

## Arahan Teknis Pengolahan Limbah Hasil Proses Amalgamasi untuk Menurunkan Kadar Merkuri di Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah

**Dhimas Mahadhika Putra, Andi Sungkowo, dan Ani Muryani**  
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta  
Jl. SWK 104 Condong Catur, Depok, Sleman, Yogyakarta

E-mail korespondensi: enimuryani@gmail.com

### ABSTRAK

Aktivitas penambangan emas di Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah masih secara tradisional dan belum melakukan pengolahan terhadap air limbah hasil proses amalgamasi sehingga berpotensi terjadi pencemaran di kawasan tersebut. Perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mendeskripsikan kadar pencemaran pH, TSS dan merkuri (Hg) pada air limbah dan pada badan perairan, menghitung efektifitas dengan menggunakan metode Fitoremediasi dengan sistem batch untuk menurunkan kadar pH, TSS dan merkuri (Hg), serta menentukan arahan pengelolaan lingkungan yang dapat direkomendasikan di daerah penelitian. Pengambilan sampling air limbah berdasarkan metode purposive sampling. Nilai efektifitas diperoleh dengan membandingkan air limbah awal dengan air limbah yang sudah dilakukan pengolahan. Hasil penelitian didapatkan bahwa nilai Pij untuk air sungai A1, A2, dan A3 termasuk dalam tercemar ringan sedangkan nilai Pij untuk air sumur 1 termasuk dalam tercemar sedang dan air sumur 2 termasuk baik. Kualitas air limbah hasil proses amalgamasi memiliki kandungan TSS sebesar 5380 mg/L dan merkuri sebesar 0,24482 mg/L. Sedangkan hasil untuk kualitas air sungai kandungan TSS A1 110 mg/L, A2 1812 mg/L dan A3 494 mg/L sementara untuk merkuri A1 0,0001 mg/L, A2 0,02262 mg/L, dan 0,02282 mg/L. Kualitas air tanah untuk air sumur 1 kandungan TSS 66 mg/L dan merkuri 0,02206 mg/L, sedangkan untuk air sumur 2 kandungan TSS 18 mg/L dan merkuri sebesar 0,00021 mg/L. Metode Fitoremediasi dengan sistem batch memiliki nilai efektifitas untuk kandungan TSS tanaman eceng gondok sebesar 99,646 % dan merkuri 99,714 %. Sedangkan tanaman kangkung memiliki nilai efektifitas untuk kandungan TSS sebesar 99,758 % dan merkuri 99,783 % selama 18 hari.

**Kata Kunci :** Amalgamasi, Eceng Gondok, Kangkung, Fitoremediasi

### ABSTRACT

*Gold mining activities in Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Central Java Province still use traditional methods and have not yet treated the wastewater from the amalgamation process, so that there is potential for pollution in the area. There needs to be processing before it is thrown into the environment. The purposes of this study were to analyze and describe the levels of pollution of pH, TSS and mercury (Hg) in waste water and in water bodies, to calculate the effectiveness by using Phytoremediation method with a batch system to reduce pH, TSS and mercury (Hg) and to determine the direction environmental management that can be recommended in the research area. Waste water sampling was based on purposive sampling method. The value of effectiveness is obtained by comparing wastewater with wastewater that has been treated. The experiment was carried out with a laboratory scale for 18 days. To determine the design of the recommended treatment pond, data from the analysis of the effectiveness and environmental conditions are used. Research acquired result for Pij score for river water A1, A2 and A3 are slightly polluted, while Pij score for well water are moderately polluted and for well water 2 are not polluted. The quality of wastewater from the amalgamation process had TSS content of 5,380 mg/L and mercury of 0.24,482 mg/L. While the results for river water quality contain 110 mg/L, A2 1,812 mg/L and A3 494 mg/L while for mercury A1 0,0001 mg/L, A2 0.02262 mg/L, and 0,02282 mg/L. Groundwater quality for well water 1 contains TSS 66 mg / L and mercury 0.02206 mg/L, while for well water 2 TSS content is 18 mg / L and mercury is 0.00021 mg/L. Phytoremediation method with a batch system has a value of effectiveness for the TSS content of water *Eichhornia crassipes* by 99.646% and mercury 99.714%. While water *Ipomoea aquatica* Forsk have a value of effectiveness for TSS content of 99.758% and mercury 99.783% for 18 days.*

**Keywords:** Amalgamation, *Eichhornia crassipes*, *Ipomoea aquatica* Forsk, Phytoremediation

## PENDAHULUAN

Wilayah Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas terdapat indikasi adanya cadangan bahan galian emas yang dapat diusahakan secara menguntungkan. Salah satu lokasi yang telah diusahakan oleh masyarakat adalah di wilayah Desa Cihonje. Kandungan sumberdaya alam berupa cadangan bahan galian emas yang ada di Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas ini, merupakan suatu potensi yang sesuai untuk dikembangkan menjadi usaha tambang emas rakyat dan dapat berpotensi dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat sehingga mampu meningkatkan status ekonomi masyarakat (Aziz, 2014).

