

PEMANFAATAN KARBON AKTIF UNTUK MEREDUKSI BAHAYA MERKURI DAN SIANIDA PADA PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT

Imelda Hutabarat¹

¹Politeknik Energi dan Pertambangan (PEP) Bandung, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Energi dan Sumber Daya Mineral, KESDM

email: imelda.hutabarat@esdm.go.id

Naskah Diterima: Januari 2022/Revisi: Mei 2022 /Disetujui: Mei 2022

ABSTRAK

Pertambangan emas rakyat banyak menggunakan reagen merkuri dan sianida tanpa pengetahuan dan keterampilan yang cukup dalam pengolahan mineralnya dan pengelolaan limbahnya. Akibatnya dampak lingkungan akibat pengolahan emas rakyat banyak mencemari lingkungan dan kesehatan masyarakat. Karena itu masyarakat perlu diberikan edukasi dan teknologi tepat guna terkait pengelolaan limbah proses, agar proses yang dilakukan lebih efektif, efisien dan mengurangi dampak terhadap lingkungan. Kegiatan ini merupakan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM), Politeknik Energi dan Pertambangan (PEP) Bandung dengan tema Pemanfaatan Adsorbent Dari Mineral Zeolit dan Karbon Aktif Untuk Mereduksi Limbah Industri (studi kasus pengolahan limbah pengolahan emas di Kabupaten Sukabumi) dengan tujuan agar masyarakat di sekitar lokasi pengolahan emas dapat secara sadar dan mandiri melakukan pengelolaan limbah pengolahan emas agar: pertama, dampak terhadap manusia dan lingkungan dapat diminimalisir dan yang kedua, penggunaan air proses dapat dimanfaatkan kembali secara efektif dan efisien. Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan uji coba penyerapan logam yang terlarut dalam larutan sianida dan melihat besarnya persentasi penyerapan logam terlarut pada karbon aktif. Hasil yang diperoleh adalah karbon aktif mampu menyerap logam-logam diantaranya merkuri (Hg), emas (Au), tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn) dan arsenik (As). Selanjutnya sebagai bagian dari kehiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) disiapkan peralatan sederhana penyerap logam yang terlarut dalam larutan sianida yang dapat dimanfaatkan pada kolam limbah pengolahan emas tambang rakyat di Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi.

Kata kunci: pengolahan emas; merkuri; sianida; air proses; pertambangan rakyat; penggunaan air proses, proses air limbah

ABSTRACT

Small scale gold mining uses a lot of mercury and cyanide reagents in gold processing without sufficient knowledge and skills in its mineral processing and waste management. As a result, the processing of small scale gold mining becomes an environmental impact in the community because it is still carried out traditionally by ignoring environmental and health impacts, including the selection of inappropriate technology. Therefore, the community needs to be given education and appropriate technology related to process waste management, so that the process carried out is more effective, efficient and reduces the impact on the environment. This activity is a community service (Pengabdian kepada Masyarakat) activity, Bandung Polytechnic on Energy and Mining (PEP Bandung) with the theme of Utilization of Adsorbents of Zeolite and Activated Carbon to Reduce Industrial Waste (a case study of gold processing waste treatment in Sukabumi Regency) with the aim that the community around gold processing locations can consciously and independently manage gold processing waste so that: first, the impact on humans and the environment can be minimized and secondly, the use of process water can be reused effectively and efficiently. The method used is to test the absorption of metals dissolved in cyanide solution and see the percentage of dissolved metal absorption in activated carbon. The results obtained are that activated carbon is able to absorb metals especially mercury (Hg), gold (Au), copper (Cu), lead (Pb), zinc (Zn) and arsenic (As). As part of the social activity to the community, it has been prepared simple equipment to absorb metal dissolved in a cyanide solution that can be utilized in a waste pond of mining gold processing community in Simpenan District, Sukabumi Regency.

