

Penggunaan Karbon Aktif di Settling Pond Pengolahan Bijih Emas di Desa Kutawaringin, Kecamatan Kutawaringin, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Gita Ashari Pratama^{*}, Linda Pulungan, Solihin

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*gitaashari@gmail.com, lindatambang93@gmail.com, solihin@unisba.ac.id

Abstract. Gold mining activities in Kutawaringin District, Bandung Regency are one example of the use of amalgamation methods in gold processing. Previous reports stated that the mercury content in the lower reaches of the Ciherang River was 0.2 mg/L [10]. Previous research stated that activated carbon can absorb up to 99%. This research is focused on settling pond to reduce mercury levels in gold processing waste when it will be flowed into the river. Initial sample testing showed that mercury content was 0.07984 mg/L, above the water quality standard threshold of 0.005 mg/L, TDS was 443 mg/L and pH was 7.86. The research was conducted using activated carbon weight test variables 2, 3, 4, 5, 6, 7 grams with contact times of 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 9 hours for 1 liter gold processing waste samples. The test results showed the highest decrease in mercury levels in the variable weight of activated carbon 6 grams with a contact time of 8 hours of 0.00337 mg/L. The use of activated carbon in the settling pond by adjusting the volume of the settling pond at the research location was 0.891 m³ with a variable weight of 5.3 kg and a contact time of 8 hours to obtain a result of 0.000433 mg/L with a percentage decrease of 99.46%.

Keywords: *Mercury, Activated Carbon, Settling Pond.*

Abstrak. Kegiatan penambangan emas di Kecamatan Kutawaringin, Kabupaten Bandung merupakan salah satu contoh penggunaan metode amalgamasi dalam pengolahan emas. Laporan terdahulu menyebutkan kandungan merkuri di hilir Sungai Ciherang sebesar 0,2 mg/L [10]. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa karbon aktif dapat menyerap hingga 99%. Penelitian ini difokuskan pada settling pond untuk mengurangi kadar merkuri pada limbah hasil pengolahan emas ketika akan dialirkan ke sungai. Pengujian sampel awal didapatkan hasil kandungan logam merkuri sebesar 0,07984 mg/L, di atas nilai ambang batas baku mutu air yakni sebesar 0,005 mg/L, TDS sebesar 443 mg/L dan pH sebesar 7,86. Penelitian dilakukan menggunakan variabel uji berat karbon aktif 2, 3, 4, 5, 6, 7 gram dengan waktu kontak yakni 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 jam untuk sampel limbah pengolahan emas sebanyak 1 Liter. Hasil pengujian menunjukkan penurunan kadar merkuri tertinggi pada variabel berat karbon aktif 6 gram dengan waktu kontak 8 jam sebesar 0,00337 mg/L. Penggunaan karbon aktif pada settling pond dengan menyesuaikan volume settling pond lokasi penelitian sebesar 0,891 m³ dengan variabel berat 5,3 kg dan waktu kontak 8 jam mendapatkan hasil sebesar 0,000433 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 99,46 %.

Kata Kunci: *Merkuri, Karbon Aktif, Settling Pond.*

A. Pendahuluan

Metode pengolahan emas dibagi menjadi 2 macam, yaitu metode konsentrasi gravitasi dan metalurgi. Pengolahan menggunakan metode konsentrasi gravitasi contohnya adalah penggunaan shaking table, flotasi, pendulangan, dan lain-lain. Sedangkan pengolahan emas menggunakan metode metalurgi dibagi menjadi 2 yakni metode hidrometalurgi dan pirometalurgi. Hidrometalurgi menggunakan larutan yang dikombinasikan dengan suatu zat pereaksi kimia sehingga bijih emas akan terlepas dari material lain yang disebut sebagai pengotor, contoh dari penggunaan metode hidrometalurgi adalah sianidasi dan amalgamasi. Sedangkan pirometalurgi, yakni metode pengikisan dengan memanfaatkan suhu tinggi.