Sistem penambangan di daerah ini menggunakan sistem tambang bawah tanah, yaitu, dengan membuat terowongan secara horizontal dan lubang sumuran secara vertikal. Pengambilan bijih emas dilakukan dengan menghancurkan batuan sampling yang menutupi urat kuarsa, kemudian diambil dengan cara memotongnya menggunakan palu dan besi berbetuk runcing. Dengan cara ini maka urat dan batuan yang dihasilkan masih berbentuk pecahan berupa bongkahan. Pengolahan bijih emas dilakukan dengan penggilingan menggunakan alat glundung (tromol), proses pengolahan bijih emas kebanyakan dilakukan di sekitar lokasi penambangan, namun ada juga yang dilakukan di lokasi lain. Merkuri (Hg) secara umum banyak digunakan dalam pengolahan bijih emas oleh masyarakat sebagai media pengikat dan pemisah bijih emas dari material berupa pasir, lumpur dan air, meskipun banyak pembuangan limbah akhir (*tailing*) dilakukan tanpa pengelolaan yang baik dan benar, bahkan pembuangan limbah tersebut dilakukan langsung ke tubuh atau badansungai sehingga dapat mencemari tanah, air sungai atau bahkan airtanah. Sedimentasi dalam jumlah besar dan akumulasi Hg dari limbah pengolahan, baik dalam bentuk partikel atau logam lainnya dapat mengendap sebagai sedimen atau melayang sebagai suspensi di sepanjang aliran sungai sangat mempengaruhi fungsi ekosistem dan potensi pencemaran lingkungan perairan seperti biota perairan dan bahkan manusia.

Kegiatan penambangan di Desa Cihonje pada dasarnya belum memiliki izin yang sah secara hukum. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan akibat penambangan emas oleh rakyat adalah pencemaran merkuri hasil proses pengolahan emas secara amalgamasi. Selain itu merkuri (Hg) merupakan unsur yang paling beracun terhadap manusia dan hewan. Logam berat merkuri ( $Hg^{2+}$ ) merupakan salah satu ion logam yang paling beracun terhadap biota tanah (Steinnes, 1990). Pada proses amalgamasi emas yang dilakukan oleh rakyat secara tradisional tanpa dilakukan pengolahan yang benar, akan menyebabkan merkuri terlepas ke lingkungan pada proses pencucian. Pada proses pencucian, limbah yang umumnya masih mengandung merkuri dibuang langsung ke tanah ataupun sungai, sehingga dapat mencemari tanah, air sungai bahkan air tanah pada daerah tersebut

Aktivitas penambangan emas yang dilakukan secara ilegal (*illegal mining*) ini, selain memberikan dampak negatif, namun memberikan dampak positif juga dalam aspek sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk menurunkan konsentrasi merkuri (Hg) dan adanya fitoremediasi dalam upaya menurunkan akumulasi logam berat pada limbah proses amalgamasi penambangan emas di Desa Cihonje. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan tanaman mengikat Hg dalam tanah dan menurunkan konsentrasi merkuri (Hg). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui status mutu air pada air sungai dan airtanah serta kandungan pH, TSS, dan Hg pada air limbah hasil proses amalgamasi yang akan dibuang di kolam pengendapan, air sungai dan air tanah. Selain itu juga melakukan analisis efektivitas penerapan sistem *batch* dengan

Teknik Fitoremediasi dalam menurunkan tingkat akumulasi logam berat pada limbah hasil pengolahan emas.

