

## Literature Review Pemanfaatan Sabut Kelapa dalam Pengelolaan Air Asam Tambang

Amila Sefti<sup>1</sup>, Edy Nursanto<sup>2</sup>, Rika Ernawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta

Korespondensi : [seftiamila@gmail.com](mailto:seftiamila@gmail.com)

[edynursanto@upnyk.ac.id](mailto:edynursanto@upnyk.ac.id)

[rika.ernawati@upnyk.ac.id](mailto:rika.ernawati@upnyk.ac.id)

### ABSTRAK

Air asam tambang atau *Acid Mine Drainage* merupakan salah satu masalah lingkungan yang paling banyak dihadapi industri pertambangan. Air asam tambang terjadi ketika mineral sulfida misalnya pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan markasit ( $\text{FeS}_3$ ) terpapar akibat kegiatan pertambangan seperti pembongkaran batuan penutup dan penggalian batubara sehingga membuatnya bereaksi dengan oksigen dan air. Berdasarkan literature review terdapat beberapa adsorben yang digunakan dalam pengelolaan air asam tambang untuk menurunkan logam berat salah satunya menggunakan sabut kelapa. Untuk mengurangi dampak dari air asam tambang diperlukan metode pengelolaan yang efektif dan efisien, metode efektif dalam pengelolaan air asam tambang untuk menurunkan logam berat dengan menggunakan karbon sabut kelapa kelapa terimpregnasi dengan larutan merkaptobenzotianol (MBT). Hasil penelitian menyatakan bahwa penyerapan terhadap logam berat untuk nilai optimum pada karbon sabut kelapa terimpregnasi dengan merkaptobenzotianol (MBT) adalah sebesar 99,93% namun metode ini tidak efisien karena membutuhkan biaya yang cukup mahal. Metode yang paling efisien adalah metode pengelolaan air asam tambang menggunakan sabut kelapa dikarenakan ekonomis dan ramah lingkungan.

**Kata kunci:** air asam tambang, sabut kelapa, pengelolaan.

### ABSTRACT

*Acid Mine Drainage is one of the environmental problems most frequently faced by the mining industry. Acid mine drainage occurs when sulfide minerals such as pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) and marcasite ( $\text{FeS}_3$ ) are exposed due to mining activities such as dismantling overburden and coal excavation, causing them to react with oxygen and water. Based on the literature review, there are several adsorbents used in the management of acid mine drainage to reduce heavy metals, one of which is coconut fiber. To reduce the impact of acid mine drainage, an effective and efficient management method is needed. An effective method for managing acid mine drainage is to reduce heavy metals using coconut fiber carbon impregnated with a solution of mercaptobenzothianol (MBT). The research results stated that the absorption of heavy metals for the optimum value in coconut fiber carbon impregnated with mercaptobenzothianol (MBT) was 99.93%, however this method was not efficient because it was quite expensive. The most efficient method is the acid mine drainage method using coconut fiber because it is economical and environmentally friendly.*

**Keyword:** acid mine water, coconut coir, management.

### PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan menyebabkan terpaparnya batuan yang mengandung mineral sulfida yang apabila teroksidasi dengan udara bebas dan larut dalam air akan menyebabkan terjadinya air asam tambang. Air asam tambang (AAT) merupakan air dengan nilai pH rendah dan kelarutan logam yang cenderung meningkat yang terbentuk karena adanya reaksi antara mineral sulfida, oksigen, dan air. Air asam tambang merupakan salah satu masalah lingkungan yang paling banyak dihadapi industri pertambangan, air asam tambang terjadi ketika mineral sulfida misalnya pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan markasit ( $\text{FeS}_3$ ) terpapar akibat kegiatan pertambangan seperti pembongkaran batuan penutup dan penggalian batubara sehingga membuatnya bereaksi dengan oksigen dan air. Dalam menurunkan kadar logam berat metode yang biasa digunakan adalah metode adsorpsi. Pada Metode