Keywords: gold processing; mercury; cyanide; processed water; people's gold mining; used processed water, used water processing

PEMANFAATAN KARBON AKTIF UNTUK MEREDUKSI BAHAYA MERKURI DAN SIANIDA PADA PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT

1. PENDAHULUAN

Limbah pengolahan emas khususnya dari pertambangan rakyat banyak dibuang ke lingkungan tanpa pengetahuan dan ketrampilan dalam pengelolaan limbahnya. Akibatnya lingkungan menjadi tercemar dan berdampak secara serius kepada kesehatan masyarakat (Widodo, 2008). Hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan dan ketrampilan terkait pengolahan emas dan pengelolaan lingkungannya yang benar khususnya penggunaan bahan kimia merkuri dan sianida serta kurangnya pembinaan dan pengawasan dari Pemerintah. Hal ini disebabkan perijinan yang belum kunjung selesai pasca terbitnya Undang-Undang No 3 Tahun 2020 membuat Pemerintah dan masyarakat abai terhadap banyaknya limbah yang tidak terkelola yang dibuang ke lingkungan tanpa pengelolaan yang memenuhi baku mutu lingkungan. Karena pengetahuan dan ketrampilan masyarakat dalam mengolah emas masih sangat tradisional, teknologi yang digunakan dalam mengolah emas masih menggunakan merkuri yang dikombinasikan dengan sianida, dimana proses ini sangat tidak direkomendasikan pada proses pengolahan emas karena efisiensi prosesnya yang rendah hanya sekitar 40 % dengan merkuri dan menimbulkan dampak kesehatan bagi masyarakat dan pencemaran lingkungan karena terbentuknya metilmerkuri akibat larutnya merkuri pada larutan sianida (Hutabarat, 2007).

Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan edukasi berupa pengetahuan tentang bahaya merkuri dan sianida bagi kesehatan masyarakat dan pencemaran terhadap lingkungan baik dalam waktu yang singkat ataupun bertahun-tahun baru dirasakan, serta keterampilan kepada masyarakat untuk dapat secara mandiri melakukan pengolahan air limbah proses hasil pengolahan emas. Selain itu hasil ini dapat sebagai bagian dari penyusunan kebijakan-kebijakan pemerintah meliputi pembinaan dan pengawasan yang terus-menerus terhadap masyarakat, dan edukasi kepada masyarakat agar secara mandiri mengolah limbah pengolahan emas sehingga dapat menurunkan dampak lingkungan dari pengolahan emas.

2. METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan tersebut diatas, maka metodologi pemecahan masalah yang digunakan sebagai metode uji coba adsorpsi dengan karbon aktif menggunakan air limbah atau sisa hasil pengolahan emas skala laboratorium adalah:

1. Mempelajari kualitas karbon aktif yang efektif dalam menyerap merkuri dan senyawa logam sianida
2. Menganalisis larutan limbah pengolahan emas untuk mengetahui kandungan merkuri dan logam lain yang dimiliki
3. Menganalisis hasil adsorpsi karbon aktif pada air limbah pengolahan emas skala laboratorium untuk mengetahui daya serap karbon aktif

Banyaknya air limbah yang diujikan adalah 1 liter dengan penambahan karbon aktif sebanyak 100 gram. Waktu adsorpsi dilakukan selama 7 hari selanjutnya air sisa adsorpsi dianalisis laboratorium dengan menggunakan ICP OES yang dapat mendeteksi keberadaan logam-logam dalam larutan hasil adsorpsi. Lokasi pengambilan sampel air limbah pengolahan emas dilakukan di Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi. Lokasi ini dapat ditempuh selama 8 (delapan) jam dari Kota Bandung.

