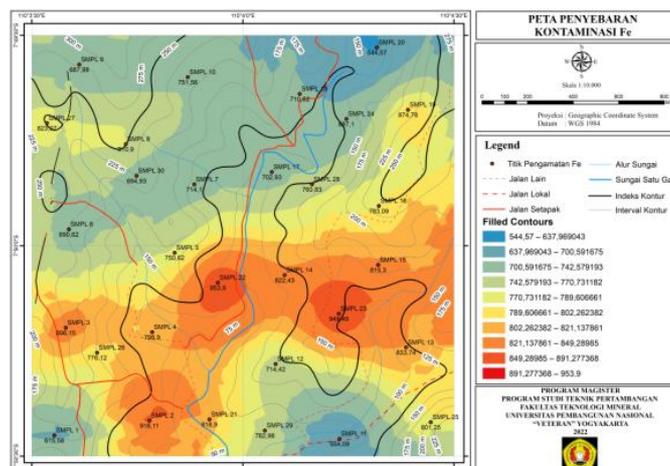


Gambar 2
Peta Penyebaran Konsentrasi Timbal (Pb) di Desa Kalirejo

Kandungan timbal pada tanah pada peta dengan konsentrasi tertinggi ditandai dengan warna merah sebesar 339,2 ppm dan terendah ditandai dengan warna biru sebesar 3,75 ppm. Persebaran konsentrasi logam berat Pb di setiap titik pengambilan sampel sangat fluktuatif. Titik sampel di bagian utara lebih banyak terkontaminasi logam Pb dengan nilai konsentrasi tertinggi pada 339,2 ppm. Adanya timbal dalam tanah umumnya berasal dari: produk pelapukan batuan. Kandungan timbal dalam batuan beku berada pada kisaran 2-30 ppm [Bradl, 2004]. Akumulasi dari Unsur Pb di lingkungan di area pertambangan emas umumnya terjadi pada mineralisasi batuan, dan dapat dibentuk sebagai galena (PbS), cerussite (PbCO₃) dan juga beberapa di anglesite (PbSO₄), sehingga kandungan Pb di lingkungan dapat meningkat

4.3 Peta Penyebaran Kontaminasi Logam Berat Besi (Fe)

Berdasarkan hasil analisis semivariogram yang telah melalui tahapan-tahapan dan interpolasi variable data konsentrasi besi maka pola geometri anisotropi dipresentasikan sebagaimana dapat dilihat :



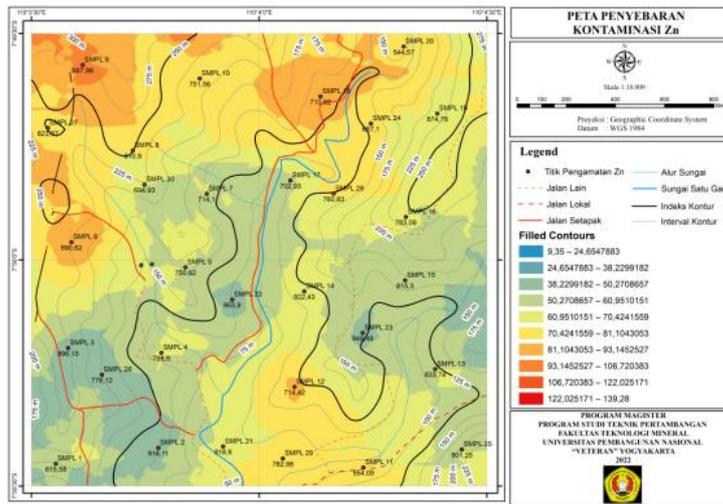
Gambar 3
Peta Penyebaran Konsentrasi Timbal (Fe) di Desa Kalirejo

Berdasarkan hasil pengambilan sampel tanah disetiap titik lokasi pengambilan sampel menunjukkan bahwa Fe dalam tanah memiliki nilai tertinggi di antara elemen logam lainnya. Di tanah yang diteliti, kandungan Fe minimum 544,57 ppm dan maksimum 953,9 ppm dengan

rata-rata 787,86 ppm. Dapat diketahui bahwa sepanjang proses pelapukan dari batuan unsur Fe dan lainnya dibebaskan menjadi bentuk larut, khususnya pada lingkungan dengan reaksi asam dan oksidasi. Pada kondisi ini Fe dapat bereaksi membentuk oksida, hidroksida atau garam tergantung pada lingkungan unsur Fe. Dengan pengamatan lapangan terhadap profil tanah yang dimilikinya telah dilakukan saat periode survei, diidentifikasi bahwa Fe dalam tanah sebagai oksida besi.