Perusahaan-perusahaan berskala besar menggunakan metode flotasi serta sianidasi dalam pengolahan emasnya sedangkan tambang rakyat lebih banyak menggunakan metode amalgamasi dan konsentrasi gravitasi seperti pendulangan karena lebih mudah dalam penggunaan serta lebih murah biaya operasionalnya. Amalgamasi merupakan proses pengikatan mineral emas menggunakan merkuri. Dampak jangka panjang dari pencemaran air akibat pengolahan emas ini yakni merkuri dapat mengganggu kesehatan masyarakat sekitar yang terpapar langsung merkuri tersebut karena hasil pengolahannya dibuang melalui kolam pengendapan kemudian dialirkan langsung ke perairan sungai.

Pengelolaan air limbah hasil pengolahan emas ini dapat dilakukan melalui beberapa cara, di antaranya yakni menggunakan zeolit, eceng gondok, dan karbon aktif. Pada penelitian sebelumnya zeolit mampu mengurangi limbah hasil pengolahan emas berupa merkuri karena memiliki sifat sebagai bahan penyerap, penukar kation dan katalis. Sedangkan eceng gondok umum digunakan sebagai tumbuhan yang dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena bersifat hiperakumulator terhadap logam berat merkuri.

Kegiatan penambangan emas yang dilakukan di Kecamatan Kutawaringin, Kabupaten Bandung merupakan salah satu yang menggunakan metode amalgamasi dalam pengolahan emas. Terdapat banyak tempat pengolahan emas di sekitar aliran sungai sehingga menghasilkan limbah merkuri yang melebihi ambang batas. Laporan terdahulu menyebutkan kandungan merkuri di hilir Sungai Cihérang mencapai 0,2 mg/L [10].

Laporan sebelumnya menyebutkan bahwa karbon aktif dapat menyerap hingga 98% kandungan merkuri dalam suatu zat cair dengan komposisi tertentu, [9]. Alasan penggunaan karbon aktif ini dikarenakan daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif serta bahan dasar untuk memproduksi karbon aktif murah dan mudah didapat seperti dari batok kelapa, sekam padi, kayu, batu bara [3]. Karbon aktif merupakan adsorbent yang baik serta relatif murah dan mudah didapat di pasaran. Untuk mengurangi kandungan merkuri hasil pengolahan emas yang akan dialirkan ke sungai dapat dilakukan treatment terlebih dahulu terhadap air limbah tersebut menggunakan karbon aktif khususnya pada settling pond sebelum dialirkannya ke sungai.

B. Metodologi Penelitian

Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 metode, yaitu:

1. Data primer, yaitu data yang diamati dan diambil langsung di lapangan atau lokasi penelitian. Data yang diambil berupa pengambilan sampel air di settling pond, pengamatan terhadap warna air, serta bau air hasil pengolahan emas, koordinat titik penelitian, dan dimensi settling pond. Kemudian lakukan pengambilan sampel air setelah dilakukannya treatment yakni berupa pemberian karbon aktif pada settling pond. Adapun alur penelitian yakni sebagai berikut :
2. Pengukuran dimensi settling pond.
3. Pembuatan alat bantu berupa wadah penampung karbon aktif sementara pada settling pond.
4. Pengambilan sampel awal sebagai acuan, kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Tekmira untuk mengetahui kadar merkuri, nilai TDS serta pH.
5. Pengambilan sampel lanjutan untuk dilakukan treatment menggunakan karbon aktif, setelah itu dilakukan pengujian di Laboratorium Tekmira untuk mengetahui kadar