1. Daya Serap Karbon Aktif

Merkuri yang sudah berubah menjadi senyawa khususnya metil merkuri sangat beracun dan bersifat sangat bioakumulatif (terserap secara biologis). Metil merkuri ini akan masuk ke dalam tubuh manusia lewat pencernaan, baik melalui ikan maupun air itu sendiri. Air raksa (Hg) dalam bentuk logam sebagian besar dapat disekresikan, sisanya akan menumpuk pada ginjal dan sistem saraf yang suatu saat akan mengganggu bila akumulasinya makin banyak. Apabila Hg ini dibakar karena titik didih yang rendah yaitu 356,6 °C, maka pada suhu tersebut Hg akan menguap. Uap ini akan terhisap dari udara dan berdampak akut atau dapat terakumulasi dan terbawa ke organ-organ tubuh lainnya, menyebabkan bronkhitis sampai rusaknya paru-paru. Pada awal keracunan Hg penderita akan merasa mulutnya kebal, sehingga tidak peka terhadap rasa dan suhu, hidung tidak peka bau, mudah lelah, dan sering sakit kepala. Apabila terjadi akumulasi yang lebih, dapat berakibat pada degenerasi sel-sel saraf di otak kecil yang menguasai kondisi saraf, gangguan pada luas pandang, degenerasi pada sarung selaput saraf dan bagian otak kecil menyebabkan tangan menjadi kaki dan sulit memegang barang dan mata seperti melotot dan dirasa keluar. Keracunan oleh merkuri anorganik terutama mengakibatkan terganggunya fungsi ginjal dan hati, terganggunya sistem enzim dan mekanisme sintetik apabila berupa ikatan dengan kelompok sulfur di dalam protein dan enzim sehingga timbul seperti bisul yang rasanya gatal tetapi jika digaruk menjadi sakit. Merkuri (Hg) organik jenis metil merkuri dapat memasuki plasenta dan merusak janin pada wanita hamil, mengganggu saluran darah ke otak, serta menyebabkan kerusakan otak. Dalam jangka panjang keracunan merkuri dapat menurunkan kecerdasan masyarakat dan menimbulkan kerusakan syaraf yang selanjutnya dapat berakibat cacat tubuh. Penelitian dari Seney, C dkk membuktikan dalam tubuh tikus yang terpapar $Gg(CN)_2$ terdeteksi pada fungsi organ ginjal, limpa, darah, liver dan urin (Seney dkk., 2020). Karena dampaknya yang sangat berat bagi manusia dan lingkungan, merkuri harus dilarang penggunaannya di masyarakat. Hal ini tertuang dalam Keputusan Menteri ESDM no 1827 K//30/ MEM tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Berlakunya Peraturan Menteri ESDM ini banyak tidak diresponi oleh masyarakat sehingga limbah proses yang mengandung merkuri sampai saat ini masih banyak dan secara terus-menerus terakumulasi.

Teknik pengujian yang dilakukan oleh Hasan & Derlean (2015) mengungkapkan keberhasilan dalam mengadsorpsi merkuri dengan menggunakan karbon aktif yang berasal dari tempurung kelapa. Daya serap karbon aktif dalam 1 jam pertama mencapai 1,975 mg/g karbon aktif. Penurunan konsentrasi Hg pada limbah pengolahan emas mencapai 99,4% dari 2,485 ppm menurun hingga 0.0148 ppm. Jumlah Hg yang teradsorpsi oleh karbon aktif tempurung kelapa pada limbah pengolahan emas di Kabupaten Buru Propinsi Maluku adalah sebesar 0,1235 mg/g adsorben (Hasan & Derlean, 2001). Data karbon aktif dari supplier menunjukkan bahwa karbon aktif dari tempurung kelapa dapat menyerap 50 gram emas per kg karbon aktif. Sehingga karbon aktif yang digunakan tidak hanya menyerap merkuri tetapi juga menyerap emas yang terbuang karena proses rekoveri dengan merkuri yang rendah. Daya serap karbon aktif untuk iodine 1200 adalah 50 gram emas/kg karbon aktif dan dapat disetarakan dengan 50 gram Hg/kg karbon aktif dengan mempertimbangkan berat jenis emas 19,3 g/cm³ dan berat jenis merkuri sebesar 13,6 g/cm.³

PEMANFAATAN KARBON AKTIF UNTUK MEREDUKSI BAHAYA MERKURI DAN SIANIDA PADA PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT

Selanjutnya dilakukan pemilihan adsorben karbon aktif dilakukan dengan pertimbangan karbon aktif berdaya serap tinggi yang umum dilakukan di industri pengolahan emas adalah karbon aktif dengan nilai iodin 1200. Beberapa karbon aktif yang digunakan di industri emas yang menggunakan minimal nilai iodin 1200 ini umumnya diimpor dari luar negeri seperti Belanda dan Philipina. Dengan mempertimbangkan harga dan penggunaan produk dalam negeri, maka digunakan karbon aktif dengan nilai iodin 1200 yang diproduksi di dalam negeri. Pemilihan karbon aktif dengan iodin 1200 diperoleh dari industri karbon aktif yang diproduksi oleh PT Carbi di Cirebon yang menggunakan teknologi tekMIRA dan berlokasi di Sentra Pengolahan dan Pemanfaatan Batubara di Palimanan Cirebon.