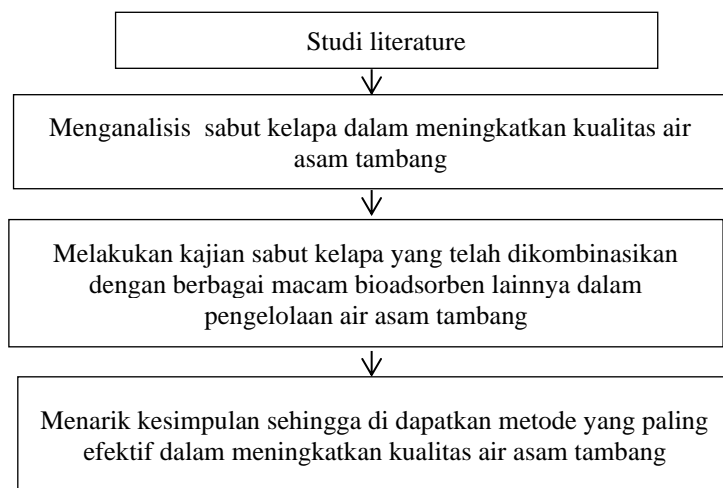
adsorpsi ini adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam adsorben. Beberapa kelebihan pada metode adsorpsi yaitu memiliki proses yang sederhana, memiliki efektifitas dan efisiensi yang relatif tinggi dan ekonomis.

Menurut penelitian sebelumnya, ada berbagai adsorben dengan biaya yang murah dari produk limbah alami yang terbukti menjadi adsorben yang cocok dan dapat dimodifikasi untuk mengolah air limbah seperti tanaman asal, serbuk gergaji, produk samping pertanian dari sabut kelapa, sekam padi, dan cangkang kelapa sawit, biomassa gabus, dan lain-lain. Selain komposisi lignin dan selulosa sebagai konstituen utama, adsorben pertanian juga mencakup gugus fungsional polar lainnya dari lignin; alkohol, aldehida, keton, gugus karboksilat, fenolik, dan eter. Proses pemberian pasangan elektron akan menyebabkan pengikatan logam berat membentuk kompleks dengan ion logam dalam larutan.

Dalam mereduksi logam berat dan meningkatkan pH air asam tambang, pemilihan adsorben didasarkan pada luas permukaan pori-pori zat yang diadsorpsi. Sabut kelapa mengandung komponen alami lignin, selulosa dan hemiselulosa. Selulosa mengurangi logam berat dan menaikkan pH serta dapat mengikat ion logam. Salah satu bahan yang digunakan sebagai bioadsorben adalah sabut kelapa. Struktur selulosa pada sabut kelapa 37,9%, lignin 33,5% dan hemiselulosa 15,5%. Setiap butir kelapa memiliki kandungan serat 525 gram (75% sabut kelapa) dan serbuk sabut 175 (25% sabut kelapa). Sabut kelapa membentuk struktur berpori sehingga dapat digunakan sebagai bioadsorben untuk mereduksi logam berat dan menaikkan pH air asam tambang. Selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan senyawa yang berperan dalam proses adsorpsi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berdasarkan literature review ada beberapa metode pengelolaan air asam tambang menggunakan sabut kelapa, penelitian ini dilakukan bertujuan sebagai acuan dalam memperbaiki kualitas air asam tambang. Tahapan penelitian yang dilakukan penulis dipaparkan dalam bentuk diagram alir pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam Pengelolaan air asam tambang menggunakan sabut kelapa telah dilakukan kajian terhadap penyerapan logam berat pada air yang terkontaminasi dijabarkan pada beberapa sub bab dibawah ini:

