

STUDI MENGURANGI KONSENTRASI MERKURI DALAM LIMBAH AMALGAMASI PADA SKALA LABORATORIUM

Chusharini Chamid^Δ, Elvida Moralista^Δ, dan Wahyu Walam^Δ

^Δ Dosen Tetap Fakultas Teknik UNISBA Program Studi Pertambangan

Abstract

Mercury pollution in the surface water needs a serious attention due to mercury is one of the toxic substances. The aim of this study is to reduce mercury concentration in tailing of amalgamation process. The used absorption materials were limestone, pyrite ore and rubber wheel car. The immerse time variables were 2 weeks and 1 month. Pyrite, rubber wheel and limestone could reduce mercury concentration in tailing of 80-86%, 71-76% and 63-74% respectively.

Key Words : Mercury pollution, adsorption materials, and amalgamation

1. PENDAHULUAN

Aktivitas masyarakat yang tidak peduli terhadap lingkungan, baik di pedesaan maupun di perkotaan ternyata telah menyebabkan terjadinya pencemaran merkuri di perairan, yang saat ini telah pada tahap yang mengkhawatirkan. Misalnya, konsentrasi merkuri di hulu Sungai Cisdane dan Cikaniki telah mencapai 25,5 ppm di sedimen sungai (Pikiran Rakyat, 2000). Pada Sungai Kahayan, Kalimantan Tengah, diperkirakan telah dibuang 15 ton merkuri yang berasal dari limbah amalgamasi pertambangan emas (Kompas, 1999). Sedangkan, konsentrasi merkuri di Sungai Citambal, Tasikmalaya, Jawa Barat, pada tahun 2002 telah meningkat 10 kali lebih tinggi sejak tahun 1994 (Chusharini, 2002) dimana diperkirakan limbah merkuri yang dibuang ke sungai tersebut lebih kurang 1 kg/hari.

Pencemaran merkuri yang telah terjadi di badan air di Indonesia membutuhkan perhatian yang lebih serius, mengingat merkuri adalah bahan beracun berbahaya yang berdampak negatif bagi ekosistem air dan manusia. Oleh karena itu, dipandang perlu dilakukannya studi laboratorium dalam upaya penanganan pencemaran merkuri di perairan dimana diharapkan hasil studi ini dapat diaplikasikan di lapangan sehingga dapat mengurangi konsentrasi merkuri di perairan.

1.2. Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah melakukan studi penurunan konsentrasi merkuri dalam limbah amalgamasi pada skala laboratorium. Diharapkan hasil dari studi di laboratorium ini dapat diaplikasikan di lapangan dalam upaya site remediasi untuk daerah yang telah tercemar merkuri. Pengembangan metode remediasi akan ditekankan pada pengembangan teknologi tepat guna sehingga dapat dengan mudah diterapkan di daerah terpencil atau di daerah miskin.

1.3. Metode Penelitian

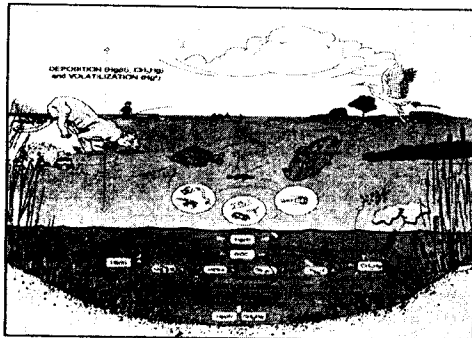
- a) Studi literatur tentang metode penanganan pencemaran merkuri.
- b) Pembuatan model fisik untuk uji-coba di laboratorium.
- c) Pengambilan sampel tailing amalgamasi.
- d) Penyediaan batu gamping, pirit, dan ban bekas.
- e) Pengukuran konsentrasi merkuri yang akan dilakukan pada :
 - Awal uji-coba pada sampel tailing amalgamasi sebelum dimasukkan ke dalam model fisik
 - Pada saat proses perendaman
 - Pada akhir proses perendaman
- f) Variabel penelitian :

- ❑ Jenis bahan penyerap, yaitu batu gamping, batuan pirit, dan ban bekas
- ❑ Lama perendaman: 2 minggu dan 1 bulan
- ❑ Perbandingan berat antara tailing amalgamasi dengan bahan penyerap, yaitu 1 : 1 dan 1 : 2
- ❑ Ukuran butir media penyerap gamping dan pirit, yaitu +4# dan -4#+8#, sedangkan potongan ban bekas yang digunakan berukuran 10 x 15 cm