- merkuri.
6. Hasil pengujian kadar merkuri dilihat, kemudian ditentukan variabel mana yang menghasilkan kadar merkuri paling rendah dan paling tinggi. Variabel yang digunakan yakni berat karbon aktif sebesar 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 gram serta waktu kontak selama 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 jam.
 7. Treatment pada settling pond dilakukan dengan alat bantu berupa wadah yang telah dibuat sebelumnya dengan menyesuaikan dimensi settling pond.
 8. Variabel waktu yang digunakan yakni berdasar pada pengujian sebelumnya menggunakan hasil dari kadar merkuri paling rendah dan paling tinggi, kemudian variabel berat karbon aktif yang akan digunakan pada settling pond menyesuaikan dimensi settling pond-nya.
 9. Data sekunder, data yang diambil dari studi literatur laporan terdahulu, teori penunjang dan referensi yang berhubungan dengan penelitian sebagai acuan dari penelitian yang akan dilakukan. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 202 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas Dan Atau Tembaga, dan Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor 39 Tahun 2000 Tentang Peruntukan Air Dan Baku Mutu Air Pada Sungai Citarum dan Anak-Anak Sungai di Jawa Barat.

Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan berdasarkan beberapa parameter pengujian tersebut di antaranya :

1. Nilai pH sampel air diketahui menggunakan alat pH meter.
2. TDS (Total Dissolve Solid), merupakan padatan yang terlarut dalam larutan baik berupa zat organik maupun anorganik. Adapun metode pengujian yang dilakukan yakni metode gravimetrik.
3. Kandungan Hg, diketahui dengan pengujian berupa metode Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).
4. Kemudian setelah dilakukan pengujian terhadap sampel air, hasil analisisnya diinterpretasikan kedalam bentuk tabel serta grafik agar lebih mudah dianalisis.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah hasil pengujian laboratorium keluar yakni dengan menggunakan metode komparatif berupa membandingkan hasil dari pengujian laboratorium dengan nilai baku mutu air limbah berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor 39 Tahun 2000 dan baku mutu dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 202 Tahun 2004. Indikator keberhasilan penelitian yakni air limbah yang mengandung merkuri dan akan dialirkan kesungai telah di bawah nilai ambang batas baku mutu air. Kemudian dilakukan perhitungan matematis berupa persen penurunan kadar Hg secara aktual pada lokasi penelitian, serta pengamatan grafik untuk menentukan keefektifan serta keoptimalan dalam penggunaan karbon aktif. Kemudian dilakukan analisis regresi linear untuk mengetahui hubungan antara merkuri dengan waktu kontak karbon aktif dan berat karbon aktif.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Prosedur Percobaan dan Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan utama, yang pertama yakni pengambilan sampel air limbah. Adapun kegiatannya yakni sebagai berikut :

1. Pengukuran dimensi settling pond.
2. Pembuatan alat bantu berupa wadah penampung karbon aktif sementara pada settling pond.
3. Pengambilan sampel awal sebagai acuan, kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Tekmira untuk mengetahui kadar merkuri, nilai TDS serta pH.
4. Pengambilan sampel lanjutan untuk dilakukan treatment menggunakan karbon aktif, setelah itu dilakukan pengujian di Laboratorium Tekmira untuk mengetahui kadar

merkuri.

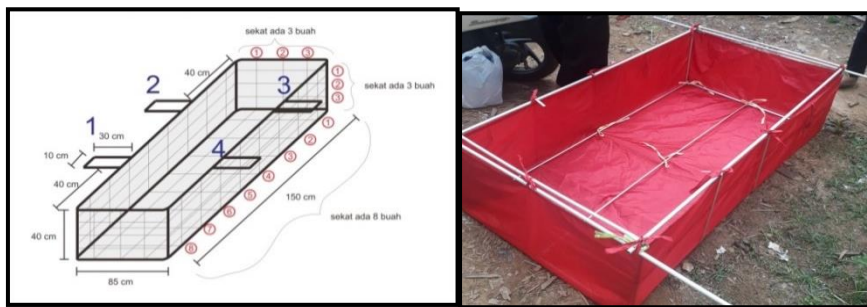
Pengukuran Dimensi Settling Pond

$$\begin{aligned}
 V &= P \times L \times T \\
 &= 162 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 55 \text{ cm} \\
 &= 891 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,891 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2020

Gambar 1. Foto Pengambilan Sampel Air Limbah dan Pengukuran *Settling Pond*



Sumber : Data Penelitian, 2020

Gambar 2. Sketsa Wadah dan Foto Wadah Penampung Karbon Aktif

Data Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan, berikut merupakan hasil pengujian kadar merkuri, TDS dan pH sampel awal.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sampel Awal