### **Pengelolaan Air Asam Tambang Menggunakan Sabut Kelapa Kombinasi Karbon Aktif, Serbuk Genteng dan Pasir Sungai**

Penelitian yang dilakukan oleh pinandri (2011), mengemukakan bahwa metode pengelolaan air asam tambang menggunakan filter biomassa dengan adsorben sabut kelapa yang dikombinasikan dengan karbon aktif menggunakan metode eksperimental semu dengan one pre test-post tes design, metode pengelolaan ini tidak mencampurkan adsorben. Pengelolaan air asam tambang menggunakan adsorben mampu menyerap sabut kelapa kombinasi karbon aktif, serbuk genteng dan pasir sungai mampu menyerap logam berat Cu dan Fe, penurunan ini terjadi karena adanya komposisi kimia yang terkandung pada sabut kelapa seperti lignin dan selulosa yang terdapat pada dinding sel sehingga dapat menyerap logam berat, tetapi pengelolaan air asam

tambang dengan filter biomassa untuk logam berat Cd mengalami peningkatan, pada Filter biomassa sabut kelapa ini memiliki efisiensi yang tinggi dalam menyerap logam berat dan menurunkan TSS tetapi TSS mengalami naik turun dikarenakan adsorbat yang terdapat pada filtrasi sebagai adsorben tidak menyerap secara maksimal dengan waktu kontak yang terlalu cepat.[9]

#### **Pengelolaan Air Asam Tambang Menggunakan Sabut Kelapa Kombinasi Methylene Blue**

Penelitian yang dilakukan oleh ifa L, dkk (2020), Penelitian ini mengemukakan bahwa bioadsorben sabut kelapa yang tidak teraktivasi dapat menyerap logam berat Pb (II). waktu kontak sangat berpengaruh dalam penurunan konsentrasi Pb(II). Waktu kontak 4 jam merupakan hasil terbaik dengan persentase 94,66%. Hasil penelitian pengelolaan air asam tambang menggunakan sabut kelapa yang dikombinasikan dengan metilen blue menunjukkan bahwa warna larutan biru metilen berubah dari biru menjadi kuning. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa bioadsorben yang diperoleh dari sabut kelapa dapat menyerap warna biru dari larutan metilen biru. Dengan waktu kontak 1 jam, adsorbat tidak terserap dalam adsorben, adsorbat bergerak karena turbulensi berputar mencari ruang kosong. Waktu kontak mempengaruhi pengisian volume pori, artinya semakin lama waktu kontak maka semakin banyak adsorbat yang terdorong ke ujung pori sehingga menyisakan ruang di depan pori untuk terisi oleh adsorbat baru dan semakin banyak adsorbat yang terserap, sehingga konsentrasi logam berat Pb(II) pada sampel air asam tambang semakin sedikit. Semakin lama waktu kontak, semakin besar interaksi dengan logam berat Pb.[7]

#### **Pengelolaan Air Asam Tambang Menggunakan Sabut Kelapa Kombinasi Tempurung Kelapa**

Penelitian yang dilakukan oleh Ma'rifatul Ismiyati (2020), mengemukakan bahwa Pada penelitian ini menggunakan metode pencampuran untuk mengendalikan air asam tambang dengan bioadsorben sabut kelapa dan tempurung kelapa, penelitian ini mampu menyerap logam berat (Fe) dengan waktu pencampuran 45 menit. Kapasitas adsorben kelapa dan tempurung kelapa dalam menyerap ion besi (Fe) adalah 37-93%. semakin lama waktu pengadukan maka semakin besar pula hasil interaksi dengan logam berat (Fe).[8]

#### **Pengelolaan Air Asam Tambang Menggunakan Sabut Kelapa Terimpregnasi 2-Merkaptobenzotianol (MBT)**

Penelitian yang dilakukan Roy Andreas, dkk (2008) mengemukakan bahwa Metode ini menggunakan sistem pencampuran. Penelitian ini menggunakan karbon sabut kelapa dan sabut kelapa yang terimpregnasi merkaptobenzotianol (MBT). Pada metode pengelolaan ini dengan cara mencampur adsorben kemudian diaduk dan disaring untuk memberikan waktu pada partikel agar bersinggungan dengan adsorbat yang akan diserap sehingga dapat menunjukkan bahwa adsorben mampu menurunkan kadar logam berat tembaga dan meningkatkan pH. Pada proses adsorpsi dalam penelitian ini berlangsung sangat cepat yaitu pada waktu kontak 5 menit pertama untuk efisiensi penyerapan logam berat tembaga sudah lebih dari 90 %. Kecepatan adsorpsi semakin berkurang dengan bertambahnya ion logam yang diserap. Dengan waktu kontak lebih dari 10 menit, adsorben tidak dapat menyerap kembali logam berat tembaga karena pori-pori telah terisi penuh oleh logam berat.[2]