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Metal Merkuri di Perairan

Merkuri anorganik, termasuk logam merkuri (Hg^0) merupakan salah satu bentuk dari merkuri di alam. Logam merkuri yang terlepas ke sungai (badan air) akan mengendap di dasar sungai. Kontak logam merkuri dengan asam organik di sedimen sungai akan mengubah logam merkuri menjadi metil merkuri (CH_3Hg^+) yang kemudian akan terlepas dari sedimen sungai dan mengikuti aliran air sungai. Metil merkuri ini yang akan diakumulasi dengan cepat oleh biota air. Siklus perubahan logam merkuri menjadi metil merkuri serta proses bioakumulasinya di alam dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1
Siklus Merkuri dan Bioakumulasinya di Alam
(USGS,2000)

2.2. Site Remediasi

Biasanya penentuan dilakukannya remediasi daerah terpolusi dilakukan berdasarkan hasil penilaian resiko lingkungan (*environmental risk assessment*) untuk menentukan tingkat pencemaran pada saat ini dan dimasa yang akan datang. Pada umumnya negara-negara di dunia telah menentukan ambang batas konsentrasi merkuri dalam air, udara maupun biota air, namun jarang yang telah menentukan ambang batas merkuri dalam sedimen sungai atau danau untuk

menentukan perlu tidaknya dilakukan site remediasi. Misalnya, Jepang untuk menentukan perlu tidaknya dilakukan site remediasi, telah menentukan ambang batas konsentrasi merkuri dalam sedimen yaitu 25 ppm. Sedangkan standar yang berlaku di Inggris dan Canada sebagai pedoman site remediasi dapat dilihat pada Tabel I berikut ini.

Tabel I
Pedoman untuk Konsentrasi Merkuri (ppm) dalam Soil dan Sedimen (berlaku di Inggris dan Canada)

No.	Hg Level (ppm)	Keterangan
1	< 0,1	Pada umumnya ditemukan secara alamiah dalam tanah organik
2	0,1-2	Tanah telah sedikit terkontaminasi, namun site remediasi belum dibutuhkan
3	2-10	Tanah atau sedimen telah terkontaminasi dan diperlukan tindakan remediasi sampai level < 2 ppm bila lahan diperuntukkan untuk pemukiman dan rekreasi. Remediasi tidak diperlukan bila lahan diperuntukkan sebagai lahan komersial dan industri.
4	>10	Tanah telah terkontaminasi secara signifikan; maka semua peruntukkan lahan akan ditunda sampai tindakan site remediasi dilakukan sehingga konsentrasi Hg mencapai < 10 ppm.

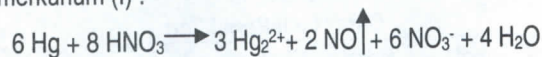
Sedangkan di Indonesia belum ada pedoman ambang batas konsentrasi merkuri dalam tanah atau sedimen untuk menentukan perlu tidaknya dilakukan site remediasi.

Beberapa cara site remediasi dalam upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran merkuri yang telah dilakukan di Swedia adalah sebagai berikut:

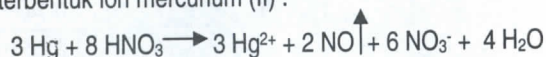
1. Sedimen pada dasar sungai atau danau ditutupi dengan bahan-bahan yang mempunyai kemampuan adsorpsi tinggi.
2. Sedimen pada dasar sungai atau danau ditutupi dengan bahan anorganik yang tidak bereaksi.
3. Sedimen yang mengandung merkuri diangkat dengan cara dikeruk atau dipompa.

2.3. Beberapa Kemungkinan Proses Kimia Penyerapan Merkuri

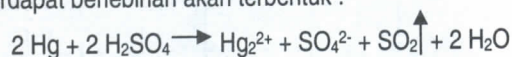
Merkuri (*mercurium*) adalah logam cair yang putih keperakan pada suhu biasa, dan mempunyai density 13,534 gr/ml pada suhu 25 °C. Hg tidak dipengaruhi oleh asam klorida atau asam sulfat encer (2 M), tetapi mudah bereaksi dengan asam nitrat. Asam nitrat yang dingin dan sedang pekatnya (8 M), dengan merkuri yang berlebihan menghasilkan ion merkuri (I) :