Kode/Tanda	Merkury (Hg) µg/L	Hg (mg/L)	pH	TDS (mg/L)
	AAS-VGA/SNI 698.78-2011		Elektrometri/SNI 06-6989.11-2004	
Sungai 01	<0,346	<0,000346	7,07	260
Sungai 02	2,35	0,00235	7,26	281
<i>Settling pond a1</i>	79,84	0,07984	7,86	443
<i>Settling pond a2</i>	79,23	0,07923	7,84	440

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Tekmira , 2020

Penamaan Kode Settling pond a1 dan a2 hanya untuk menunjukkan pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian yang dilakukan dua kali juga pada satu tempat pengambilan sampel yang sama.

Prosedur Percobaan dan Pengambilan Data

Pada tahapan kedua ini kegiatan yang dilakukan yakni sebagai berikut :

1. Siapkan gelas ukur berukuran 1 Liter, timbangan, karbon aktif, serta sampel air.
2. Timbang karbon aktif sesuai variabel berat yang telah ditentukan.
3. Masukkan sampel air sebanyak 1 Liter ke dalam gelas ukur.
4. Masukkan karbon aktif yang telah ditimbang sebelumnya ke dalam gelas ukur yang telah diisi sampel air.
5. Diamkan selama waktu kontak yang telah ditentukan.

Tabel 2. Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	
Berat Karbon Aktif	2 Gram / 1000 ml
	3 Gram / 1000 ml
	4 Gram / 1000 ml
	5 Gram / 1000 ml
	6 Gram / 1000 ml
	7 Gram / 1000 ml
Waktu Kontak	3 Jam
	4 Jam
	5 Jam
	6 Jam
	7 Jam
	8 Jam
	9 Jam

Sumber : Data Penelitian, 2020

Prosedur Percobaan dan Pengambilan Data

Treatment pada *settling pond* dilakukan dengan alat bantu berupa wadah yang telah dibuat sebelumnya dengan menyesuaikan dimensi *settling pond*. Wadah tersebut diletakkan ke dalam *settling pond* kemudian dimasukkan karbon aktif sesuai data acuan sebelumnya.

Hasil paling optimal dalam penurunan kandungan merkuri yakni pada pengujian menggunakan variabel 6 gr dan 8 jam, sebesar 0,000356 mg/L. Data tersebut dijadikan acuan untuk melakukan *treatment* terhadap *settling pond*. Untuk variabel 6 gram dan lama waktu kontak 8 jam setelah disesuaikan dengan dengan volume *settling pond*, membutuhkan berat karbon aktif sebanyak 5,3 kg.



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2020

Gambar 3. Foto *Treatment* pada *Settling Pond*

Hasil Pengujian Sampel Treatment di Settling Pond

Tabel 3. Kandungan Merkuri Hasil *Treatment* pada *Settling Pond* Variabel 6 gram 8 jam

Kode/Tanda	Merkuri (Hg) $\mu\text{g/L}$ AAS-VGA/SNI 698.78-2011	Merkuri (Hg) mg/L
SP treatment a1	0,433	0,000433
SP treatment a2	0,421	0,000421

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Tekmira, 2020

Penamaan Kode Settling pond a1 dan a2 hanya untuk menunjukkan pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian yang dilakukan dua kali juga pada satu tempat pengambilan sampel yang sama.

