

Pengaruh Adsorpsi Fe Dalam Air Asam Tambang Terhadap Luas Permukaan Adsorben

Mycelia Paradise

Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : mycelia@itny.ac.id

ABSTRAK

Adsorpsi merupakan salah satu metode efektif untuk menurunkan logam berat dalam air. Salah satu faktor penentu keberhasilan proses adsorpsi adalah adsorben. Penelitian ini memanfaatkan *clay*, zeolit, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai komposit untuk menyerap Fe. Proses adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* dengan variabel massa komposit 2,5 gram, kecepatan pengadukan 300rpm dan waktu kontak 30 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben memiliki luas permukaan 62,442 m²/g. Setelah uji adsorpsi, luas permukaan mengalami penurunan menjadi 56,050 m²/g. Menurunnya luas permukaan adsorben ini sejalan dengan penurunan konsentrasi Fe setelah adsorpsi, dari konsentrasi awal 13,006 mg/L menjadi 0,1484 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa komposit sebagai adsorben telah berhasil menyerap Fe sehingga pori-porinya terisi oleh Fe dan logam berat lainnya.

Kata kunci: adsorpsi, adsorben, Fe, luas permukaan

ABSTRACT

Adsorption is one of the effective methods to reduce heavy metals in water. One of the important factors for the success of the adsorption process is the adsorbent. This research utilized clay, zeolite, and coconut shell activated charcoal as composites to absorb Fe. The adsorption process was carried out in a batch system with a composite mass of 2.5 grams, stirring speed of 300 rpm and contact time of 30 minutes. The results showed that the adsorbent had a surface area of 62.442 m²/g. After the adsorption, the surface area decreased to 56.050 m²/g. The decreasing of surface area of the adsorbent was in line to the decreasing of Fe concentration after adsorption, from the initial concentration of 13.006 mg/L to 0.1484 mg/L. This indicated that the composite as an adsorbent has succeeded in absorbing Fe and the pores were filled with Fe and other heavy metals.

Keywords: adsorption, adsorbent, Fe, surface area

1. PENDAHULUAN

Adsorpsi dianggap sebagai salah satu metode yang efektif dalam penyerapan logam berat. Salah satu faktor penentu keberhasilan proses adsorpsi logam berat yaitu adsorben. Beberapa material yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah *clay*, zeolit, dan arang tempurung kelapa. *Clay* memiliki daya jerap yang kuat terhadap logam berat yang terlarut dalam air[4]. Zeolit berstruktur rangka sehingga memiliki banyak ruang kosong. Hal ini memungkinkan zeolit sebagai penyerap logam berat[1]. Arang tempurung kelapa merupakan salah satu bahan karbon aktif yang memiliki luas permukaan besar, sehingga memiliki kemampuan sebagai penyerap logam berat[7]. Luasnya permukaan material adsorben akan terisi logam berat pada saat proses adsorpsi berlangsung. Penelitian ini memanfaatkan material *clay*, zeolit, dan arang tempurung kelapa yang telah diaktivasi sebagai sebuah komposit untuk menyerap Fe dalam sampel air asam tambang. Komposit merupakan campuran dari beberapa material. Sampel air asam tambang berasal dari salah satu lokasi penambangan batubara di Kalimantan Timur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh adsorpsi sistem *batch* terhadap luas permukaan adsorben.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium. Adsorpsi yang digunakan yaitu sistem *batch* menggunakan alat *hot plate stirrer*. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Alat:

Hot plate stirrer, gelas beker 500 ml, labu ukur, ayakan 100 mesh, corong kaca, spatula, pH meter Hanna, kertas saring whatman No. 41.

Bahan:

Clay dari material overburden batubara, zeolit dari Klaten, arang tempurung kelapa, aquades, air asam tambang dari *sump*, NaOH 3M, HCl 3M, HCl 4M.

Prosedur penelitian:

1. Aktivasi *clay*
Aktivasi *clay* dilakukan dengan merendamnya dengan larutan NaOH konsentrasi 3M selama 3 jam [6] [3]
2. Aktivasi zeolit
Zeolit diaktivasi dengan merendamnya kedalam larutan HCl konsentrasi 3M selama 3 jam [2] [5]
3. Aktivasi arang tempurung kelapa
Tempurung kelapa yang sudah menjadi arang diaktivasi dengan merendamnya kedalam larutan HCl konsentrasi 4M selama 24 jam [8]
4. Pembuatan komposit
Komposit dibuat dengan cara mencampur *clay* aktif, zeolit aktif, dan arang aktif tempurung kelapa (masing-masing 100 mesh) dengan perbandingan 25:25:50
5. Uji luas permukaan adsorben (*Surface Area Analyzer*) dengan metode BET (*Brunaur, Emmet, and Teller*)
6. Uji adsorpsi
Uji adsorpsi dilakukan dengan cara meletakkan gelas beker berisi 250 ml sampel air asam tambang ke atas *hot plate stirer*. Selanjutnya 2,5 gram adsorben dimasukkan kedalam gelas beker. Uji adsorpsi dilakukan pada suhu 26°C dengan kecepatan 300 rpm selama 30 menit
7. Uji luas permukaan adsorben (*Surface Area Analyzer*) dengan metode BET (*Brunaur, Emmet, and Teller*) setelah digunakan untuk adsorpsi
8. Uji AAS untuk mengetahui konsentrasi Fe dalam AAT setelah adsorpsi

3. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sampel air asam tambang batubara mengandung Fe = 13,006 mg/L. Berdasar Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atasu Kegiatan Pertambangan Batubara, mensyaratkan kadar maksimum besi total adalah 7 mg/L. Sehingga kadar Fe dalam sampel air asam tambang melebihi baku mutu.

3.1. Kandungan Fe dalam Sampel Air Asam Tambang Setelah Adsorpsi

Setelah dilakukan uji adsorpsi dengan sistem *batch*, kandungan Fe dalam sampel air asam tambang mengalami penurunan hingga memenuhi baku mutu. Efektivitas penurunan konsentrasi Fe yaitu 98,86%, dari konsentrasi awal 13,006 mg/L menjadi 0,1484 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa komposit sebagai adsorben telah berhasil menyerap Fe hingga memenuhi baku mutu.

Tabel 1. Efektivitas penurunan Fe

| Konsentrasi awal (mg/L) | Konsentrasi akhir (mg/L) | Efektivitas (%) |
|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| 13,006 | 0,1484 | 98,86 |

3.2. Luas Permukaan Adsorben

Berdasarkan uji luas permukaan adsorben (*Surface Area Analyzer*) dengan metode BET (*Brunaur, Emmet, and Teller*) diperoleh hasil seperti Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Luas permukaan adsorben

| | Volume Pori (cm ³ /g) | Luas permukaan (m ² /g) |
|------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Sebelum adsorpsi | 0,02208 | 62,442 |
| Setelah adsorpsi | 0,00884 | 56,050 |

Sebelum adsorpsi, adsorben memiliki luas permukaan yang besar yaitu 62,442 m²/g dengan volume pori 0,02208 cm³/g. Hal ini berarti untuk 2,5 gram adsorben yang digunakan untuk uji adsorpsi memiliki luas permukaan 156,105 m²/g. Setelah digunakan untuk adsorpsi, terjadi penurunan volume pori dari volume pori awal 0,02208 (cm³/g) menjadi 0,00884 (cm³/g). Hal ini menyebabkan luas permukaan adsorben mengalami penurunan dari 62,442 m²/g menjadi 56,050 m²/g. Menurunnya volume pori adsorben menunjukkan bahwa pori-pori adsorben telah terisi oleh logam berat yang dijerap pada saat proses adsorpsi berlangsung. Logam berat, salah satunya Fe menempati pori-pori adsorben sehingga mengurangi volume pori dan menurunkan luas permukaannya. Hal ini terbukti dari penurunan konsentrasi Fe dalam air asam tambang, dimana setelah uji adsorpsi Fe mengalami penurunan hingga 98,86% dari konsentrasi awal.

4. KESIMPULAN

Adsorben berupa campuran *clay* aktif, zeolit aktif, dan arang aktif tempurung kelapa merupakan adsorben yang efektif menurunkan konsentrasi Fe dalam sampel air asam tambang dengan tingkat efektivitas 98,86%. Proses adsorpsi Fe dalam sampel air asam tambang mempengaruhi luas permukaan adsorben, yaitu menurunkan luas permukaan dan volume porinya. Hal ini terjadi karena adsorben telah berhasil menjerap Fe ketika proses adsorpsi berlangsung, sehingga pori-porinya terisi oleh Fe maupun logam berat lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Bapak Era dan tim atas fasilitas pengiriman sampel

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] Kunarti, E. S., Sutarno, S., & Baralangi, S. 2015. Adsorpsi Polutan Ion Dikromat Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Amina (*Adsorption of Dichromate Ions Pollutant Using Ammine Modified-natural Zeolites*). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(3), 298-304.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Ngapa, Y. D., & Gago, J. 2019. Adsorpsi ion Pb (II) Oleh Zeolit Alam Ende Teraktivasi Asam: Studi Pengembangan Mineral Alternatif Penjerap Limbah Logam Berat.
- [6] 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
- [7] Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y., Rachimoallah, M., & Putri, E. M. 2013. Pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl₂ dan Na₂CO₃ sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), F116-F120.
- [8] 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.