

Pemanfaatan Material Overburden Batubara Sebagai Komposit Untuk Menurunkan Logam Mn dari Air Asam Tambang Batubara

Mycelia Paradise^{1,2)}, Edy Nursanto¹⁾, Nurkhamim¹⁾

¹⁾Program Magister Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Yogyakarta 55283, Indonesia

²⁾Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

mycelia@itny.ac.id, *edynursanto@upnyk.ac.id*, *nurkhamim@upnyk.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari tentang pemanfaatan material overburden batubara yaitu *claystone*, yang akan dikombinasikan dengan zeolit dan arang aktif tempurung kelapa untuk menurunkan logam Mn dalam air asam tambang batubara. Aktivasi *claystone* dilakukan dengan 3M NaOH, zeolit dengan 3M HCl, dan arang tempurung kelapa dengan 4M HCl. Komposit dibuat dengan mencampurkan ketiga adsorben dengan perbandingan (Claystone[C]:Zeolit[Z]:Arang aktif [A]) = 25:25:50. Hasil uji luas permukaan menunjukkan bahwa komposit memiliki luas permukaan 62,44 m²/g. Adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* menggunakan alat *hot plate stirer* pada variasi waktu kontak 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Berdasarkan hasil uji adsorpsi, 7,5 gram komposit mampu menurunkan konsentrasi Mn dengan efektivitas 43,64% dan kapasitas adsorpsi 0,445 mg/g pada waktu kontak 30 menit.

Kata kunci : adsorpsi, komposit, efektivitas, kapasitas

DOI: 10.15408/jipl.v1i1.20420

ABSTRACT

This research studied the use of coal overburden material (claystone) which was combined with zeolite and activated carbon from coconut shell to remove manganese (Mn) from acid mine drainage in coal mining. Claystone was activated using 3M NaOH, 3M HCl for zeolite, and 4M HCl for coconut shell. Composite was made by combining claystone, zeolite, and coconut shell with 3 ratio (claystone [C], zeolite [Z], activated carbon [A]) = 25:25:50. The result of surface area analyzer showed that the surface area of composite was 62,44 m²/g. Adsorption with batch system was carried out using hot plate stirer on 30,60, 90, 120, and 150 minutes of contact time. Adsorption result showed that 7,5 gram of composite succeeded decreasing manganese concentration with 43,64% effectiveness and 0,445 mg/g adsorption capacity on 30 minutes of contact time.

Keywords : adsorption, composite, efectiveness, capacity

DOI : [10.15408/jipl.v1i1.20420](https://doi.org/10.15408/jipl.v1i1.20420)

PENDAHULUAN

Proses pembongkaran overburden pada penambangan batubara menghasilkan banyak material *overburden* yang bisa disebut limbah karena keberadaannya yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Material *overburden* memiliki potensi penyebab terjadinya air asam tambang, dimana terpaparnya batuan yang mengandung mineral sulfida akan bereaksi dengan oksigen dan air. Air asam tambang (AAT) yaitu air dengan nilai pH rendah dan kelarutan logam yang tinggi (Indra, 2014). AAT mengandung banyak logam berat, salah satunya adalah mangan (Mn). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Batubara, kadar maksimum mangan total adalah 4 mg/l. Penelitian ini memanfaatkan limbah overburden yaitu *claystone* untuk dibuat menjadi suatu komposit untuk mengurangi konsentrasi Mn dalam AAT melalui proses adsorpsi. *Claystone* berpotensi menurunkan konsentrasi logam berat dari air limbah karena memiliki daya jerap yang kuat pada beberapa logam berat (Musso dkk.,2014). Zeolit mengandung rongga sehingga berpotensi menjadi penyerap logam berat dalam air (Catri, 2016). Arang aktif tempurung kelapa memiliki banyak pori sehingga berpotensi menyerap logam berat (Li dkk, 2009). Penelitian tentang adsorpsi logam berat menggunakan zeolit atau arang aktif tempurung kelapa telah banyak dilakukan peneliti sebelumnya, namun penyerapan (adsorpsi) logam berat menggunakan campuran dari ketiga material (*claystone*, zeolit, dan arang aktif tempurung kelapa) belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, peneliti mencoba mengkombinasikan ketiga material menjadi suatu campuran yang disebut komposit untuk menyerap logam Mn. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan penyerapan logam Mn oleh material *claystone*, zeolit, dan arang tempurung kelapa. Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat yaitu sebagai alternatif penyerapan logam berat dalam air asam tambang menggunakan adsorben yang berbiaya rendah. Selain itu, penelitian ini diharapkan akan meningkatkan nilai keekonomian *claystone*, zeolit, dan arang tempurung kelapa.