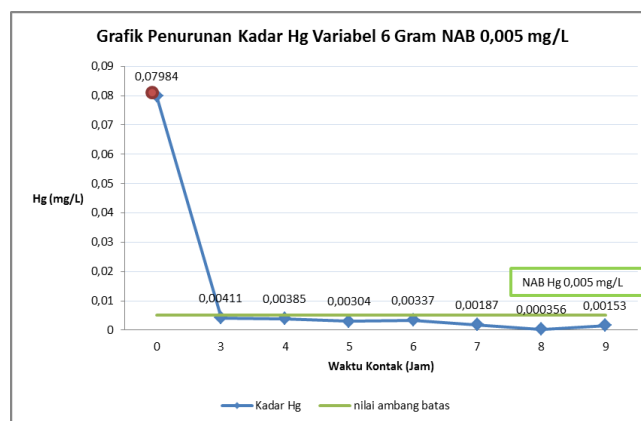
Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Bijih Emas

Tabel 4. Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Bijih Emas

Sumber	Parameter	Satuan	Kadar
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 202 Tahun 2004	pH	-	6-9
	Hg	mg/L	0,005
Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor 39 Tahun 2000	pH	-	6-9
	Hg	mg/L	0,001
	TDS	mg/L	1000

Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 202 Tahun 2004 dan Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor 39 Tahun 2000

Grafik Penurunan Kadar Hg Setelah Dilakukan Treatment Variabel 6 Gram



Sumber : Analisis Data Penelitian, 2020

Gambar 4. Grafik Penurunan Kadar Hg Variabel 6 gram NAB 0,005 mg/L

Penurunan Kadar Merkuri Variabel Berat Karbon Aktif 6 Gram

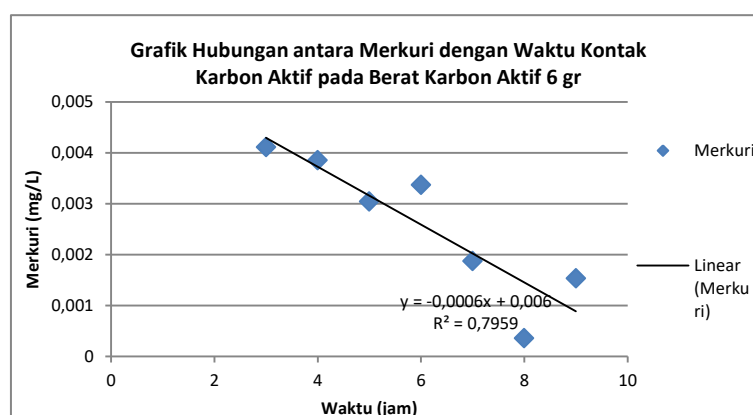
Tabel 5. Persentase Penurunan Kadar Hg *Treatment* Karbon Aktif 6 Gram

No	Keterangan	Kadar Hg (mg/L)	Persentase Penurunan
1	Waktu Kontak 0 Jam	0,07984	-
2	Waktu Kontak 3 Jam	0,00411	94,85%
3	Waktu Kontak 4 Jam	0,00385	95,18%
4	Waktu Kontak 5 Jam	0,00304	96,19%
5	Waktu Kontak 6 Jam	0,00337	95,78%
6	Waktu Kontak 7 Jam	0,00187	97,66%
7	Waktu Kontak 8 Jam	0,000356	99,55%
8	Waktu Kontak 9 Jam	0,00153	98,08%

Sumber : Analisis Data Penelitian, 2020

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa penurunan kadar merkuri cukup konstan terjadi. Adapun persentase penurunan paling maksimal yakni pada variabel waktu 8 jam yakni sebesar 99,55 %. Dilihat dari keseluruhan grafik dapat dianalisa bahwa penurunan kadar merkuri, efektif hanya sampai jam ke-8. Pada jam ke-9 terjadi kenaikan kadar merkuri kembali. Hal tersebut dikarenakan karbon aktif yang sudah jenuh sehingga mengeluarkan kembali logam berat merkuri yang telah diserap.