2. Pengujian Air Limbah

Untuk menguji kemampuan karbon aktif dalam menyerap ion-ion logam, maka dilakukan uji adsorben karbon aktif pada limbah pengolahan emas yang berasal dari tambang rakyat Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan Kabupaten Sukabumi. Kolam limbah hasil proses pengolahan sianidasi berukuran seluas 8 x 14 meter dan terpapar sinar matahari. Gambar kolam limbah dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Kolam limbah Desa Kertajaya, Kec. Simpenan Kab. Sukabumi
(dokumentasi pribadi)

Selanjutnya sebanyak 1 (satu) liter air kolam limbah pengolahan emas ini dianalisis dengan menggunakan analisis ICP-OES. Hasil analisa laboratorium terhadap limbah ini diuji terhadap semua ion logam yang mungkin ada pada hasil pengolahan emas sianida dengan kondisi bijih emas yang bersifat kombinasi oksidis dan sulfidis. Hasil analisa air limbah yang mengandung ion logam dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Hasil Analisa Limbah Pengolahan Emas Desa Kertajaya Kab. Sukabumi

No	Ion Logam	Jumlah	Baku Mutu Lingkungan *
1	Hg	2,038 mg/L	0,001 mg/L
2	Au	0,030 mg/L	-
3	Ag	0,020 mg/L	-
4	Pt	0,030 mg/L	-
5	Pd	0,010 mg/L	-
6	As	0,250 mg/L	0,01 mg/L
7	Cu	61,15 mg/L	1 mg/L
8	Fe	86430 mg/L	0,3 mg/L
9	Pb	6,74 mg/L	0,05 mg/L
10	Zn	20,14 mg/L	3 mg/L

*Sumber: Kepmen LH No.202 tahun 2004 dan Permen Kesehatan RI No.32 tahun 2017

3. Pengujian Proses Adsorpsi Karbon Aktif

Limbah pengolahan emas ini selanjutnya disiapkan sebanyak 1 (satu) liter dalam gelas beaker dan ditambahkan karbon aktif sebanyak 100 gram. Waktu adsorpsi diberikan selama 7 (tujuh) hari.



Gambar 2 Uji coba adsorben karbon aktif

Hasil yang diperoleh tingkat kekeruhan berkurang dan diperoleh air yang jernih. Untuk hasil yang lebih akurat dilakukan penelitian lanjut dengan mengukur kadar Hg sebelum dan sesudah dimasukkan adsorben. Hasil yang diperoleh dari adsorpsi ini dapat dilihat pada Tabel 2.

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF UNTUK MEREDUKSI BAHAYA MERKURI DAN SIANIDA PADA
PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT**

Tabel 2 Hasil Adsorpsi Limbah Pengolahan Emas Dengan Karbon Aktif

No	Ion Logam	Jumlah Setelah adsorpsi	Baku Mutu Lingkungan *
1	Hg	0,008 mg/L	0,005 mg/L
2	Au	0,010 mg/L	-
3	Ag	<0,010 mg/L	-
4	Pt	0,030 mg/L	-
5	Pd	<0,010 mg/L	-
6	As	0,060 mg/L	0,5 mg/L
7	Cu	0,530 mg/L	2 mg/L
8	Fe	530 mg/L	0,3 mg/L
9	Pb	0,01 mg/L	1 mg/L
10	Zn	0,03 mg/L	5 mg/L

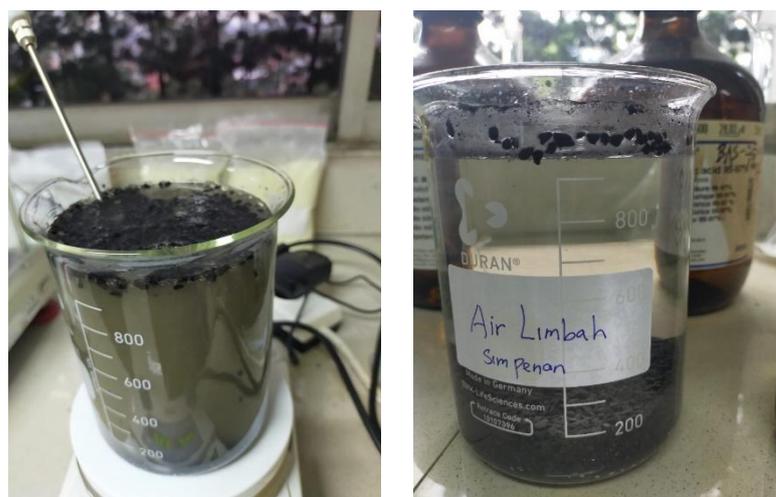
*Sumber: Kepmen LH No.202 tahun 2004 dan Permen Kesehatan RI No.32 tahun 2017