METODE

Alat

Hot plate stirrer, gelas beker, neraca analitik, *erlenmeyer*, spatula, cawan petri, corong kaca, gelas ukur, *oven*, *furnace*, tangkrus

Bahan

Claystone dari material overburden pada pertambangan batubara, zeolit, tempurung kelapa, HCl p.a (merck), NaOH p.a (Merck), akuades

Preparasi Adsorben

1. *Claystone* ditumbuk, dan diayak dengan ayakan 100 mesh, dicuci dengan akuades, disaring, dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 4 jam. Kemudian diaktivasi kimia dengan merendam 150 gram *claystone* pada gelas beker berisi 300 ml NaOH 3M. Larutan disaring dengan kertas saring whatman, dicuci dengan akuades, dan dipanaskan pada *furnace* dengan suhu 700°C selama 30 menit dan kemudian didinginkan sampai suhu ruang. (Nwosu dkk, 2018; Mukarrom dkk, 2020).
2. Zeolit ditumbuk, dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Zeolit direndam dalam akuades selama 24 jam, disaring, dan dikeringkan pada suhu 120°C selama 24 jam. Kemudian diaktivasi kimia dengan merendam 150 gram zeolit kedalam gelas beker berisi 300 ml HCl 3M. Larutan disaring dengan kertas saring, dicuci dengan akuades, dikeringkan pada temperatur 80°C selama 24 jam, dan didinginkan sampai suhu ruang.
3. Arang tempurung kelapa ditumbuk dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Arang tempurung kelapa diaktivasi dengan cara merendam 150 gram arang tempurung kelapa pada gelas beker berisi 300 ml HCl 4M. Larutan disaring dengan kertas saring, dicuci dengan akuades, dipanaskan pada suhu 110°C selama 3 jam, dan didinginkan sampai suhu ruang (Tan dkk, 2017; Pranoto dkk, 2020).

Pembuatan Komposit

Komposit dibuat dengan mencampurkan *claystoneteraktivasi*, zeolit teraktivasi, dan arang aktif tempurung kelapa dengan perbandingan (C: Z: A) = 25:25:50. Komposit dikarakterisasi menggunakan *surface area analyzer* untuk menentukan luas permukaannya.

Adsorpsi Mn dari AAT

Adsorpsi dilakukan menggunakan *alathot plate stirer*. volume AAT adalah 250 ml, kecepatan pengadukan 300 rpm, berat komposit 7,5 gram, dengan variasi waktu kontak 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Kapasitas adsorpsi (mg/g) dan efektivitas adsorpsi (%) dihitung menggunakan Persamaan (1) dan (2) (Balintova dkk, 2014):

$$\frac{x}{m} = \frac{(Co-Ce).V}{W} \tag{1}$$

$$Q = \frac{(Co-Ce)}{Co} \times 100\% \tag{2}$$

Dimana $\frac{x}{m}$ adalah kapasitas adsorpsi, Q adalah efektivitas adsorpsi, Co adalah konsentrasi awal, Ce adalah konsentrasi kesetimbangan, V adalah volume larutan dalam liter, dan W adalah massa komposit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Surface Area

Uji luas permukaan dilakukan dengan metode BET, dengan hasil seperti Tabel 1

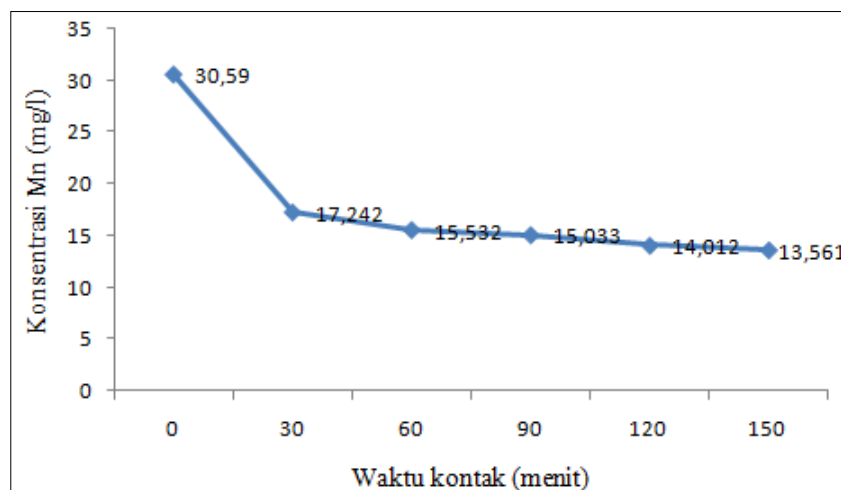
Tabel 1. Luas permukaan komposit

Ukuran pori (nm)	Volume pori (cm ³ /g)	Luas permukaan(m ² /g)
3,7581	0,022073	62,4423

Tabel 1 menunjukkan bahwa komposit memiliki luas permukaan yang besar (62.4423 m²/g). Ukuran pori yang kecil menyebabkan luas permukaan semakin besar. Volume pori komposit juga banyak, sehingga komposit merupakan adsorben yang potensial untuk menyerap logam berat terlarut dalam air.