## METODE PENELITIAN

### A. Alat, dan Bahan

Alat dan bahan dalam penelitian ini terdiri dari 2 macam yaitu yang digunakan kan pada saat di lapangan maupun yang digunakan di laboratorium. Berikut ini merupakan pembagiannya; Alat dan bahan yang digunakan di lapangan adalah peta tentatif, kompas geologi, meteran, *stopwatch*, GPS, palu geologi, dan botol sampel. Sedangkan untuk alat dan bahan di Laboratorium adalah tanaman kangkung, tanaman eceng gondok, *container* dengan ukuran 50 x 30 x 20 cm, pasir, kerikil berukuran 1-2 cm, Air Limbah, Penggaris, dan kolom percobaan.

### B. Cara Kerja Lapangan

Cara kerja lapangan merupakan tahap pengumpulan data primer yang telah dijadikan parameter dalam penelitian ini. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara deskripsi (pengamatan dan pengukuran), pencatatan, dan plotting data lapangan pada peta topografi. *Cross check* lapangan dilakukan secara menyeluruh terhadap tempat-tempat yang berada disekitar daerah penambangan, tentunya tempat-tempat yang menjadi perhatian utama adalah tempat yang berhubungan dengan topik dan pengambilan data yang dibutuhkan untuk penelitan. Tahap kerja lapangan terdiri dari pemetaan komponen-komponen lahan dengan cara *cross check* satuan batuan, jenis tanah, topografi, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan. Pada tahap lapangan ini dilakukan pengambilan sampel air di kolam pengendapan untuk mengetahui kandungan pencemar dari hasil proses *amalgamsi*. Kemudian dilakukan penentuan letak lahan fitoremediasi dengan sistem *batch* dengan mempertimbangkan aspek seperti topografi, jenis tanah, satuan batuan, dan penggunaan lahan.

#### 1. Mengukur Debit Air Limbah

Pengukuran debit air limbah yang muncul pada buangan hasil proses *amalgamsi* dapat dilakukan dengan prinsip pengukuran tetap menggunakan metode volumetrik. Alat yang digunakan adalah ember dan *stopwatch*. Perhitungan debit sesuai pada Persamaan 1 berikut.

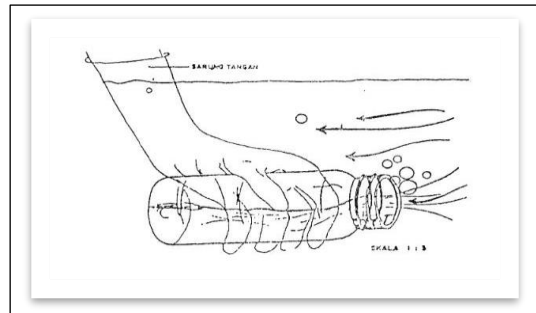
$$Q = V/t \quad (1)$$

Keterangan :

Q = debit air limbah (m<sup>3</sup>/detik), V = volume (m<sup>3</sup>) dan T = waktu (detik)

#### 2. Pengambilan Sampel Air Limbah, Air sungai dan airtanah

Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik penarikan sampel dengan pertimbangan yang didasarkan pada kepentingan atau sesuai dengan tujuan yang dikehendaki (Sigiyono, 2013). Pada pengambilan sampel air ini, cara pengambilan mengacu pada SNI 06-2412-1991 Tentang Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air. Adapun beberapa cara yang dilakukan dalam pengambilan sampel air adalah sebagai berikut (Gambar 1):



**Gambar 1.** Sketsa Pengambilan Sampel Air  
(Sumber : SNI 06-2412-1991)

- Menyiapkan botol sampel.
- Membersihkan botol sampel yang akan digunakan.
- Mengambil air sampel dengan mencelupkan botol sampel pada kedalaman tertentu hingga botol terisi penuh dan ditutup rapat.
- Memberikan label pada botol sampel.
- Air sampel yang telah diambil diserahkan ke laboratorium untuk dianalisis pH, TSS dan Hg.

### 3. Pengukuran Tinggi Muka Air Tanah

Pengukuran tinggi muka airtanah di lokasi penelitian dapat dilakukan pengukuran sumur gali yang terdapat pada rumah warga. Pengukuran tinggi muka airtanah bertujuan untuk memperoleh data ketinggian airtanah. Pengukuran meliputi kedalaman muka airtanah, dari puncak bibir sumur, ketinggian bibir sumur dari permukaan tanah, elevasi, akurasi, titik koordinat lokasi pengukuran.