Hasil dari adsorpsi karbon yang dilakukan selama 7 (tujuh) hari mampu menurunkan ion-ion merkuri dan logam lainnya. Terjadi peningkatan kalsium (Ca) yang terserap ke dalam pori-pori karbon.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil proses adsorpsi di laboratorium dengan menggunakan karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Hasil adsorpsi dengan karbon aktif

Hasil air limbah yang telah diadsorpsi dengan karbon aktif menunjukkan kualitas air secara fisik menjadi jernih dengan tingkat kekeruhan berkurang. Hasil ini didukung dengan banyak berkurangnya logam-logam berbahaya yang terserap karbon aktif.

Hasil analisis menggunakan ICP -OES yang menganalisis kandungan logam-logam dalam air limbah menunjukkan hasil yang signifikan. Ion metil merkuri yang sangat berbahaya mengalami penurunan hingga 99,61%. Hal ini mendekati hasil dari Hasan & Derlean (2015) yang berhasil menurunkan kandungan Hg hingga 99,4%. Jumlah Hg yang teradsorpsi oleh karbon aktif tempurung kelapa pada limbah pengolahan emas di Kabupaten Buru, Propinsi Maluku pada penelitian Hasan & Derlean (2015) adalah sebesar 0,1235 mg/g adsorben (Hutabarat, 2007). Dengan demikian penggunaan 100 gram karbon aktif diperkirakan jumlah Hg yang terserap adalah 12,35 mg (Hasan & Derlean, 2015).

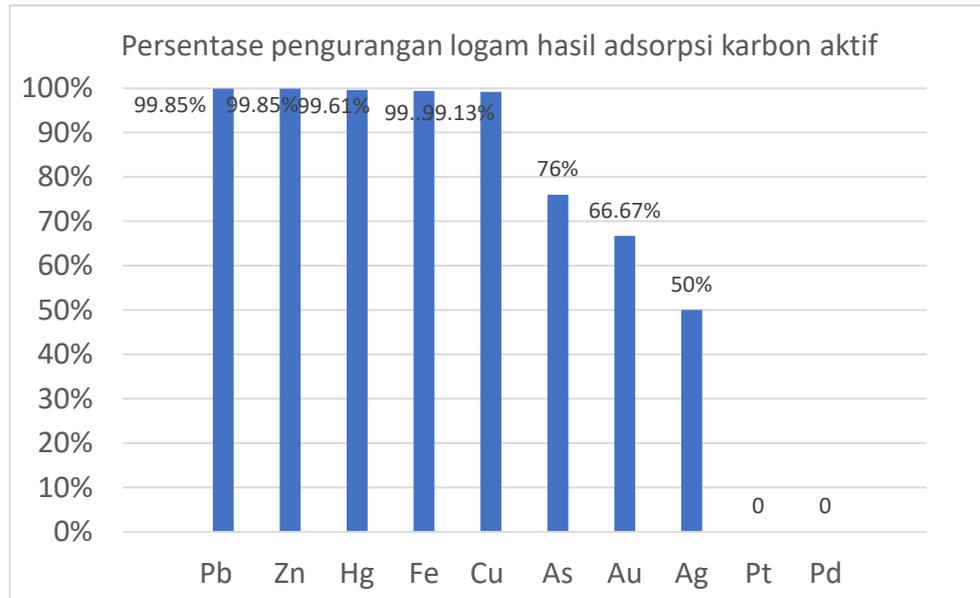
Adapun peningkatan persentase hasil adsorpsi pada penelitian ini adalah waktu, kualitas karbon aktif (Iodin 1200), dan konsentrasi karbon aktif hingga 100 gram/liter. Selain itu terjadi penurunan cukup signifikan pada ion logam Pb dan Zn hingga 99,85, Fe (99,39 %) dan Cu (99,13 %). Hasil adsorpsi logam-logam yang dianalisis secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Persentase pengurangan jumlah logam setelah adsorpsi

