

ANALISIS PENCEMARAN LOGAM BERAT TERHADAP KUALITAS AIR PADA SUNGAI KALEMENDO

Cein Penias Tony¹, Rika Ernawati², Edy Nursanto³

¹⁻³ Magister Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta
Email: Ceinpenias@gmail.com

Abstrak

Studi ini dilakukan untuk menganalisis pencemaran logam berat hasil pengolahan emas tambang rakyat terhadap air Sungai Kalemendo yang diduga mengandung logam berat yaitu Merkuri, Sianida, Tembaga, Timbal, dan Besi. Dilakukan pemantauan kondisi sungai, pengambilan sampel air, pengujian laboratorium, serta melakukan penentuan status mutu air dengan menggunakan Metode Storet. Hasil kualitas air pada Sungai Kalemendo sebagian besar belum memenuhi Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan berdasarkan KepMen LH No 113 Tahun 2003, sedangkan status mutu air termasuk pada kualitas air yang tercemar berat berdasarkan KepMen LH No. 115 Tahun 2003. Kualitas air Sungai Kalemendo berdasarkan PP No 82 Tahun 2001 untuk kriteria kelas mutu air ditemukan bahwa Ph, TSS, logam Fe, Pb dan Cu tidak memenuhi parameter Kelas I dan II. Kandungan logam berat Cn memenuhi baku mutu kelas I dan II, kandungan Ph, TSS, logam Fe, Pb dan Cu pada air sungai belum memenuhi kriteria kelas III.

Kata kunci: Pertambangan, Logam berat, Sungai Kalemendo, Kelas Mutu Air

Abstract

This study was conducted to analyze the pollution of heavy metals from the processing of people's gold mines on the water of the Kalemendo River which is suspected to contain heavy metals, namely Mercury, Cyanide, Copper, Lead, and Iron. Monitoring the condition of the river, taking water samples, laboratory testing, and determining the status of water quality using the Storet Method. Most of the water quality results in the Kalemendo River have not met the Wastewater Quality Standards for Business and/or Mining Activities based on Minister of Environment Decree No. 113 of 2003, while the status of water quality includes heavily polluted water quality based on Ministry of Environment Decree No 115 of 2003. Water quality of the Kalemendo River based on Government Regulation No. 82 of 2001 for water quality class criteria found that Ph, TSS, Fe, Pb, and Cu metals did not meet Class I and II parameters. The content of heavy metals Cn meets the quality standards of classes I and II, the content of Ph, TSS, Fe, Pb, and Cu metals in river water does not meet the criteria class III.

Keywords: Mining, Heavy Metal, Kalemendo River, Water Quality Class

1. Pendahuluan

Logam berat secara alami hadir sebagai elemen dalam lingkungan perairan, tetapi juga dapat menjadi sumber antropogenik untuk air permukaan dan air tanah, seperti pembuangan kota dan industri [1]. Setelah logam berat dilepaskan ke badan air, mereka bertahan dan dapat terbioakumulasi, mencapai konsentrasi di ekosistem perairanyang dapat berbahaya bagi manusia dan organisme lain [2]. Secara khusus, beberapa logam berat, seperti CN, Cu, Fe, dan Pb, sangat beracun bagi manusia, bahkan pada konsentrasi rendah [3]. Dalam konteks ini, program pemantauan kualitas air sungai wajib dilakukan untuk melindungi sumber daya air tawar [4]. Pendekatan yang digunakan untuk menilai kualitas sungai menjadi sangat menarik di seluruh dunia. Uni Eropa telah memberlakukan European Water Framework Directive (WFD 2000/60), yang merupakan seperangkat peraturan air yang menempatkan status ekologi lingkungan perairan sebagai inti dari proses pemantauan dan pengelolaan [5]. Analisis kimia logam dalam air dan biota dianggap sebagai metode yang cocok untuk mengevaluasi bioavailabilitas logam berat dalam air dan untuk memperkirakan efek biologis dan ekologis yang disebabkan oleh paparan logam berat [6].