Persamaan 2 berikut untuk menghitung ketinggian muka air tanah bebas yaitu:

$$\text{Kedalaman Muka Airtanah } (\Delta h) = (h_2) - (h_1) \quad (2)$$

Keterangan:

$h_2$ : kedalaman muka airtanah dari puncak bangunan bibir sumur (m)

$h_1$ : ketinggian bangunan dari bibir sumur ke permukaan tanah (m)

Dari hasil data pengukuran kedalaman muka airtanah digunakan untuk mengetahui ketinggian muka airtanah sesuai dengan Persamaan 3 sebagai berikut:

$$\text{Elevasi Muka Airtanah} = \text{Elevasi-Kedalaman muka airtanah } (\Delta h) \quad (3)$$

Hasil pengukuran ketinggian muka airtanah digunakan untuk pembuatan peta pola aliran airtanah. Pembuatan peta pola aliran airtanah dibuat berdasarkan peta kontur airtanah.

## C. Cara Kerja Laboratorium

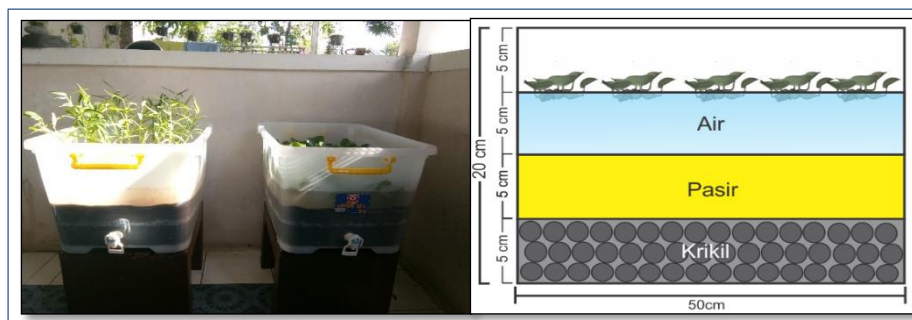
### 1. Pengujian Sampel

Sampel air limbah yang diperoleh dari lapangan berasal dari kolam pengendapan yang diambil dari lokasi penelitian. Hal ini bertujuan untuk memperoleh hasil informasi sifat fisik dan kimia serta kandungan zat pencemar yang terdapat pada sampel air. Uji kimia air berupa kandungan pH, TSS dan Hg. Pengujian sampel air dapat dilakukan Laboratorium Balai Pengujian, Informasi Pemukiman dan Bangunan dan Pengembangan Jasa Konstruksi (PIPBPJK). Kondisi air yang diambil dari lokasi penelitian, dilakukan analisis laboratorium untuk dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditentukan. Sedangkan

pengujian tingkat pencemaran yang terdapat di Desa Cihonje dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan 2 sampel air sumur yang berbeda lokasinya dan 3 sampel air sungai. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran di beberapa titik di daerah penelitian. Pengujian sampel air sumur dan air sungai dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM. Hasil pengujian di laboratorium digunakan dalam perhitungan status mutu air yang berguna untuk menentukan tingkat pencemaran pada tiap sampel.

## 2. Percobaan Fitoremediasi

Pengujian tanaman dengan metode fitoremediasi dengan sistem *batch* ini dilakukan dengan membuat rancangan percobaan yaitu variasi tanaman (Gambar 2). Rancangan percobaan ini dilakukan dengan dua jenis tanaman yang berbeda yaitu Tanaman Kangkung dan Tanaman Eceng Gondok namun jumlah, dimensi dan umur tanamannya sama. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas tanaman dalam mereduksi kandungan Hg yang terdapat dalam limbah hasil proses amalgamasi. Selain itu dapat diketahui juga jenis tanaman mana yang dapat mereduksi kandungan Hg lebih tinggi. Dengan menggunakan metode Fitoremediasi dengan sistem *batch* ini diharapkan akan lebih efektif karena logam berat yaitu merkuri dapat menempel pada akar tanaman yang disebut dengan *phytostabilization*, kemudian proses dimana akar tumbuhan menyerap polutan dan selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan yang disebut dengan fitoakumulasi, dan penyerapan polutan oleh tumbuhan akan dikeluarkan dalam bentuk uap air yang disebut dengan *phytovolatilization*. Hal tersebut akan menurunkan kadar merkuri pada air limbah hasil proses *amalgamasi*