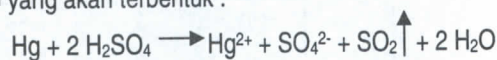
dengan asam nitrat pekat panas yang berlebihan, terbentuk ion merkuri (II) :



asam sulfat pekat, panas, juga melarutkan merkuri. Hasilnya adalah ion merkuri (I), jika merkuri terdapat berlebihan akan terbentuk :



sedangkan bila asam yang berlebihan, ion merkuri (II) yang akan terbentuk :



Kedua ion, merkuri (I) dan merkuri (II), bersifat sangat berbeda terhadap reagensia-reagensia yang dipakai dalam analisis kualitatif, dan karenanya masuk dalam dua golongan analitik yang berlainan. Ion merkuri (I) masuk dalam golongan kation pertama, maka reaksi-reaksinya seperti di bawah. Di lain pihak, ion-ion merkuri (II) berada dalam golongan kation kedua; maka reaksi-reaksinya tidak akan dibahas, bersama-sama dengan anggota lain dari golongan itu.

Reaksi ion merkuri (I) Larutan merkuri (I) nitrat (0,05 M) dapat dipakai pada reaksi-reaksi di bawah ini.

1. *Hydrogen sulfida dalam suasana netral atau asam encer*; endapan hitam, yang merupakan campuran dari merkuri (II) sulfida dan logam merkuri,



Berhubung hasil kali kelarutan merkuri (II) sulfida luar biasa kecilnya, reaksi ini sangat peka.

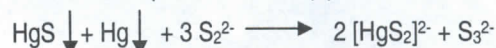
Natrium sulfida (tak berwarna), melarutkan merkuri (II) sulfida (tetapi tak mempengaruhi logam merkuri) dan suatu kompleks disulfomerkurat (II) terbentuk :



Setelah mengeluarkan logam merkuri dengan menyaring, merkuri (II) sulfida hitam dapat diendapkan lagi dengan mengasamkan dengan asam encer :



Natrium disulfida (kuning) melarutkan baik merkuri maupun merkuri (II) sulfida :



Reaksi yang agak rumit ini dapat lebih mudah dimengerti dengan memecah-mecahnya menjadi beberapa tahap seperti berikut :

Mula-mulanya merkuri dioksidasikan oleh disulfida, menghasilkan merkuri (II) sulfida dan ion (mono) sulfida :



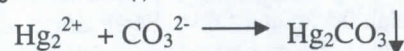
Merkuri (II) sulfida lalu melarut dalam (mono) sulfida yang terbentuk dalam reaksi sebelumnya



Merkuri (II) sulfida, yang dari semula ada dalam endapan, bereaksi dengan ion disulfida, menghasilkan ion-ion disulfomerkurat (II) dan trisulfida :



2. *Natrium karbonat dalam larutan dingin*, endapan kuning merkuri (I) karbonat :



Endapan berubah menjadi abu-abu kehitaman ketika mana merkuri (II) oksida dan merkuri terbentuk :



Penguraian dapat dipercepat dengan memanaskan campuran itu.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Sampel Tailing Amalgamasi

Sampel tailing diambil dari sebuah pertambangan emas rakyat di Kecamatan Salopa, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Sampel limbah amalgamasi yang diambil sebanyak 2 karung beras. Dari sampel amalgamasi, telah dilakukan proses quatering untuk mendapatkan sampel yang representatif sehingga diperoleh 3 buah sampel untuk

uji laboratorium. Hasil Uji kandungan Hg ini menunjukkan nilai awal kandungan Hg dalam tailing amalgamasi, dapat dilihat pada Tabel II. Analisa kadar Hg dari sampel limbah tersebut dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan batubara (PPPTMB). Berat sampel tailing yang digunakan untuk setiap variabel penelitian adalah 0,5 kg.

Tabel II
Kadar Merkuri dari Tailing Amalgamasi

No. Sampel	Merkuri (ppm)	Rata-rata (ppm)
1	2.16	2.25
2	2.26	
3	2.33	

Sumber: Hasil penelitian, 2003

3.2. Batu Gamping

Sampel batu gamping diambil dari Padalarang, Jawa Barat, kemudian dilakukan proses pengecilan ukuran dengan menggunakan "jaw crusher" di Laboratorium Tambang Unisba. Kemudian dilanjutkan dengan *sizing* untuk mengetahui distribusi ukuran batu gamping yang diperoleh. Ada 2 buah ukuran batu gamping yang digunakan yaitu plus 4 mesh (+4#) dan minus 4 plus 8 mesh (-4#+8#). Sedangkan variabel berat batu gamping yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 kg dan 1,0 kg. Berat sampel tailing yang digunakan untuk masing-masing variabel adalah 0,5 kg. Selain itu, variabel waktu perendaman yang dilakukan dalam penelitian ini adalah 2 minggu dan 1 bulan. Pengadukan dilakukan 3 kali sehari.