No	Ion Logam	Jumlah Sebelum adsorpsi	Jumlah Setelah adsorpsi	Persentase pengurangan
1	Hg	2,038 mg/L	0,008 mg/L	99,61 %
2	Au	0,030 mg/L	0,010 mg/L	66,67%
3	Ag	0,020 mg/L	<0,010 mg/L	>50 %
4	Pt	0,030 mg/L	0,030 mg/L	0 %
5	Pd	0,010 mg/L	<0,010 mg/L	>0%
6	As	0,250 mg/L	0,060 mg/L	76 %
7	Cu	61,15 mg/L	0,530 mg/L	99,13 %
8	Fe	86430 mg/L	530 mg/L	99,39 %
9	Pb	6,74 mg/L	0,01 mg/L	99,85 %
10	Zn	20,14 mg/L	0,03 mg/L	99,85 %

Penurunan ion logam dalam air limbah yang cukup signifikan ini sangat dipengaruhi oleh jumlah ion logam dalam air limbah sebelum adsorpsi dan derajat adsorpsi masing-masing logam. dengan urutan adsorpsi.

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF UNTUK MEREDUKSI BAHAYA MERKURI DAN SIANIDA PADA
PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT**



Gambar 4 Grafik persentase penurunan kandungan logam dalam air limbah dengan adsorpsi karbon

Sekalipun karbon aktif dapat menurunkan kandungan merkuri hingga memenuhi baku mutu lingkungan, tetapi masih ada logam-logam lain tidak terserap sepenuhnya sehingga masih berbahaya bagi lingkungan. Keefektifan karbon aktif dalam mengadsorpsi ion-ion logam tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah karbon aktif, tetapi juga dari kapasitas adsorpsi karbon aktif. Semakin besar kapasitas karbon aktif, semakin banyak volume ion logam yang dapat diadsorpsi. Sekalipun demikian, secara alami karbon aktif memiliki keterbatasan. Karbon aktif memiliki kesulitan menyerap ion logam yang memiliki berat molekul rendah.

Tabel 4 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam efektifitas adsorpsi karbon aktif

No	Senyawa logam sianida	Berat molekul (senyawa sianida)	Standard electrode potensial	Persentase pengurangan
1	Pb(CN) ₂	259,0	-0,13	99,85 %
2	[Zn][Cu]C#N	154,9	-0,793	99,85 %
3	Hg(CN) ₂	252,63	0,854	99,61 %
4	Fe(CN) ₃	133,9	-0,44	99,39 %
5	As(CN) ₃	152,97	0,24	76 %
6	AuCN	222,98	1,52	66,67%
7	AgCN	133,89	0,8	50 %

Selain itu tingkat ion logam dalam karbon aktif dipengaruhi oleh tingkat adsorpsi karbon terhadap logam yang berbeda-beda. Menurut Kanawade dkk., (2011), tingkat penyerapan adsorpsi karbon aktif terhadap logam Pb, Cu dan Fe mengikuti pola Pb > Cu > Fe [9]. Proses adsorpsi meningkat dengan peningkatan tekanan, berat molekul dan kelompok rumus kimia tertentu seperti methane (CH₄) kurang teradsorb dibandingkan dengan propane (C₃H₈). Karbon aktif efektif menyerap ion-ion logam pada kondisi konsentrasi 500-2000 ppm dan menghasilkan yield antara 95-98 %.

2. Perhitungan Kebutuhan Karbon Aktif

Perhitungan terhadap kebutuhan adsorben karbon aktif dilakukan dengan mempertimbangkan volume kolam dan kondisi terpapar sinar matahari seperti Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Kolam limbah pertambangan emas rakyat (dokumentasi pribadi)

Perhitungan volume kolam limbah pengolahan emas sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume kolam limbah} &= 10 \times 20 \times 0,5 \text{ meter} \\ &= 100 \text{ m}^3 \\ &= 100000 \text{ liter}\end{aligned}$$