Gambar 2. Sketsa Container

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Tingkat Pencemaran

Status mutu air merupakan tingkat kondisi air yang menunjukkan kondisi tercemar atau kondisi baik pada suatu sumber air pada waktu tertentu dengan membandingkan pada baku mutu yang ditetapkan. Model Indeks Pencemar (Persamaan 4.) digunakan berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rata-rata dan keseluruhan nilai Ci/Lij sebagai tolak ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak akan bermakna jika salah satu nilai Ci/Lij bernilai lebih besar dari 1. Jadi indeks ini mencakup nilai Ci/Lij yang maksimum. Perairan akan semakin tercemar untuk suatu peruntukkan (j) Jika nilai (Ci/Lij)<sub>R</sub> dan atau (Ci/Lij)<sub>M</sub> adalah lebih besar dari 1,0. Jika nilai Ci/Lij dan atau nilai rata-rata Ci/Lij makin besar maka tingkat pencemaran suatu badan air akan semakin besar pula (Setiyo, 2009).

$$P_{ij} = \frac{\sqrt{(Ci/Lij)^2 M + (Ci/Lij)^2 R}}{2} \quad (4)$$

Keterangan:

- Pij : indeks pencemaran  
(Cij/Lij)R : konsentrasi parameter kualitas air rata-rata  
(Ci/Lij)M : konsentrasi parameter kualitas air maksimum

Evaluasi terhadap nilai PI (Kementerian Negara Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003) adalah:

$0 \leq P_{ij} \leq 1,0$  = kondisi baik (memenuhi baku mutu)

$1,0 < P_{ij} \leq 5,0$  = tercemar ringan

$5,0 < P_{ij} \leq 10,0$  = tercemar sedang

$P_{ij} > 10,0$  = tercemar berat

Parameter yang dianalisis meliputi pH, *Total suspended solid* (TSS), dan Merkuri (Hg). Pedoman penentuan status mutu air berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 dengan Metode Indeks Pencemar (IP). Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemar (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas air sesuai dengan penentuan serta melakukan upaya dan tindakan untuk memperbaiki kualitas air jika terjadi penurunan kualitas air akibat adanya pencemar. Baku mutu yang dipakai menjadi acuan tingkat pencemaran tiap sampel adalah Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Kelas II untuk air sungai dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Kelas I untuk air sumur.

**Tabel 3.** Status Mutu Air Sungai di Daerah Penelitian

Titik Pengamatan	Parameter			Nilai Pij	Status Mutu Air
	TSS (mg/L)	pH	Merkuri (Hg) (mg/L)		
Sampel Air Sungai (A1)	110	7,6	0,0001	2,01	Tercemar ringan
Sampel Air Sungai (A2)	1.812	7,5	0,02262	4,6	Tercemar ringan
Sampel Air Sungai (A3)	494	7,9	0,02282	3,72	Tercemar ringan
Baku Mutu	50	7,5	0,002		

Keterangan:

- = Tidak melebihi Baku Mutu  
 = Melebihi Baku Mutu

**Tabel 4.** Status Mutu Air Sumur di Daerah Penelitian

Titik Pengamatan	Parameter			Nilai Pij	Status Mutu Air
	TSS (mg/L)	pH	Merkuri (Hg) (mg/L)		
Sampel Air Sumur 1 (SS1)	66	7,18	0,02206	8,66	Tercemar Sedang
Sampel Air Sumur 2 (SS2)	18	6,81	0,00021	0,34	Kondisi Baik
Baku Mutu	50	7,5	0,001		

Keterangan:

- = Tidak melebihi Baku Mutu  
 = Melebihi Baku Mutu

Berdasarkan Tabel 3 dan 4 dapat diketahui bahwa hasil analisis yang didapatkan dari perhitungan indeks pencemaran menunjukkan perbedaan status mutu air. Sampel air sungai A1, sampel air sungai A2 dan sampel air sungai A3, menunjukkan status mutu air tercemar ringan. Hal ini dikarenakan pada sampel air sungai A2 merupakan sampel yang diambil dari titik pembuangan limbah dan sampel air sungai A3 diambil setelah titik pembuangan air limbah yang berjarak 100 m, sedangkan untuk air sungai A1 terjadi pencemaran untuk parameter dikarenakan adanya erosi pada air sungai di daerah tersebut. Untuk sampel air sumur 1 menunjukkan status mutu air tercemar sedang dan untuk sampel air sumur 2 menunjukkan status mutu air kondisi baik. Perbedaan tersebut disebabkan lokasi pengambilan sampel air sumur 2 terletak lebih jauh yaitu berkisar  $\pm 500$  m dari kegiatan penambangan, sedangkan pada lokasi sampel air sumur 1 berdekatan dengan kegiatan penambangan dan amalgamasi di daerah penelitian berkisar  $\pm 20$  m.