3.3 Bijih Pirit

Sampel bijih emas yang mengandung pirit diambil dari Pertambangan Emas Rakyat di Ciseuti, Padalarang kemudian dilakukan proses pengecilan ukuran dengan menggunakan palu secara manual karena sampel bijih emas hanya memiliki skala Mosh sekitar tiga (dapat digores dengan kuku). Setelah pengecilan ukuran kemudian juga dilanjutkan dengan *sizing*. Ukuran yang dipakai sama dengan ukuran untuk batu gamping yaitu plus 4 mesh (+4#) dan minus 4 plus 8 mesh (-4#+8#). Selanjutnya variabel penelitian berat pirit yang digunakan sama dengan batu gamping.

3.4. Karbon Aktif (Ban Bekas)

Untuk karbon aktif digunakan ban bekas yang dipotong-potong persegi panjang dengan ukuran 10 x 5 cm, kemudian dicampurkan dengan limbah tailing amalgamasi untuk proses perendaman dengan variabel waktu perendaman dua minggu dan satu bulan. Berat sampel tailing amalgamasi yang digunakan adalah 0,5 kg. Pengadukan dilakukan tiga kali sehari.

Tabel III
Data Hasil Penelitian

Variabel Jenis	Berat (kg)	Ukuran	Waktu (minggu)	Hg (ppm)
Gamping	0,5	+4#	2	0.74
			4	0.67
		-4#+8#	2	1.08
			4	0.65
	1,0	+4#	2	0.69
			4	0.46
		-4#+8#	2	0.87
			4	0.58
Pirit	0,5	+4#	2	0.56
			4	0.42
		-4#+8#	2	0.46
			4	0.27
	1,0	+4#	2	0.41
			4	0.33
		-4#+8#	2	0.39
			4	0.26
Ban bekas	10 x 5 cm	2	0.65	
		4	0.53	

Sumber : Hasil penelitian, 2003

4. PEMBAHASAN

Sebagai dasar (*base line*) pembahasan maka perlu dinyatakan terlebih dahulu bahwa kadar Hg mula-mula yang terdapat dalam limbah amalgamasi adalah 2,25 ppm (lihat Tabel II). Sedangkan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Hg tertinggi setelah proses perendaman dari ketiga media yang digunakan (gamping, pirit, dan ban bekas) adalah hanya 1,08 ppm untuk media perendam gamping sebanyak 0,5 kg dengan ukuran butir -4+8 mesh. Sedangkan untuk seluruh variabel percobaan yang lain diperoleh kadar Hg yang lebih kecil dari 1 ppm.

4.1 Waktu Perendaman

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada Tabel III, terlihat bahwa dari ketiga jenis media yang digunakan (batu gamping, pirit, dan ban bekas) serta untuk ukuran butir media yang digunakan (+4# dan -4#+8# untuk gamping dan pirit) terjadi penurunan kadar Hg yang berasal dari limbah amalgamasi dengan semakin lama waktu perendaman (perendaman 2 minggu dibandingkan dengan 1 bulan). Diagram 1, 2 dan 3 berikut ini memperlihatkan perbandingan kandungan Hg berdasarkan waktu perendaman untuk media batu gamping, pirit, dan ban bekas berturut-turut.