Salah satu sumber antropogenik yaitu adanya kegiatan pertambangan rakyat yang mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan diantaranya kegiatan pengolahan bijih emas [7]. Pengolahan bijih emas menggunakan dengan 2 cara yaitu secara amalgamasi dan sianidasi [8]. Pengolahan secara amalgamasi dilakukan di mana kegiatan proses pengahancuran dan proses pembentukan amalgamas yang diterapkan di dalam amalgamasi yang di sebut ball mill [9]. Selain itu pengolahan dengan sianidasi yaitu tailing hasil pengolahan bijih emas dengan menggunakan ball mil diolah kembali dengan menggunakan sianida dan karbon aktif di dalam tangki [10]. Pengolahan air limbah pada penambangan bijih emas terdapat

logam-logam berat yaitu Hg, Pb, Fe, Cn, dan Cu sehingga berpotensi mencemari lingkungan seperti, penurunan kualitas air punahnya biota air, dan menurunnya kesehatan penduduk.

Penelitian ini difokuskan di daerah aliran sungai Kalemendo, Desa Sekatak Buji yang terdapat kegiatan pertambangan rakyat di sekatak buji dengan penggunaan sianida sangat tinggi sehingga berdampak pada kualitas air Sungai Kalemendo. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pencemaran logam berat hasil pengolahan emas tambang rakyat terhadap air Sungai Kalemendo yang diduga mengandung logam berat agar masyarakat memiliki acuan untuk rona awal kualitas air sungai kalemendo yang berdekatan dengan lokasi kegiatan pengolahan emas.

Penelitian sejenis yang digunakan pada penelitian ini yaitu antara lain ditemukan bahwa aktivitas bawaan dan antropogenik sebagai faktor penyumbang kelimpahan logam di sungai dan peningkatan konsentrasi logam tertentu di Sungai Subarnarekha dekat perusahaan industri dan pertambangan dapat dikaitkan dengan kontribusi antropogenik dari kegiatan industri dan pertambangan di daerah tersebut [11]. Pertambangan rakyat atau tambang yang dilaksanakan bukan industri perlu diatur untuk melindungi sumber daya air dari pencemaran lebih lanjut [12]. Pada suatu penelitian lingkungan ditemukan bahwa kualitas air dipengaruhi oleh kegiatan pertambangan, air limbah domestik, struktur geologi dan air limbah daerah pertanian [13]. Penelitian sejenis pada air ditemukan bahwa Air yang mengandung konsentrasi Fe yang lebih tinggi akan memerlukan pengolahan sebelum digunakan untuk keperluan rumah tangga [14]. Hasil penelitian pada area perkotaan menemukan bahwa variasi kualitas air terutama terkait dengan nutrisi anorganik dan logam berat, di mana kawasan yang terkena beban intensif air limbah perkotaan, pertanian dan industri menunjukkan penurunan kualitas air yang serius dibandingkan dengan kawasan lain [15]. Pada penelitian global mengenai penilaian kontaminasi logam berat di badan air permukaan menunjukkan bahwa hasil dari konsumsi dan jalur dermal untuk orang dewasa dan anak-anak dalam tinjauan yang dianalisis saat ini menunjukkan bahwa As adalah kontaminan utama pada air, selain itu Cr, Ni, As dan Cd menunjukkan nilai yang dapat dianggap sebagai risiko tinggi untuk pembentukan kanker melalui jalur konsumsi dibandingkan dengan rute dermal [16]. Semua penelitian tersebut menjadi landasan dalam mengkaji serta menganalisis dampak pencemaran terhadap kualitas air sungai.

2. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pemantauan kondisi sungai kalemendo yang mana sungai ini merupakan sungai yang lokasinya terletak paling dekat dengan lokasi penambangan dan pengolahan tambang emas rakyat. Setelah melakukan pemantauan kondisi sungai kemudian dilanjutkan dengan kegiatan pengambilan sampel air, pengambilan sampel air ini menggunakan metode grab sampel (pengambilan sampel air sesaat), karena sampel air yang diambil dilakukan secara langsung dari badan air yang sedang di pantau.

Pengambilan sampel air di lakukan pada waktu pagi hingga sore hari sekitar pukul 08:00 - 15:00 pengambilan di lakukan sebanyak 8 titik sampel. 4 di bagian utara 4 di bagian selatan yang berdekatan dengan lokasi kegiatan penambangan, parameter uji yang di gunakan untuk mengetahui pengaruh yang terjadi pada lokasi tersebut yaitu Ph, TSS, Cu, Pb, Fe, Cn. Setelah sampel didapatkan kemudian dilakukan analisis lab untuk mengetahui kandungan parameter uji. Setelah hasil uji lab sampel air keluar kemudian dilakukan analisis penentuan dari suatu baku mutu air dengan menggunakan Metode Storet [17] atau Metode Indeks Pencemaran.