## B. Analisis Kualitas Air Limbah, Air Sungai, dan Airtanah

**Tabel 5.** Hasil Uji Laboratorium Air Limbah

Parameter	Satuan	Hasil Uji Sampel	Baku Mutu
pH	-	7,3	6-9
TSS	mg/L	5.380	200
Merkuri (Hg)	mg/L	0,24482	0,005

Standar Baku Mutu:

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 202 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas dan atau Tembaga

Keterangan :

 = Melebihi baku mutu

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa hasil uji laboratorium pengukuran uji kualitas air limbah didapatkan hasil nilai TSS (*Total Suspended Solid*) amalgamasi di lokasi penelitian adalah sebesar 5.380 mg/L. Hasil pengujian TSS pada daerah penelitian menunjukan nilai yang cukup tinggi, secara visual kondisi air limbah memang keruh pekat. Hal tersebut dapat disebabkan pada saat proses penggerusan bijih emas menghasilkan partikel atau lumpur yang mengakibatkan tampak keruh sehingga nilai TSS menjadi tinggi. Curah hujan yang tinggi di daerah penelitian berpengaruh terhadap peningkatan nilai TSS dikarenakan air hujan bercampur dengan padatan air limbah yang dihasilkan pada proses amalgamasi. Sedangkan untuk hasil pengujian kadar Hg (merkuri) dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Hasil yang didapatkan adalah sebesar 0,24482 mg/L. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup untuk parameter Hg (Merkuri) adalah sebesar 0,005 mg/L maka kadar Hg (Merkuri) di atas batas maksimum baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Merkuri ini akan berbahaya apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum air limbah dibuang ke lingkungan.

Kondisi perairan Sungai Tajum sendiri setelah dilakukan uji laboratorium untuk parameter TSS sendiri melebihi baku mutu menurut Peraturan Pemerintah yang ada. Sampel A1 melebihi baku mutu yaitu 110 mg/L dikarenakan terdapat erosi sebelumnya yaitu kondisi fisik sekitar sungai yang telah terjadi penggerusan disekitar pinggiran sungai sehingga dapat meningkatkan kadar TSS, nilai kadar untuk sampel yang diambil saat pembuangan air limbah A2 yaitu 1.812 mg/L yang berarti melebihi baku mutu

dikarenakan hal tersebut terjadi pencampuran antara air limbah dari hasil pengolahan emas yang langsung dibuang ke permukaan tanah maupun saluran air dan menuju ke sungai sehingga menjadi padatan tersuspensi pada air sungai Tajum. Untuk sampel yang diambil di hilir sungai A3 yaitu 494 mg/L yang melebihi baku mutu dikarenakan terjadi pencampuran antara air limbah dan air sungai dan dapat juga disebabkan kondisi fisik sungai yaitu terjadi penggerusan tepi sungai. Dampak dari peningkatan TSS ini di badan sungai yaitu masuknya padatan tersuspensi yang akan menimbulkan kekeruhan, adanya zat kimia terlarut, selain itu menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplankton yang akan berdampak kepada rusaknya rantai makanan di sungai dan akan menyebabkan juga pendangkalan sungai.

**Tabel 6.** Hasil Uji Laboratorium Air Sungai

Parameter	Satuan	Titik Pengamatan			Baku Mutu
		A1	A2	A3	
pH	-	7,6	7,5	7,9	6 – 9
TSS	mg/L	110	1812	494	50
Merkuri (Hg)	mg/L	0,0001	0,02262	0,02282	0,002

Keterangan :

Melembi = Melembi baku mutu

A1 = Sungai Awal (hulu) A2 = Sungai saat pembuangan (Tengah) A3 = Sungai Akhir (Hilir)

Selain itu kondisi perairan Sungai Tajum sendiri setelah dilakukan uji laboratorium untuk parameter Hg sendiri melebihi baku mutu menurut Peraturan Pemerintah yang ada. Sampel A1 memiliki nilai kadar 0,0001 mg/L untuk parameter merkuri tidak melebihi baku mutu, hal tersebut dikarenakan sampel A1 pengambilan titik sampel dilakukan pada titik sebelum adanya pengolahan emas. Nilai kadar A2 yaitu 0,02262 mg/L dan A3 yaitu 0,02282 mg/L yang tinggi dikarenakan terjadi pencampuran antara air limbah dari hasil pengolahan emas yang langsung dibuang ke permukaan tanah maupun saluran air dan menuju ke sungai sehingga menjadi padatan tersuspensi pada air sungai Tajum. Konsentrasi logam berat yang tinggi dapat menyebabkan flora dan fauna di daerah penelitian menjadi rentan dan berpotensi untuk menjadi bioakumulator logam berat. Logam berat akan membahayakan bagi kesehatan manusia apabila dikonsumsi oleh manusia dan akan terjadi proses pengendapan yang berujung pada gangguan kesehatan.