Diagram 1
Perbandingan waktu perendaman untuk media batu gamping

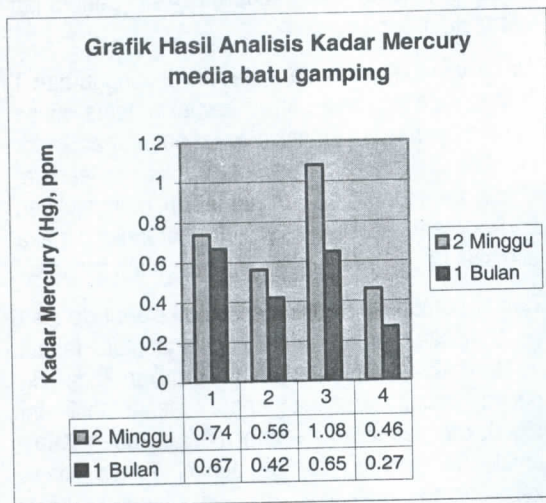


Diagram 2
Perbandingan waktu perendaman untuk media pirit

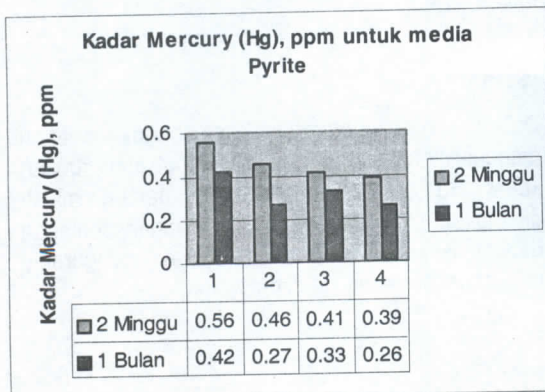
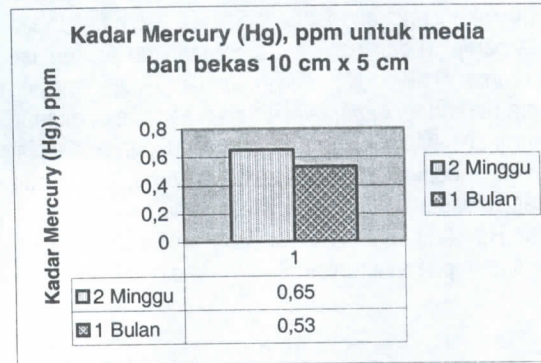


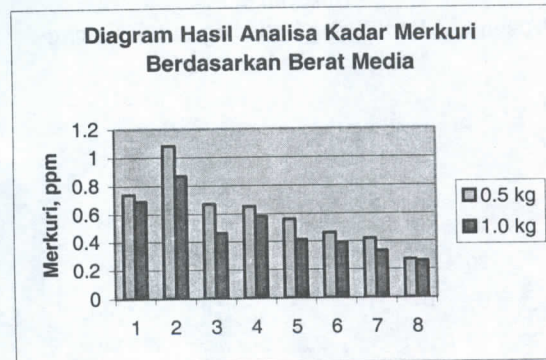
Diagram 3
Perbandingan waktu perendaman untuk media ban bekas



4.2 Berat Media

Berat media merupakan variabel penelitian untuk media batu gamping dan pirit, yaitu 0,5 kg dan 1 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak media perendam yang digunakan, baik itu untuk gamping maupun untuk pirit, maka semakin besar penurunan kadar Hg dalam tailing. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak media perendam yang digunakan maka semakin banyak terjadi proses adsorpsi Hg sehingga kadar Hg pada limbah/tailing menjadi turun.

Diagram 4
Pengaruh Berat Media Terhadap Penyerapan Merkuri



4.3 Jenis Media Perendam

Untuk mengetahui kemampuan ketiga variabel media perendam, yaitu batu gamping, pirit, dan ban bekas, untuk mengadsorpsi merkuri maka perlu ditinjau

hasil percobaan yang membandingkan ketiga jenis media perendam tersebut dimana variabel percobaan yang lain tidak berbeda (lihat Diagram 5). Terlihat bahwa kemampuan bijih yang mengandung pirit memiliki kemampuan mengadsorpsi Hg lebih besar dari pada gamping dan ban bekas. Sedangkan prosentase penurunan kadar Hg tailing untuk masing-masing media perendam dapat dilihat pada Diagram 6, dimana penurunan kadar Hg dengan menggunakan pirit sebagai media perendam adalah 80-86%, untuk ban bekas sebagai media perendam mampu menurunkan kadar Hg sampai 71-76%, sedangkan untuk gamping hanya mampu menurunkan 63-74% kadar Hg.

Diagram 5
Kemampuan Media Perendam Menurunkan Kadar Merkuri

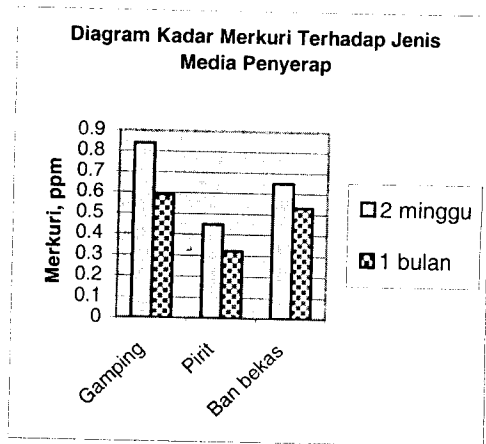
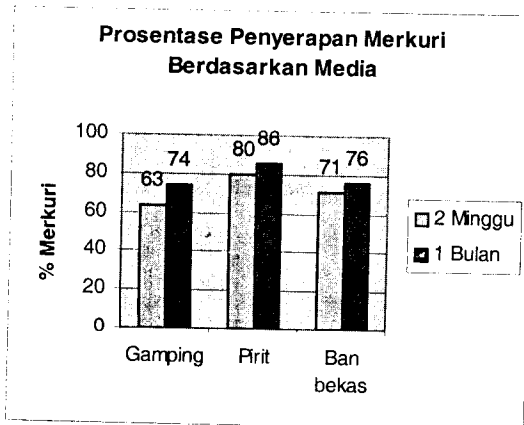