3. Hasil dan Analisis

3.1 Hasil Uji Lab

Analisis sampel air sungai, dilakukan pengujian di laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta (BBTKLPPY). Dari hasil uji laboratorium, diperoleh nilai kandungan parameter dari masing-masing sampel. Hasil analisis uji lab air sungai kalemendo dibandingkan dengan baku mutu air limbah kegiatan pertambangan KepMen LH No 113 Tahun 2003 dapat diambil kesimpulan bahwa sebagian besar parameter kandungan air tidak memenuhi baku mutu ketetapan pemerintah, seperti nilai pH yang berada dibawah baku mutu dan tergolong air yang asam, nilai TSS di beberapa sampel memiliki kekeruhan yang tinggi, nilai Fe yang begitu tinggi mencapai 520,56, nilai Cu dan Pb yang melebihi ambang batas baku mutu. Hanya nilai CN yang secara keseluruhan sampel memenuhi baku mutu.

Berikut perbandingan hasil uji kualitas air Sungai Kalemendo dengan baku mutu air limbah kegiatan pertambangan berdasarkan KepMen LH No 113 Tahun 2003:

Tabel 1. Perbandingan Kualitas Air Sungai Kalemendo Dengan Baku Mutu KepMen LH No 113 Tahun 2003

No	Parameter	Hasil Uji								Kadar Maksimum	Satuan
		Sampel									
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	pH	4.20	3.50	4.40	6.00	5.40	5.40	5.40	6.30	6-9	-
2	TSS	2070	4280	2680	335	335	288	313	12	400.00	mg/l
3	Besi (Fe)	520.56	171.06	924.40	179.81	144.84	136.73	178.29	53.41	7.00	mg/l
4	Tembaga (Cu)	0.11	0.33	0.11	0.03	0.04	0.03	0.16	0.01	0.005	mg/l
5	Timbal (Pb)	14.08	20.88	0.16	0.03	0.13	0.01	0.03	0.01	0.003	mg/l
6	Sianida (CN)	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.02	mg/l

Sumber: Hasil analisis lab tahun 2021

3.2 Identifikasi Pencemaran

Sungai Kalemendo merupakan sungai yang di gunakan oleh masyarakat untuk kegiatan pertambangan rakyat sebagai media untuk melepaskan overburden dan ore dari lapisan batuan yang menempel. kegiatan pertambangan emas di sekitak buji sudah berjalan dari tahun 2013 sampai sekarang membuat banyak sekali kerusakan pada lahan-lahan yang berada di sekitar lokasi, sebagai media untuk kegiatan penambangan di gunakan juga untuk sianidasi dan amalgamasi. Tingginya kegiatan masyarakat menyebabkan banyak logam berat yang terlarut dalam badan Sungai Kalemendo. Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik pada lampiran VI menyatakan bahwa Sungai Kalemendo harus dilakukan pemulihan dan pengelolaan air.

Maka kondisi dari sungai ini bisa diperuntukan pada kelas III yaitu untuk pembudidayaan air tawar, perternakan dan air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lainnya yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut. Berdasarkan hasil uji kualitas air Sungai Kalemendo dari parameter pH, TSS, serta logam berat dari Fe, Pb, Cu, CN masih berada di bawah dari baku mutu air yang ditetapkan dalam pertauran pemerintah PP No 82 Tahun 2001. Selain siainida semua melewati abang batas baku mutu titik tertinggi saat berada di titik sampel 2 yang di mana berdekatan dengan lokasi kegiatan pertambangan emas yaitu sebesar untuk Ph sendiri 3,5 timbal 2 mg/l tembaga 0.331 mg/l, besi 171 mg/l.