Berat karbon aktif efektif per volume air limbah: 100 g/1 L

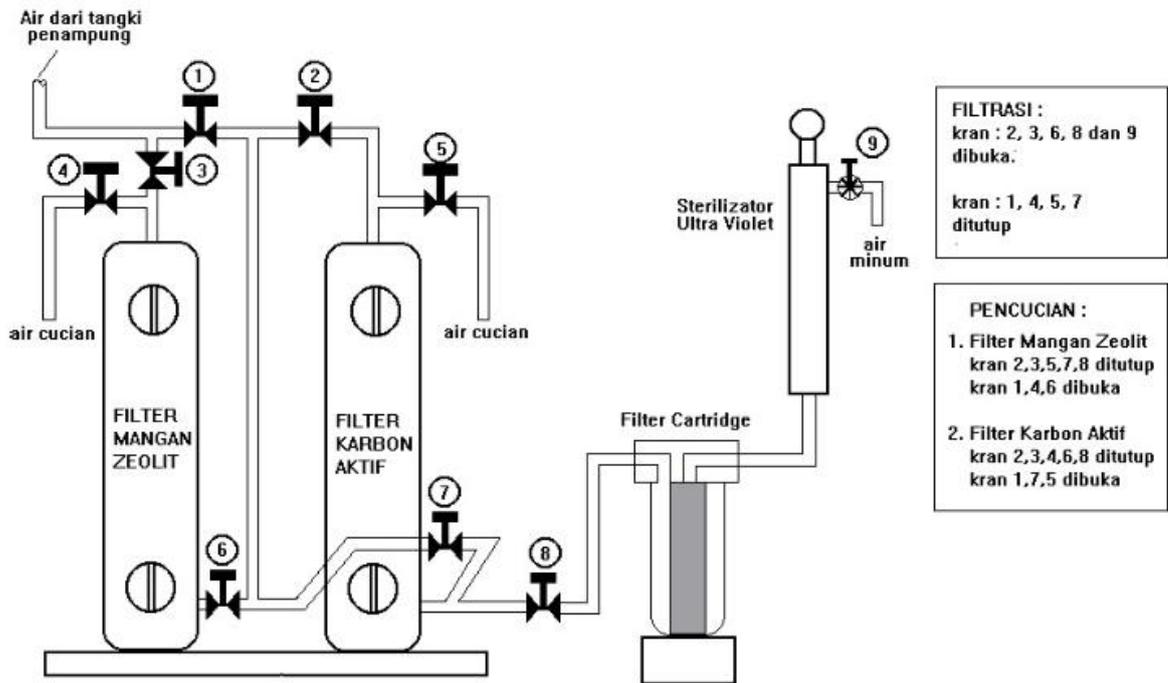
$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan karbon aktif} &= 100 \text{ gram/liter} \times 100000 \text{ liter} \\ &= 10000 \text{ kg} \\ &= 10 \text{ ton}\end{aligned}$$

Biaya karbon aktif per kg adalah Rp 35.000. Untuk memenuhi kebutuhan 1 kolam diperlukan biaya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Biaya karbon aktif} &= 10000 \text{ kg} \times \text{Rp } 35.000/\text{kg} \\ &= \text{Rp. } 3.500.000.000\end{aligned}$$

Dengan demikian biaya pengelolaan lingkungan sangat mahal. Karena itu penggunaan air proses perlu sekali dilakukan secara kontinue untuk mengurangi volume kolam limbah. Penggunaan air proses dapat menggunakan tabung yang dapat dialirkan air limbah. Tabung ini merupakan desain dari BPPT dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF UNTUK MEREDUKSI BAHAYA MERKURI DAN SIANIDA PADA
PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT**



Gambar 6 Sistematika alat pengolahan limbah dengan adsorben zeolit dan karbon aktif
(www.kelair.bppt.go.id)

Dengan menggunakan sistematika tabung ini, dibuat tabung secara sederhana untuk dapat diaplikasikan kepada masyarakat seperti terlihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Proses pembuatan alat pengolahan limbah dengan adsorben karbon aktif
(dokumentasi pribadi)

Tabung yang dibuat menggunakan bahan paralon yang memiliki diameter tabung 10” . Perhitungan volume dan karbon aktif dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Diameter tabung: } 10'' &= 25,4 \text{ cm} = 0,254 \text{ m} \\ \text{Jari-jari tangki: } \frac{1}{2} d &= \frac{1}{2} 0,254 \text{ m} = 0,127 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tabung} &= \frac{22}{7} \times 0,127 \text{ m} \times 0,127 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 0,101 \text{ m}^3 \\ &= 101 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jika dimasukkan kurang ebih 50% karbon aktif, maka volume air limbah yang dapat dimasukkan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Berat karbon aktif yang dimasukkan} &= 50 \text{ liter} = 0,05 \text{ m}^3 \\ \text{Berat kabon aktif untuk } 0,5 \text{ m}^3 &\text{ adalah } 250 \text{ kg} \\ \text{Karbon aktif yang diperlukan} &= 0,05/0,5 \times 250 \text{ kg} \\ &= 25 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sebanyak 25 kg karbon aktif dengan adsorsi yang baik sebanyak 100 g/liter maka dapat mengadsorbsi ion-ion logam sebanyak:

$$\begin{aligned} \text{Volume air limbah yang mengandung ion logam yang dapat diadsorbsi:} & \\ &= 25000/100 \text{ liter} \\ &= 250 \text{ liter} \end{aligned}$$