#### **Pengelolaan Air Asam Tambang Menggunakan Sabut Kelapa Kombinasi Fly Ash, Tanah Liat Dan Limbah Serbuk Besi**

Penelitian yang dilakukan Abiyuu Alghifary (2021), mengemukakan bahwa sabut kelapa yang dikombinasikan dengan Fly Ash, tanah liat dan limbah serbuk besi menggunakan metode Permeable Reactive Barrier mampu memaksimalkan pengelolaan air asam tambang melalui proses yang efektif, ekonomis dan ramah lingkungan. Sabut kelapa dengan Permeable Reactive Barrier yang menggunakan media reaktif dari waste penambangan adalah inovasi yang dapat digunakan oleh para perusahaan tambang, khususnya tambang mineral dan batubara, untuk mengelola air asam tambang secara lebih efektif, efisien dan ekonomis. zero waste di sektor pertambangan Indonesia. [1]

#### **Pengelolaan Air Asam Tambang Dengan Karbon Aktif Sabut Kelapa Kombinasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Batu Bara Bitumen Komersial**

Penelitian yang dilakukan chauduri & seminal (2011), mengemukakan bahwa penelitian ini menggunakan system batch. Karbon aktif sabut kelapa (CCAC) memiliki permukaan yang lebih tinggi dan area mikropori, volume mikropori dan diameter pori rata-rata, dan meso- dan mikropori yang berkembang dengan baik dibandingkan dengan karbon aktif berbahan dasar batu bara bitumen komersial (CAC). Karbon aktif sabut kelapa menunjukkan kapasitas adsorpsi timbal yang lebih tinggi dibandingkan dengan karbon aktif komersial. Karbon aktif sabut kelapa adalah pengganti yang cocok untuk karbon aktif komersial dalam penghilangan timbal secara adsorpsi dari air. [4]

### **Pengelolaan Air Asam Tambang Dengan Sabut Kelapa Kombinasi Sekam Padi Dan Lumpur**

Penelitian yang dilakukan Sihotang MSM, dkk (2021), mengemukakan bahwa sabut kelapa, Sekam Padi Dan Lumpur dapat meningkatkan pH pada air asam tambang dan dapat mengurangi logam berat. Proses remediasi dari bakteri pereduksi sulfat yang terdiri dari sabut kelapa, Sekam Padi Dan Lumpur yang akan menghasilkan alkalinitas biogenik sebagai produk samping. Proses remediasi ini menggunakan reactor yang berbentuk tabung. Pada Penelitian ini, menggunakan bioadsorben bakteri pereduksi sulfat (BPRS) yang memanfaatkan senyawa organik sebagai sumber elektron. Efisiensi penyerapan logam berat pada air asam tambang mencapai 96% pada waktu kontak 144 jam. [10]

### **Pengelolaan Air Asam Tambang Dengan Sabut Kelapa Mentah Kombinasi Sabut Kelapa Mentah Asam Klorida**

Penelitian yang dilakukan Hanafiah SFM, dkk (2017), mengemukakan bahwa sabut kelapa mentah memiliki adsorpsi yang baik karena semua parameter mencapai keadaan optimumnya. Sabut kelapa mentah yang memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk menyerap logam berat dari pada sabut kelapa yang telah direaksikan dengan asam klorida. Sabut kelapa memiliki adsorpsi yang baik karena semua parameter mencapai keadaan optimumnya. Pada penelitian ini, kondisi optimum adsorpsi Cr menggunakan sabut kelapa mentah adalah waktu kontak 90 menit, pH 3, pada konsentrasi awal larutan Cr 20 mg/L. Sedangkan kondisi optimum untuk adsorpsi Ni adalah waktu kontak 90 menit, pH 5. [6]