4.4 Peta Penyebaran Kontaminasi Logam Berat Zinc (Zn)

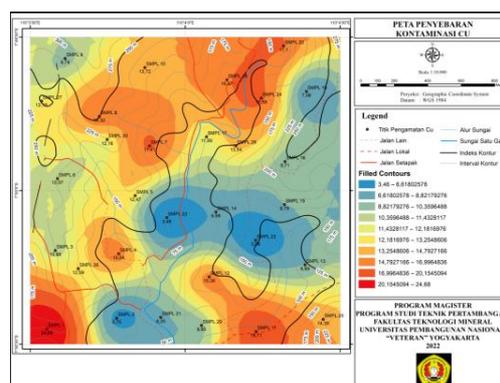
Hasil analisis penyebaran konsentrasi Zinc (Zn) dalam tanah di Desa Kalirejo disajikan dalam Peta pada Gambar 4



Gambar 4 Peta Penyebaran Konsentrasi Zinc (Zn) di Desa Kalirejo

Berdasarkan hasil pada Gambar 4 konsentrasi kandungan Zenk yang dapat dilihat pada peta dengan konsentrasi tertinggi ditandai dengan warna merah sebesar 953,9 ppm dan terendah ditandai dengan warna biru sebesar 544,4 ppm. Konsentrasi Zn pada lokasi menunjukkan nilai yang tinggi di setiap lokasi pengambilan sampel dan tertinggi pada bagian utara peta. Pada beberapa lokasi pengambilan sampel terlihat pada Gambar 4.15 Peta Penyebaran Konsentrasi Zinc (Zn) di Desa Kalirejo memiliki nilai konsentrasi yan tinggi hal ini dikarenakan persebaran dari logam berat Zn merata pada tanah di sekitar lokasi pengolahan emas dimana partikel logam berat Zn sudah mengendap pada sedimen. Zinc (Zn) mudah terserap dalam sedimen dan tanah serta kelarutan logam berat Zinc (Zn) dalam air relatif rendah pada air, logam berat cenderung mengikuti aliran air.

Hasil analisis penyebaran konsentrasi Tembaga (Cu) dalam tanah di Desa Kalirejo disajikan dalam Peta pada Gambar 5.





KESIMPULAN

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebaran logam berat Hg, Pb, Cu, Zn dan Fe di tanah menunjukkan pola yang mengikuti bentuk kontur dan arah aliran dimana konsentrasi logam-logam tersebut cenderung tinggi pada bagian utara peta penyebaran konsentrasi dan rendah pada bagian selatan. Konsentrasi merkuri yang berada dekat dengan lokasi pengolahan memiliki nilai kandungan merkuri yang lebih tinggi hal ini dikarenakan kandungan merkuri yang digunakan dibuang langsung ke tanah yang berada dekat dengan pengolahan sehingga kandungan merkuri meningkat di bagian utara. Lalu diikuti dengan logam Pb yang memiliki nilai tinggi pada bagian utara peta yang disebabkan karena adanya mineralisasi pada batuan. Kandungan logam Fe tersebar secara merata dengan nilai yang paling tinggi diantara logam lainnya. Diikuti dengan Logam Zn dan Cu dengan nilai konsentrasi yang relative kecil yang mana sebaran Cu ini dapat disebabkan sumber Cu alamiah yang berasal dari peristiwa pengikisan batuan mineral (erosi).

2. Berdasarkan penilaian potensi risiko lingkungan dapat diurutkan parameter logam berat dari terbesar sampai terkecil yaitu Cu, Hg, Zn, Pb, Fe. Potensi risiko lingkungan pada parameter logam berat Cu, Hg, Zn, Pb, Fe menunjukkan nilai resiko ekologi yang tinggi pada tanah di sekitar area pengolahan emas sehingga perlu dilakukan pengendalian terhadap tanah di sekitar area pertambangan emas.

DAFTAR PUSTAKA

- Banunaek, Z. (2016). Pencemaran Merkuri di Lahan Pertambangan Emas Rakyat dan Strategi Pengendaliannya. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ernawati, R., Cahyadi, T. A., & Rambe, S. A. A. (2021, November). Effects of Small-Scale Gold Mining (SGM) to Mercury and Nutrient Contents in Soil in Kokap Subdistrict, Kulonprogo, Yogyakarta. In *RSF Conference Series:Engineering and Technology* (Vol. 1, No. 1, pp. 191-197).
- Ficky, F. F. (2011). Kajian Kandungan Merkuri Tanah Pada Penambangan Emas Metode Amalgamasi Di Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo. Skripsi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta. (tidak dipublikasikan)
- Hakanson, L.1980. An Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control: A Sedimentological Approach. *Water Research*. Vol.14. pp 975-1001.
- Nurcholis, M. 2017, Heavy Metals Distribution in the Artisanal Gold Mining Area in Wonogiri. *Indonesian Journal Of Geography*, Vol. 49, No.2, December 2017 (133 - 144)
- Nugroho, H., W. (2012). Kajian Kualitas Air Sungai Plampang Akibat Penggunaan Merkuri Pada Pengolahan Bijih Emas Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo. Skripsi, Fakultas Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan "Veteran", Yogyakarta. (tidak dipublikasikan)
- Pratomo, S.S. (2015). Analisis Dampak Persebaran Hg Di Air Tanah Akibat Usaha Pertambangan Emas Tradisional Terhadap Permukiman Studi Kasus Di Dusun Plampang I, Kelurahan Kalirejo, Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Skripsi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta (tidak dipublikasikan)
- Suryanto, R.D. (2006). Faktor-Faktor Risiko Pemaparan Merkuri (Hg) Terhadap Penambang Emas Tradisional Di Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo. Skripsi, Universitas Diponegoro (tidak dipublikasikan).



Setiabudi, B. T. (2005). *Penyebaran merkuri akibat usaha pertambangan emas di daerah sangon, kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta*. Kolokium Hasil Lapangan DIM, 61.1-61.17 dan Penerapan Teknologi (BPPT). Jakarta Pusat. Gedung II Lt.20