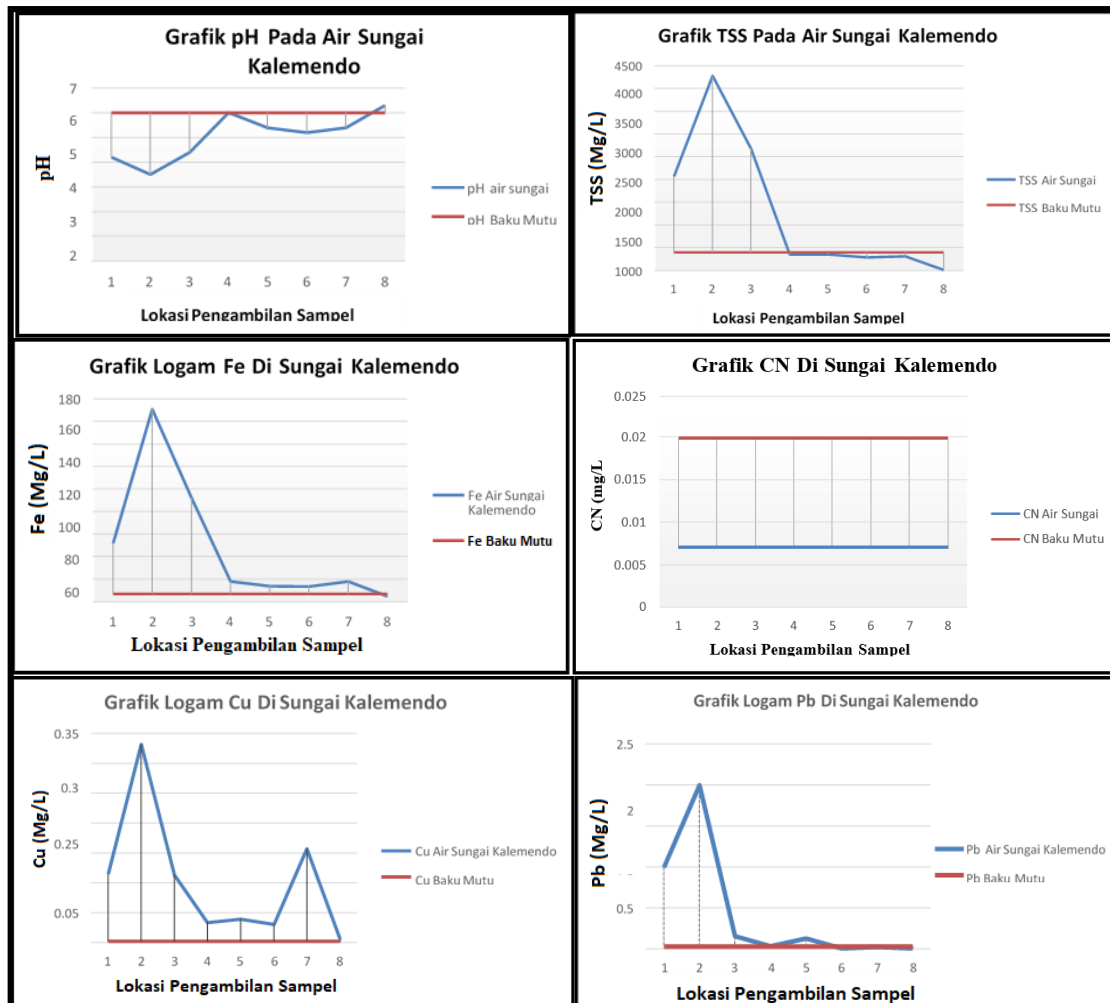
3.3 Analisis Tingkat Pencemaran

Dari Grafik analisis kualitas air sungai kalemendo dapat diambil kesimpulan bahwa selain sianida seluruh parameter uji yaitu pH, TSS, Fe, Pb, CN dan Cu belum memenuhi baku mutu ketentuan pemerintah, hal ini disebabkan tingkat pencemaran yang tinggi dari sekitar sungai kalemendo disebabkan oleh kegiatan pertambangan dan pengolahan yang berada di sekitar area sungai.

Dengan pesatnya perkembangan kegiatan pertambangan di sekitar Sungai Kalemendo, menyebabkan perubahan bentang alam serta pencemaran lingkungan menjadi semakin serius. Ekstraksi mineral yang intensif telah menghasilkan sejumlah besar bahan limbah yang terakumulasi dan terbawa air sungai. Tanpa pengelolaan yang baik, tambang dan tailing yang terbengkalai merupakan sumber logam berat, yang tersapu oleh presipitasi dan dapat mencemari semua komponen lingkungan. Tingkat kontaminasi logam berat bervariasi tergantung pada karakteristik mineralogi dan geokimia dari bijih dan batuan induk di sekitar Sungai Kalemendo.