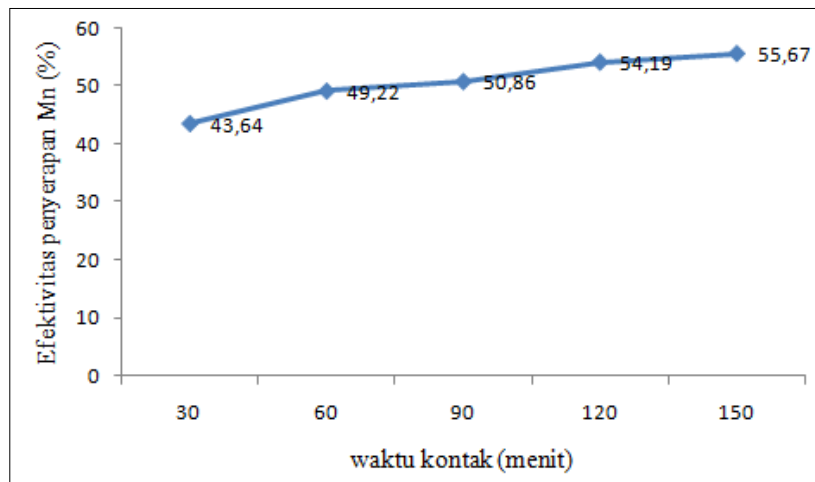
Adsorpsi Mn

Berdasarkan hasil uji adsorpsi dan analisa AAS, maka konsentrasi Mn dalam AAT pada berbagai variasi waktu kontak adalah sebagai berikut:



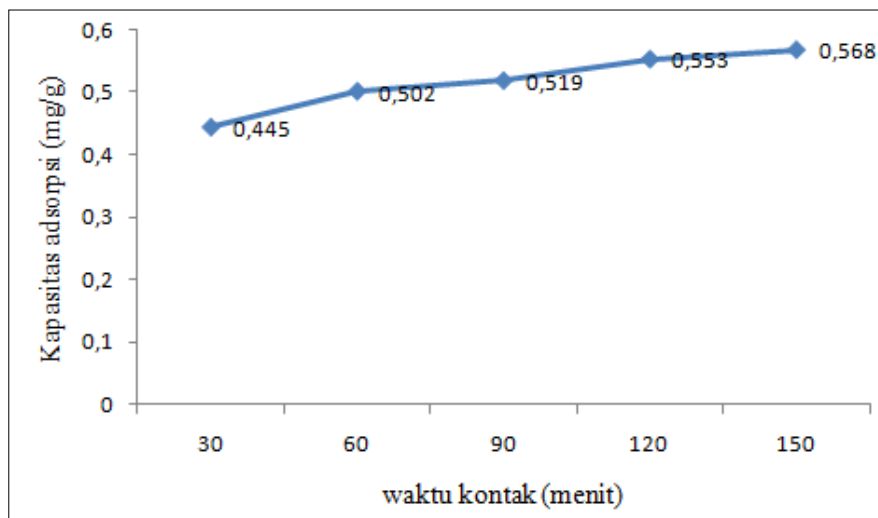
Gambar 1. Konsentrasi Mn setelah adsorpsi

Berdasarkan Gambar 1, komposit berhasil menurunkan konsnetrasi Mn dari konsentrasi awal 30,59 mg/l menjadi 17,242 mg/l pada waktu kontak 30 menit. Konsentrasi Mn mengalami penurunan pada menit ke 60 menjadi 15,532 mg/l, namun penurunan konsentrasi Mn pada menit selanjutnya tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena pada waktu kontak 60 menit, komposit telah jenuh sehingga penyerapannya tidak lagi optimal dan penurunan konsentrasi Mn tidak sebanding dengan penambahan waktu kontak. Setelah 60 menit, pori-pori komposit telah terisi oleh Mn sehingga tidak lagi efektif menyerap Mn dari AAT. Hasil percobaan menunjukkan bahwa komposit berhasil menurunkan konsentrasi Mn walaupun belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Hal ini berarti *claystone* dari material overburden batubara dapat dimanfaatkan sebagai material pembentuk komposit untuk menurunkan konsentrasi Mn dalam AAT. Selanjutnya efektivitas penyerapan komposit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Efektivitas adsorpsi komposit