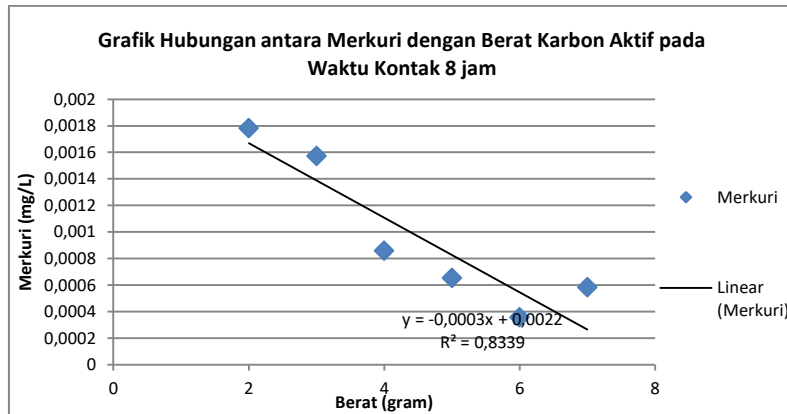
Grafik Hubungan antara Merkuri dengan Waktu Kontak Karbon Aktif dan Berat Karbon Aktif



Sumber : Analisis Data Penelitian, 2020

Gambar 5. Grafik Hubungan antara Merkuri dengan Waktu Kontak Karbon Aktif pada Berat Karbon Aktif 6 gram

Pada grafik tersebut dapat dianalisis bahwa nilai koefisien determinasi sebesar 0,7959 menandakan waktu kontak karbon aktif yang digunakan dapat menjelaskan hasil dari kandungan merkuri pada variabel berat karbon aktif 6 gram sebesar 79,59%, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.



Sumber : Analisis Data Penelitian, 2020

Gambar 6. Grafik Hubungan antara Merkuri dengan Berat Karbon Aktif pada Waktu Kontak 8 Jam

Pada grafik tersebut dapat dianalisis bahwa nilai koefisien determinasi sebesar 0,8339 menandakan bahwa berat karbon aktif yang digunakan dapat menjelaskan hasil dari kandungan merkuri pada variabel waktu kontak 8 jam sebesar 83,39%, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel Analisis Regresi

Tabel 6. Tabel Analisis Regresi

Variabel	Parameter	Koefisien Determinasi (<i>R Square</i>)
Berat Karbon Aktif Terhadap Waktu Kontak 3,4,5,6,7,8, dan 9 jam	6 gram	0,7959
Waktu Kontak Terhadap Berat Karbon Aktif 2,3,4,5,6, dan 7 gram	8 jam	0,8339

Sumber : Analisis Data Penelitian, 2020

Nilai koefisien determinasi dari grafik hubungan antara merkuri dengan berat karbon aktif pada variabel acuan waktu kontak, lebih tinggi dibanding dengan variabel acuan berat karbon aktif. Dapat disimpulkan bahwa berat karbon aktif yang digunakan lebih berpengaruh terhadap hasil pengurangan kadar merkuri dibandingkan dengan lamanya waktu kontak yang digunakan.

D. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Pada lokasi penelitian didapatkan kandungan merkuri sebesar 0,07984 mg/L. Data tersebut didapatkan di titik pengamatan berupa settling pond yang mana hasil tersebut masih jauh di atas nilai ambang batas baku mutu air.
2. Penurunan kadar merkuri yang paling optimal pada skala uji coba yakni pada variabel 6 gram dengan lama waktu kontak selama 8 jam dengan hasil yakni kadar merkuri sebesar 0,000356 mg/L dan persentase penurunan kadar sebesar 99,55 %.
3. Penurunan kadar merkuri yang paling optimal pada settling pond yakni pada variabel 6 gram dengan lama waktu kontak selama 8 jam. Setelah disesuaikan dengan volume settling pond sebesar 0,891 m³ dibutuhkan berat karbon aktif seberat 5,3 kg.

Didapatkan kadar merkuri sebanyak 0,000433 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 99,46 %.