### **Pengelolaan Air Asam Tambang Dengan Sabut Kelapa Hijau**

Penelitian yang dilakukan Gatut Ari Wardani, dkk (2018) mengemukakan bahwa limbah sabut kelapa hijau yang digunakan untuk mengadsorpsi ion Timbal (II) perlu diaktivasi terlebih dahulu untuk memperbesar pori-pori sehingga sabut kelapa hijau mampu meningkatkan kemampuan dalam mengadsorpsi. Adsorben limbah sabut kelapa hijau mampu menyerap logam berat Timbal (II) sebanyak 94,34 %, waktu kontak optimum untuk mengadsorpsi logam timbal (II) adalah selama 30 menit. Dalam mengadsorpsi Ion timbal (II) semakin banyak waktu yang dibutuhkan maka semakin banyak jumlah Ion timbal yang terserap. [5]

### **Pengelolaan Air Asam Tambang Dengan Sabut Kelapa**

Penelitian yang dilakukan TS anirudhan, dkk (2008) mengemukakan bahwa empulur sabut kelapa dapat mengurangi merkuri (hg), kemampuan sabut kelapa yang memiliki gugus fungsi karboksilat (PGCP-COOH) untuk mengikat ion Hg (II) dari limbah tambang, menggunakan sistem batch. Waktu kontak yang digunakan dalam mengadsorpsi merkuri (Hg) adalah 3 jam. [3]. Kelebihan dan kekurangan metode dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kelebihan dan kekurangan metode

Referensi	Metode	Kelebihan	Kekurangan
[1]	Sabut Kelapa Kombinasi Fly Ash, Tanah Liat Dan Limbah Serbuk Besi	Meningkatkan biomassa dibandingkan metode yang lain	Berpotensi terjadinya pencemaran diakibatkan oleh metal presipitat
[2]	Sabut Kelapa Terimpregnasi 2-Merkaptobenzotianol (Mbt)	Tidak terjadinya penggumpalan	Mebutuhkan pengawasan yang intens
[3]	Sabut Kelapa	Konsisten dan reliable	Mebutuhkan biaya yang banyak
[4]	Karbon Aktif Sabut Kelapa Kombinasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Batu Bara Bitumen Komersial	Pengganti karbon aktif komersial	Efektivitas rendah
[5]	Sabut Kelapa Hijau	Kemampuan dalam menyerap logam berat tinggi	Mebutuhkan media atau material yang banyak
[6]	Sabut Kelapa Mentah Kombinasi Sabut Kelapa Mentah Asam Klorida	Kemampuan dalam menyerap logam berat tinggi	Mebutuhkan media atau material yang banyak

---

[7]	Sabut Kelapa Kombinasi Methylene Blue	Dapat merubah warna biru dari methylen blue menjadi warna kuning	Membutuhkan pengawasan
[8]	Sabut Kelapa Kombinasi Tempurung Kelapa	Tidak membutuhkan pengawasan yang intens	Membutuhkan energy yang cukup besar
[9]	Sabut Kelapa Kombinasi Karbon Aktif, Serbuk Genteng, Pasir Sungai Dan HNO <sub>3</sub>	Tidak membutuhkan biaya yang mahal	Membutuhkan media atau material yang banyak
[10]	Sabut Kelapa Kombinasi Sabut Kelapa sekam padi dan lumpur	Mampu mengurangi logam berat dan mn, efisien dan ramah lingkungan	Membutuhkan media atau material yang banyak