Volume 250 liter ini adalah volume air yang dapat digunakan kembali atau dapat secara aman terbuang ke lingkungan. Dengan menggunakan tabung ini, maka masyarakat dapat mengolah air limbah pengolahan emas yang dihasilkan baik itu digunakan kembali ke proses atau secara aman terbuang ke lingkungan.



Gambar 8. Penyerahan kepada masyarakat untuk mengolah limbah dengan adsorben karbon aktif (dokumen pribadi)

5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini berupa edukasi bagi masyarakat tentang pengetahuan tentang bahaya merkuri dan sianida bagi kesehatan masyarakat dan pencemaran terhadap lingkungan telah dapat diperoleh. Selain itu pengetahuan terkait teknik pengolahan limbah yang dapat dilakukan oleh masyarakat baik dalam skala kecil atau menengah dapat dilakukan secara mandiri dengan menggunakan karbon aktif. Selain itu ketrampilan kepada masyarakat diberikan dalam bentuk contoh pembuatan alat pengolahan limbah yang sederhana dan dapat dibuat secara mandiri untuk mengolah air limbah proses hasil pengolahan emas baik sebagai air proses yang dapat digunakan kembali atau secara aman terbuang ke badan air. Selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait upaya peningkatan nilai tambah dari logam-logam yang terbuang ke air limbah pengolahan emas, yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif untuk selanjutnya dapat diekstraksi menjadi logam yang bernilai jual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Energi dan Pertambangan (PEP) Bandung BPSDM ESDM KESDM yang telah membiayai kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) untuk masyarakat Kabupaten Sukabumi Jawa Barat dan kepada segenap anggota tim PkM PEP Bandung yang telah mempersiapkan dan membantu dalam khususnya dalam kegiatan sosialisasi kepada masyarakat. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Achmad Syaripuddin (PPSDM Geominerba) yang telah membantu pembuatan alat pengolahan limbah ini..

DAFTAR PUSTAKA

- Hasan, Nasir La dan Abdullah Derlean, 2015, “Kinetika Adsorpsi Logam Merkuri (Hg) Oleh Karbon Aktif Tempurung Kelapa Pada Limbah Pengolahan Emas Di Kabupaten Buru Propinsi Maluku, Bimafika, 6, 763 – 769
- Hutabarat, Imelda, 2007, “Pertambangan Emas Skala Kecil – Pengolahan Emas Yang Efektif”, Majalah TMB Pusdiklat TMB, Vol 1 No 2 Desember 2007.
- Kanawade, Sachin M. and R. W. Gaikwad, 2011, “Adsorption of heavy metals by activated carbon synthesized from solid wastes”, International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 2, No.3, June 2011, DOI: 10.7763/IJCEA.2011.V2.104, Available online <http://dx.doi.org/10.7763/IJCEA.2011.V2.104>
- Keputusan Menteri ESDM no 1827 K//30/ MEM tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik
- 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

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum

Seney, Caryn S., Christy C. Bridges, Sumeja Aljic, Matthew E. Moore, Sarah E. Orr, Mary C. Barnes, Lucy Joshee, Olga N. Uchakina, Brian J. Bellott, Robert J. McKallip, Kevin Drace, Marcello M. Veiga, and Adam M. Kiefer, 2020, "Reaction of Cyanide with Hg⁰-Contaminated Gold Mining Tailings Produces Soluble Mercuric Cyanide Complexes, Chem. Res. Toxicol. 2020, 33, 11, 2834–2844 Publication Date: October 28, 2020, Available online: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.0c00211>

Undang-Undang no 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara

Widodo, 2008, "Pencemaran air raksa (Hg) sebagai dampak pengolahan bijih emas di Sungai Ciliunggunung, Waluran, Kabupaten Sukabumi" , Indonesian Journal On Geoscience, Geology Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources, Volume 3, <http://dx.doi.org/10.17014/ijog.vol3No3.20083>

<http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Filter/filter.html> diakses 7 November 2021, pukul 08.45, Pembuatan Filter Untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan Di Dalam Air.