**Tabel 7.** Hasil Uji Laboratorium Air Sumur

Parameter	Satuan	Titik Pengamatan (Sumur dan Sungai)		Baku Mutu
		Air Sumur 1	Air Sumur 2	
pH	-	7,18	6,81	6 - 9
TSS	mg/L	66	18	50
Merkuri (Hg)	mg/L	0,02206	0,00021	0,001

Sumber: Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Kelas I Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kelas I air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Keterangan :

Melembi = Melembi baku mutu

Titik pengambilan sampel airtanah dilakukan di dua titik yaitu di bagian utara daerah lokasi penelitian yang merupakan sumur gali milik warga. Pengambilan sampel airtanah yang dilakukan ini berdasarkan



hasil pembuatan peta *flownet* yang telah dibuat. Dari kedua sampel airtanah tersebut yang melebihi ambang batas dari baku mutu yaitu air sumur 1. Setelah melalui tahap pengujian laboratorium diperoleh nilai *Total Suspended Solid* (TSS) pada air sumur 1 sebesar 66 mg/L dan nilai pada air sumur 2 sebesar 18 g/L, maka nilai kandungan pada air sumur 1 melebihi baku mutu yang ditetapkan menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Kelas I. Hal ini disebabkan karena titik pengambilan air sumur 1 berada dekat di lokasi penambangan dan konsentrasi pencemaran yang tinggi ini akan membahayakan kesehatan masyarakat jika dipakai secara terus menerus, sehingga perlu adanya pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Sedangkan untuk air sumur 2 tidak melebihi ambang batas baku mutu karena tidak berdekatan dengan lokasi amalgamasi berkisar  $\pm 500$  m. Berdasarkan hasil uji Laboratorium air sumur 1 memiliki kadar merkuri (Hg) yaitu 0,02206 mg/L dan air sumur 2 memiliki kadar merkuri (Hg) yaitu 0,00021 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar merkuri (Hg) pada air sumur 1 melebihi batas baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Pemerintah yang ada. Sehingga kandungan nilai dari merkuri (Hg) yang relatif tinggi dan tidak aman untuk digunakan sebagai air minum warga maupun sebagai minum hewan ternak karena dapat terakumulasi dalam tubuh yang mengkonsumsinya dan pada saat pengambilan sampel air sedang berlangsung proses pengolahan emas dengan menggunakan merkuri.

### **C. Desain Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Amalgamasi dengan Metode Fitoremediasi yang Direkomendasikan**

Pengolahan air limbah hasil proses amalgamasi dengan metode Fitoremediasi dengan sitem *Batch* ini bertujuan untuk mengurangi kadar dari merkuri (Hg) dan TSS pada air limbah hasil proses amalgamasi pada daerah penelitian. Tanaman memiliki peranan penting sebagai media untuk penyerapan logam berat yang terkandung didalam air limbah tersebut. Pembuatan desain pengolahan air limbah ini sebagai tempat Fitoremediasi dengan sitem *Batch* didasarkan perhitungan yang ada di lapangan namun diperkecil dengan skala yang nantinya akan menyesuaikan bentuk aslinya. Dimensi kolam pengolahan ini memiliki panjang 50 cm, Lebar 30 cm, dan tinggi 20 cm, hal ini didapatkan dari perhitungan di lapangan lalu diperkecil melalui skala.

Setiap kolam nantinya akan memiliki 2 kompartemen yakni kolam ekualisasi dan kolam pengolahan. Kolam ekualisasi bertujuan untuk mencampur semua air limbah kedalam 1 kolam dan selanjutnya masuk ke kolam pengolahan air limbah. Kolam pengolahan berfungsi untuk menurunkan konsentrasi merkuri dan TSS pada waktu tinggal yang sudah ditentukan. Berikut merupakan memperlihatkan kolam pengolahan selama 18 hari, dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan untuk jumlah tanamannya sama yaitu 9 buah dan tanaman ini tidak terlalu membutuhkan matahari masih dapat tumbuh dengan baik. Dalam hal ini tanaman yang digunakan memiliki umur sekitar 1 – 2 minggu karena dengan umur seperti itu tanaman sudah baik dalam menyerap logam berat dalam badan air.