Gambar 2 menunjukkan bahwa adsorpsi dengan waktu kontak 30 menit memberikan efektivitas penyerapan 43,64%. Efektivitas meningkat pada menit ke 60 menjadi 49,22%, namun peningkatan efektivitas penyerapan komposit tidak signifikan seiring penambahan waktu kontak. Hal ini terjadi karena waktu kontak optimum adsorpsi adalah pada 60 menit, sehingga penyerapannya tidak lagi efektif dan begitu pula efektivitas adsorpsinya yang masih berada di angka 54 atau 55%. Selanjutnya kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kapasitas adsorpsi komposit

Berdasarkan Gambar 3, kapasitas adsorpsi pada menit ke 30 sebesar 0,445 mg/g, dimana artinya tiap 1 gram komposit mampu menyerap Mn sebanyak 0,445 mg. Kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan pada menit ke 60 menjadi 0,502 mg/g, kemudian peningkatan kapasitas adsorpsi tidak lagi signifikan seiring penambahan waktu kontak karena masih di angka 0,5 mg/g hingga menit ke 150. Hal ini sejalan dengan hasil penentuan waktu kontak optimum adsorpsi, dimana komposit telah mengalami kejenuhan sehingga berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsinya.

SIMPULAN

Claystone dari material overburden batubara, zeolit, dan arang aktif tempurung kelapa merupakan adsorben yang ekonomis untuk mengurangi konsentrasi Mn dalam AAT. Komposit berhasil menurunkan konsentrasi Mn walaupun masih diatas baku mutu, oleh karena itu perlu dilakukan adsorpsi dengan waktu kontak yang lebih lama. Efektivitas adsorpsi terbesar yaitu 55,67% dengan kapasitas adsorpsi 0,568 mg/g pada waktu kontak 150 menit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Era dan Raymond yang telah memfasilitasi pengambilan sampel AAT dari Bontang Kalimantan Timur

DAFTAR PUSTAKA

Balintova, M., Holub, M., Stevulova, N., Cigasova, J., & Tesarcikova, M. 2014. *Sorption in acidic environment–biosorbents in comparison with commercial adsorbens*. *Chemical Engineering*, 39.

Catri, C. R. (2016). The Effectiveness of Natural Zeolite as Metal Absorbent Copper (II) in Pool Water With Coloumn Adsorption Method.. *Jurnal Penelitian Saintek*, 21(2), 87-95.

Indra, H., Lepong, Y., Gunawan, F., & Abfertiawan, M. S. (2014). Penerapan Metode Active dan Passive Treatment Dalam Pengelolaan Air Asam Tambang Site Lati. *Jurnal Ilmiah*. Oktober.

Li, W., Peng, J., Zhang, L., Yang, K., Xia, H., Zhang, S., & Guo, S. H. (2009). Preparation of activated carbon from coconut shell chars in pilot-scale microwave heating equipment at 60 kW. *Waste management*, 29(2), 756-760.

Mukarrom, F., Karsidi, R., Gravitiani, E., Astuti, F., & Maharditya, W. 2020. *The assessment of claystone, quartz and coconut shell charcoal for adsorbing heavy metals ions in acid mine drainage*. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 858, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.

Musso, T. B., Parolo, M. E., Pettinari, G., & Francisca, F. M. 2014. Cu (II) and Zn (II) adsorption capacity of three different clay liner materials. *Journal of environmental management*, 146, 50-58.

Nwosu, F. O., Ajala, O. J., Owoyemi, R. M., & Raheem, B. G. 2018. *Preparation and characterization of adsorbents derived from bentonite and kaolin clays*. *Applied Water Science*, 8(7), 195

Pranoto, Martini, T., Astuti, F., & Maharditya, W. 2020. *Test The Effectiveness and Characterization of Quartz Sand/Coconut Shell Charcoal Composite as Adsorbent of Manganese Heavy Metal*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 858. 012041. 10.1088/1757-899X/858/1/012041.

Tan, I. A. W., Abdullah, M. O., Lim, L. L. P., & Yeo, T. H. C. 2017. *Surface modification and characterization of coconut shell-based activated carbon subjected to acidic and alkaline treatments*. *Journal of Applied Science & Process Engineering*, 4(2), 186-194.