Acknowledge

1. Kedua orangtua yang sudah mendukung dalam mengerjakan skripsi ini baik secara moral maupun materil sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Ir. Linda Pulungan, M.T., selaku Dosen pembimbing sekaligus Dosen Wali yang senantiasa sabar dalam membimbing, memberikan saran, memberikan masukan serta arahan-arahan yang baik sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Solihin, Ir., M.T selaku dosen co-pembimbing yang senantiasa membimbing dan membantu penyusun dalam menyelesaikan skripsi.
4. Skripsi ini juga penyusun persembahkan untuk kawan seperjuangan yang telah membantu banyak secara langsung dalam pelaksanaan kegiatan skripsi ini.
5. Tidak lupa skripsi ini juga penyusun persembahkan untuk Pa Alo sebagai orang yang telah bersedia menyediakan tempatnya untuk dijadikan tempat penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Buchanan, L.J., 1981. Precious metal deposits associated with volcanic environments in the southwest, Relations of Tectonics to Ore Deposits in the Southern Cordillera: Arizona Geological Society Digest, v. 14.
- [2] Corbett, G.J., and Leach, T.M., 1998, Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralisation: Economic Geology, Special Publication 6, 238 p., Society of Economic Geologists.
- [3] Darmawan, 2008. Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri Dan Pemanfaatannya Sebagai Penyerap Emisi Formaldehida Papan Serat Berkerapatan Sedang. ITB. Bogor.
- [4] Hedenquist, J.W., et al. 1996. Epithermal Gold Deposits : Styles, Characteristics, and Exploration. Society of Resource Geology.
- [5] Koordinator Statistik Kecamatan Kutawaringin. 2018. "Kecamatan Kutawaringin Dalam Angka 2018". Bandung: BPS Kabupaten Bandung.
- [6] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomer 202 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Lingkungan.
- [7] Linda Pulungan, Sri Widayati, Dudi N. Usman, M. Imam A., and S. P. Windhi. 2021. The quality of mercury absorption with activated carbon and zeolite in gold treatment wastewater. AIP Conference Proceedings.
- [8] Peraturan Daerah Jawa Barat Nomor 39 Tahun 2000 Tentang Peruntukan Air Dan Baku Mutu Air Pada Sungai Citarum dan Anak-Anak Sungai di Jawa Barat.
- [9] Rachman, Bimantara. 2019. "Studi Pengelolaan Air Limbah Pengolahan Emas Dengan Menggunakan Karbon Aktif Di Desa Kutawaringin, Kecamatan Kutawaringin Kabupaten Bandung." Skripsi Universita Islam Bandung.
- [10] Ramadhan, M.Faisal. 2018. "Studi Analisis Air Limbah Hasil Pengolahan Emas Koperasi Usaha Serba Mandiri Desa Kutawaringin, Kecamatan Kutawaringin, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat." Skripsi Universitas Islam Bandung.
- [11] Sahira, et al. 2013, Effects of Activating Agents on the Activated Carbons Prepared from Lapsi Seed Stone, Research Journal of Chemical Sciences.
- [12] Sembiring, M.T. dan T.S. Sinaga. 2003. Arang Aktif Pengenalan dan Proses Pembuatannya. Jurnal Kimia Digitized by USU digital library. Medan.
- [13] Fathan Hidayatullah, Krispian. 2021. Kestabilan Lereng Tambang Terbuka pada Tambang Emas di PT X Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, Volume 1 No. 2.
- [14] Skoog. D. A., Donald M. West, F. James Holler, Stanley R. Crouch, 2000. Fundamentals of Analytical Chemistry .Hardcover: 992 pages, Publisher: Brooks Cole
- [15] Sulistyanti, Dyah. 2018. "Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Pengolahan

- Limbah Laboratorium". Jurnal Kimia dan Pendidikan, Vol. 03 - No. 02.
- [16] Supardi. "Penyerapan Merkuri Pada Limbah Cair dengan Zeolit Alam dan Arang Tempurung Kelapa secara Bergantian dengan Cara Catu". ISSN 0216-3128.
- [17] Palar,H., 1994, Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, Rineka Cipta, Jakarta
- [18] Widowati, Wahyu, et. Al. 2008. Efek Toksik Logam : Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran, Yogyakarta
- [19] Zulkhikman, Meldy. 2013. "Efektivitas Zeolit dan Karbon Aktif Melalui Metode Penyaringan Up Flow dalam Menurunkan Kadar Merkuri pada Air Limbah Pertambangan Emas Tradisional". Jurnal Kesehatan Masyarakat, Vol. 02 - No. 02.