Pengecekan tanaman pun perlu dilakukan agar hasil yang diperoleh maksimal, dalam skala laboratorium tanaman akan mengalami titik jenuh sekitar waktu 3 minggu dan seterusnya, hal ini dapat dilihat dari kondisi fisik tanaman seperti daun atau batang yang menguning atau mencoklat dan kondisi daun yang layu, maka perlu pengecekan tanaman sebagai media fitoremediasi limbah logam berat. Perancangan luas kolam pengolahan pada penelitian ini didasarkan pada perhitungan di lapangan seperti kecepatan aliran, volume aliran dan debit aliran.



**Gambar 3.** (a) Waktu Tinggal 6 hari, (b) Waktu Tinggal 12 hari, (c) Waktu Tinggal 18 hari

## KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang Arahan Teknis Pengolahan Limbah Hasil Proses Amalgamasi Untuk Menurunkan Kadar Merkuri (Hg) Di Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai Pij seluruh sampel untuk air sungai termasuk dalam status mutu air tercemar ringan dan nilai Pij untuk air sumur 1 termasuk dalam status mutu air tercemar sedang, sedangkan uji kualitas air limbah hasil proses amalgamasi memiliki TSS 5380 mg/L dan merkuri 0,24482 mg/L yang berarti melebihi baku mutu.
2. Dalam uji coba menggunakan sistem *batch* dengan teknik fitoremediasi tanaman kangkung memiliki penyerapan logam berat yang paling efektif dengan nilai efektifitas rata - rata 99,733 % untuk TSS dan untuk nilai rata- rata merkuri 99,482 % dibandingkan tanaman eceng gondok yang memiliki nilai efektifitas rata – rata 99,485 % untuk TSS dan untuk merkuri 99,476 %.

### B. Saran

Saran yang berkaitan dengan penelitian tentang Arahan Teknis Pengolahan Limbah Hasil Proses Amalgamasi Untuk Menurunkan Kadar Merkuri (Hg), ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang digunakan untuk mengetahui pencemaran akibat adanya kegiatan penambangan emas ditambah lagi untuk logam berat, parameter fisik dan kimia.
2. Perlu kajian lebih lanjut terkait sistem perpipaan dalam hal distribusi dari satu tempat ke tempat lain, dikarenakan hal tersebut berkaitan erat nantinya pada suatu sistem jaringan perpipaan.
3. Perlu kajian lebih lanjut mengenai proses kegiatan pengelolaan lumpur hasil limbah yang berada di kolam pengumpul untuk bahan jenis bangunan maupun produk lain yang aman terhadap lingkungan, serta pengelolaan hasil limbah dari tanaman sebagai kerajinan atau lainnya.
4. Terdapat adanya sinergitas antara masyarakat, Pemerintah Desa dan Pemerintah Daerah terkait upaya pengelolaan lingkungan sehingga air limbah tidak lagi dibuang ke sungai begitu saja melainkan melalui proses pengolahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, M. (2014). Model Pertambangan Emas Rakyat dan Pengelolaan Lingkungan Tambang di Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. Prodi Teknik Geologi: Universitas Jendral Soedirman, *Jurnal Dinamika Rekayasa*, Vol. 10(1).
- Brata, A. A. (2017). Teknik Pengolahan Air Limbah Pada Penambangan Emas Rakyat Dengan Model Pengendapan (Settling). Yogyakarta, (Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Tidak Dipublikasikan). UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Chaney, R. L., Brown, S. L., dan Angle, J. S. (1995). Potential Use of Metal Hyperaccumulators. *Mining Environ Manag* 3 : 9-11.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Setiyo, H. H., Dwi W.R., dan Indah R.R. (2009). Analisis Penentuan Mutu Air Beberapa Sungai di Jawa Tengah dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran. Semarang. FT UNDIP.
- Steinnes, E. (1990). Mercury. In B.J. Alloway (Ed). *Heavy Metals in Soil*, Blackie Glasgow and London Halsted Press. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Sugijanto. (2003). *Fitoremediasi dan Prospek Aplikasinya Di Indonesia*. Surabaya. Universitas Airlangga