---

## KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dari beberapa studi literature yang berkaitan dengan pengelolaan air asam tambang dengan menggunakan sabut kelapa dapat ditarik kesimpulan bahwa metode yang paling efektif diterapkan untuk Pengelolaan air asam tambang adalah metode pengelolaan air asam tambang dengan menggunakan karbon sabut kelapa kelapa terimpregnasi dengan larutan merkaptobenzotianol (MBT). Hasil penelitian menyatakan bahwa penyerapan terhadap logam berat untuk nilai optimum pada karbon sabut kelapa terimpregnasi dengan merkaptobenzotianol (MBT) adalah sebesar 99,93% namun metode ini tidak efisien karena membutuhkan biaya yang cukup mahal. Metode yang paling efisien adalah metode pengelolaan air asam tambang menggunakan sabut kelapa dikarenakan ekonomis dan ramah lingkungan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan paper ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak khususnya kepada Program Studi Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abiyu A. & Yerima I, S., "Permeable Reactive Barrier sebagai inovasi remediasi air asam tambang yang berkelanjutan dan ramah lingkungan di Indonesia," *Jurnal Himasapta*, Vol. 6, No. 3, Desember 2021 : 159-170.
- [2]. Andreas R., Sulaeman U. & Setyaningtyas T., "Pemanfaatan Karbon Sabut Kelapa Terimpregnasi untuk Mengurangi Tembaga (Ii) dalam Medium Air," Universitas Jenderal Soedirman, *Molekul*, Volume 3, No 2, hal 91-97, 2008.
- [3]. Anirudhan T. S., Diyya L. & Ramachandran M., "Mercury (II) Removal from Aqueous Solutions and Wastewaters using ANovel Cation Exchanger Derived from Coconut Coir Pith and Its Recovery," *Elsevier*, hal 620-627, 2008, doi:10.1016/j.jhazmat.2008.01.030.
- [4]. Chaudhuri M. & Saminal M. C., "Coconut Coir Activated Carbon: An Adsorbent for Removal of Lead from Aqueous Solution," *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, Vol. 148, No. 3, WIT Pres SSN 1743-354, hal 95-104, 2011.
- [5]. Gatut A. W., Dea D. P., Winda T. W. & Fajar S., "Pengaruh Waktu Kontak dan Keasaman terhadap Daya Bio Adsorpsi Limbah Sabut Kelapa Hijau pada Ion Logam Timbal (II)," *Kovalen*, hal 215-220 e-ISSN: 2477-5398. *Sustainability Context, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 894* hal 1-7, 2018.
- [6]. Hanafiah S. F. M., Salleh N. F. M., Ghafar N. A., Shukri N. M., Kamarudin N. H. N. & Hapani R. Jusoh, "Efficiency of Coconut Coir as An Agricultural Adsorbent in Removing Chromium and Nickel Ions from Aqueous Solutions," *International Conference On Science And Technologi*, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/596/1/012048.
- [7]. Ifa L., Frans R. P., Rani W., Fitra J. & Rafdi A, M., "Pemanfaatan Sabut Kelapa sebagai Bioadsorben Logam Berat Pb (II) pada Air Limbah Industri," *Chemical Process Engineering*, Volume 5, Nomor 1, hal 54-60, 2020.
- [8]. Ismiyati M., "Pemanfaatan Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Bioadsorben untuk Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Sistem Batch," *Tesis*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, 2020.
- [9]. Pinandri A. W., Fitriana D. N., Nugraha A. & Suhartono E., "Uji Efektifitas dan Efisiensi Filter Biomassa Menggunakan Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) sebagai Bioremoval untuk Menurunkan Kadar

---

*Nikel Laterit Pulau Gag: Menelusuri Proses Terbentuknya dan Implikasinya dalam Industri Pertambangan (Jarot Pujiono)*



ISSN: 1907-5995

Logam (Cd, Fe, Cu), Total Padatan Tersuspensi (TSS) dan Meningkatkan Ph pada Limbah Air Asam Tambang Batubara,” Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Unlam, *Prestasi*, Volume 1 Nomor 1 ISSN 2089-9122 12, hal 1-12, 2011.

- [10]. Sihotang M. S. M., Rinanti & Fahrul M. F., “Heavy Metal Removal and Acid Mine Drainage Neutralization with Bioremediation Approach,” *International Conference On Environmental And, 2021*.