Air merupakan lingkungan yang kritis karena mampu mengakumulasi polutan yang dihasilkan oleh kegiatan antropogenik, seperti pertambangan dan pengolahan bijih, industri, pertanian, lalu lintas, dll. Pengangkutan logam berat dalam air merupakan hasil proses antara air dan komponen logam, yang meliputi proses-proses yang bersifat fisik, kimia, dan biologis. Namun, air tidak hanya sebagai akseptor pasif logam berat, tanah yang tercemar menjadi sumber kontaminasi bagi komponen lingkungan lainnya dan rantai makanan.

Berikut grafik hasil analisis parameter kualitas air Sungai Kalemendo berdasarkan PP No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air sebagai peruntukan air kelas III.



Gambar 1. Grafik Analisis Kualitas air Sungai Kalemendo berdasarkan PP No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air sebagai peruntukan air kelas III

3.4 Analisis Status Mutu Air

Pada penelitian ini menentukan kelas air menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*EnviroNmental Protection Agency*) yang mengklasifikasikan mutu air kedalam empat (4) kelas. Kelas A dengan bobot 0 yang berarti memenuhi baku mutu, kelas B dengan bobot (-1 s/d -10) yang berarti tercemar ringan, kelas C dengan bobot (-11 s/d -30) yang berarti tercemar sedang, kelas D dengan bobot (>-31) yang berarti tercemar berat. Berdasarkan hasil analisis dari hasil pengujian yang dilakukan di 8 (delapan) titik di Sungai Kalemendo menunjukkan bahwa status mutu air menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*EnviroNmental Protection Agency*) di Sungai Kalemendo termasuk kelas D tercemar berat. Berdasarkan PP No 82 Tahun 2001 peruntukan air untuk kelas III (III) hal ini di karenakan dari keseluruhan parameter yang diuji seperti, pH, Total Suspended Solid (TSS) dan kandungan logam berat yang terdapat pada sungai tersebut, yaitu besi (Fe), sianida (CN), Tembaga (Cu), Timbal (Pb) menyatakan bahwa hampir semua parameter melebihi baku mutu. Sedangkan untuk parameter sianida (CN) tidak melebihi baku mutu berdsarakan PP No. 82 Tahun 2001 tentang “Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian pencemaran Air.

Hasil pemantauan saat ini dengan jelas menunjukkan bahwa status kualitas air Sungai Kalemendo tampaknya menurun secara signifikan setelah adanya kegiatan pertambangan. Penerapan teknik analisis membantu dalam interpretasi data yang kompleks untuk lebih memahami status kualitas air ekologis dan mengetahui kemungkinan sumber atau faktor yang mempengaruhi sistem air serta solusi cepat untuk

masalah polusi untuk kualitas air yang sederhana dan hemat biaya. Berikut Tabel 2 yang memperlihatkan Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet pada Sungai Kelemendo Desa Sekatak Buji bagi peruntukan Kelas III (PP No 82 Tahun 2001).

Tabel 2. Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet pada Sungai Kelemendo bagi peruntukan Kelas III (PP No. 82 Tahun 2001)

No	Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Pengukuran			Bobot
				Maks	Min	Rerata	
1	pH Air		6-9	6,3	3,5	5,05	-8
	Bobot			0	-2	-6	
2	Timbal (pB)	mg/L	0,03	2	0,0099	0,48327	-8
	Bobot				-2	0	
3	Besi (Fe)	mg/L	(-)	171	5	48,09	0
	Bobot				0	0	
4	Tembaga	mg/L	0.02	0,3317	0.0099	0.103	-8
	Bobot				-2	0	
5	Sianida (CN)	mg/L		0.007	0.007	0.007	
	Bobot				0	0	
6	TSS	m mg/L	400	4280	12	1294	-8
	Bobot				-2	0	
JUMLAH BOBOT							-32