Diagram 6
Prosentase Penurunan Kadar Hg Untuk Masing-Masing Media Perendam



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Kadar Hg dalam tailing amalgamasi yang digunakan untuk percobaan ini adalah 2,25 ppm.
2. Dari ketiga jenis media perendam yang digunakan dalam percobaan yaitu gamping, pirit, dan ban bekas. Pirit mampu menurunkan kadar Hg dalam tailing sebesar 80-86%, untuk ban bekas mampu menurunkan kadar Hg sampai 71-76%, sedangkan untuk gamping hanya mampu menurunkan 63-74% kadar Hg.
3. Variabel lain dalam percobaan adalah besar butir media perendam yaitu +4 mesh dan -4+8 mesh menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran butir media perendam maka semakin besar penurunan kadar Hg dalam tailing.
4. Untuk variabel waktu perendaman, 2 minggu dan 1 bulan, menunjukkan bahwa semakin lama masa perendaman maka semakin besar penurunan kadar Hg dalam tailing. Demikian pula untuk variabel berat media perendam (0,5 kg dan 1 kg) menunjukkan bahwa semakin banyak media perendam maka semakin besar penurunan kadar Hg dalam tailing.
5. Dalam percobaan ini tidak dapat diketahui dengan pasti apakah ketika proses perendaman terjadi ikatan reaksi kimia sehingga menurunkan kadar Hg dalam tailing, dimana untuk mengetahui ini diperlukan penelitian dengan menggunakan X-ray untuk mengetahui apakah terjadi ikatan kimia seperti yang diuraikan dalam teori. Oleh karena itu, yang dapat dikatakan dari hasil percobaan ini hanyalah bahwa telah terjadi proses adsorpsi secara fisik sehingga terjadi penurunan kadar Hg dalam tailing.

5.2. Saran

1. Dalam skala laboratorium percobaan ini telah menunjukkan hasil yang positif dapat menurunkan kadar Hg dalam limbah tailing namun masih diperlukan untuk diuji coba di lapangan sehingga dapat dimanfaatkan dalam upaya mengurangi tingkat pencemaran Hg di perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blowers, Mike. 1988. *Handbook of small scale gold mining for Papua New Guinea*. New Zealand : Pacific Resource.
- Chamid, Chusharini, Wahyu Walam. 2002. *Studi Kosentrasi Merkuri di Sungai Citambal dan Cisarua, Kecamatan Cineam, Kabupaten Tasikmalaya*. Laporan Penelitian, LPPM UNISBA.
- Fardiaz, Srikandi. 1995. *Polusi Air dan Udara*. Bogor : Kanisius.
- Peele. 1945. *Mining Engineers Handbook*. Vol. II. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Selinawati TD dan Sobandi. 1994. *Distribusi Pencemaran Air Raksa Pada Tambang Rakyat Cineam*. Laporan Teknik Penelitian No. 204, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Simon & Schuster's. 1978. *Guide to Rocks & Minerals*. New York : Simon and Shuster,.
- USGS. 2000. *Mercury in the Environmen*.
- Veiga. M.,Marcello. 1997. *Introducing New Technologies for Abatement of Global Mercury Pollution in Latin America*. CETEM-Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, Brazil : Cidade Universit'aria, l. do Fundao.
- Vogel. 1979. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta : PT. Kalman Media Pustaka.
- _____, 1998. *Akumulasi Merkuri Pada Penambang Emas*. Kompas, 11 Januari, Halaman 11.
- _____, 2000, *Mengapa Tidak Belajar dari Minamata?*. Kompas Senin, 21 Februari, Halaman 22.
- _____, 2000. *Pantai Kenjeran pun Tercemar Merkuri*. Kompas, 21 Februari, Halaman 20.
- _____, 2000. *S. Cisadane Tercemar Merkuri*. Pikiran Rakyat, 26 Februari, Halaman 4.