Sumber: Hasil analisis Storet tahun 2021

Hasil perhitungan dengan menggunakan metode Storet dan pengklasifikasian kualitas air menggunakan nilai dari US-EPA diperoleh hasil status kualitas air pada air Sungai Kalamendo Desa Sekatak Buji Kecamatan Tanjong Palas Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara sebesar -32 (dikurangi tiga puluh dua) dan menyimpulkan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Status Kualitas Air bahwa status kualitas air Sungai Kalemendo berada pada kelas D atau berat tercemar.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini ditemukan bahwa kualitas air pada Sungai Kalemendo sebagian besar belum memenuhi Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan (KepMen LH No 113 Tahun 2003), sedangkan status mutu air termasuk pada kualitas air yang tercemar berat (KepMen LH No. 115 Tahun 2003). Kualitas air Sungai Kalemendo berdasarkan PP No 82 Tahun 2001 untuk kriteria kelas mutu air ditemukan bahwa Ph, TSS, logam berat Fe, Pb dan Cu tidak memenuhi parameter baku mutu Kelas I dan II. Kandungan logam berat Cn memenuhi baku mutu kelas I dan II karena konsentrasi telah memenuhi baku mutu. Kandungan Ph, TSS, logam berat Fe, Pb dan Cu pada air sungai belum memenuhi kriteria kelas III. Diharapkan ada penelitian lanjutan terkait pengelolaan air di Sungai Kalemendo sebagai sarana untuk menanggulangi pencemaran dari kegiatan pertambangan.

Daftar Pustaka

- [1] Vhahangwele M, Khathutshelo LM. Environmental contamination by heavy metals. *Heavy metals*, 2018, 10: 115-132.
- [2] Hazrat A, Ezzat K, Ikram I. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019.
- [3] Al Naggat Y, Khalil MS, Ghorab MA. Environmental pollution by heavy metals in the aquatic ecosystems of Egypt. *Open Acc. J. Toxicol*, 2018, 3: 555603.
- [4] Cyr-Gagnon J, Rodriguez MJ. Optimizing data management for municipal source water protection. *Land use policy*, 2021, 100: 103788.

- [5] Giakoumis T, Voulvoulis N. The transition of EU water policy towards the Water Framework Directive's integrated river basin management paradigm. *Environmental management*, 2018, 62(5): 819-831.
- [6] Ezzat K, Ikram I. Environmental Chemistry and Ecotoxicology of Hazardous Heavy Metals: Environmental Persistence, Toxicity, and Bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019, doi: 10.1155/2019/6730305.
- [7] Fashola MO, Ngole-Jeme VM, Babalola OO. Heavy Metal Pollution from Gold Mines: Environmental Effects and Bacterial Strategies for Resistance. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2016, 13(11):1047. doi: 10.3390/ijerph13111047.
- [8] Muhammad A, Javed AQ, Garee K, Manzoor A, Naeem A, Irfan A. The efficiency of Amalgamation and cyanidation for the extraction of placer gold deposits of Indus River basin along Gilgit to Thalachi (Gilgit-Baltistan). *International Journal of Economic and Environmental Geology*, 2019, 10(2): 134-138.
- [9] Marcello MV, Gustavo A, Michael H, Patricio, Colon V-L. Processing centres in artisanal gold mining. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 64: 535-544.
- [10] Baron Van Wassenaer, Duco, et al. The reprocessing of historic mine tailings. 2021.
- [11] Giri S, Singh AK. Assessment of surface water quality using heavy metal pollution index in Subarnarekha River, India. *Water Quality, Exposure and Health*, 2014, 5(4): 173-182.
- [12] Gyamfi E, Appiah-Adjei EK; Adjei KA. Potential heavy metal pollution of soil and water resources from artisanal mining in Kokoteasua, Ghana. *Groundwater for Sustainable Development*, 2019, 8: 450-456.
- [13] Bilgin A, Konanç MU. Evaluation of surface water quality and heavy metal pollution of Coruh River Basin (Turkey) by multivariate statistical methods. *Environmental Earth Sciences*, 2016, 75(12): 1-18.
- [14] Tiwari AK, De Maio M, Singh PK, Mahato MK. Evaluation of Surface Water Quality by Using GIS and a Heavy Metal Pollution Index (HPI) Model in a Coal Mining Area, India. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2015, 95(3): 304-310. doi: 10.1007/s00128-015-1558-9.
- [15] Abdel-Satar, Amaal M.; Ali, Mohamed H.; Goher, Mohamed E. Indices of water quality and metal pollution of Nile River, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 2017, 43.1: 21-29.
- [16] Kumar V, Parihar RD, Sharma A, Bakshi P, Sidhu GPS, Bali AS, Karaouzas I, Bhardwaj R, Thukral AK, Gyasi-Agyei Y, et al. Global evaluation of heavy metal content in surface water bodies: A meta-analysis using heavy metal pollution indices and multivariate statistical analyses. *Chemosphere*, 2019, 236:124364. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124364.
- [17] Mudjiardjo AS; Moersidik SS, Darmajanti L. Analysis of water pollution using the STORET method in the Upper Citarum Watershed. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021, 012012.