

# PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI BATUBARA KOTOR (DIRTY COAL) SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM $Cd^{2+}$ DAN $Pb^{2+}$ DALAM LARUTAN

Yogie Henry Payung, Saibun Sitorus, Alimuddin

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75123

## ABSTRACT

The research of activated carbon utilization of dirty coal as an adsorbent ion cadmium (Cd) and plumbum (Pb) has been done. In this research, the variations of solutions pH value (1, 2, 3, 4, 5 and 6), contact time (5, 10, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 minutes), and the variation of concentration (20, 40, 60, 80 and 100 mg/L) were applied. The determination of cadmium and plumbum ion concentration used an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The optimum condition cadmium ion on pH 4, than in the plumbum on pH 5 with optimum time contact is 15 minutes and the maximum adsorptive capacity cadmium ion in value is 2,90 mg/g, than on plumbum ion is 3,08 mg/g.

**Keywords:** Adsorption, Activated Carbon, Dirty Coal, Cadmium, Plumbum, Ion, Solution

## A. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif disamping minyak dan gas bumi. Penggunaan energi batubara ini diperkirakan akan terus meningkat hingga 34,6 % pada tahun 2025 (Setiaka, 2008). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2006 bahwa disamping potensinya sebagai sumber energi, penggunaan batubara ini menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan yaitu limbah gas dan limbah padat. Limbah padat hasil penambangan batubara salah satunya adalah batubara kotor (dirty coal). Penelitian oleh Japan International Cooperation Agency (JICA) dan Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) yang menyebutkan bahwa dalam kurun waktu satu tahun ada 600.000 ton batubara kotor yang terbuang percuma dan larut masuk

ke dalam sungai Mahakam, diperkirakan tahun berikutnya batubara kotor yang terbuang mencapai 1 juta ton per tahun (Haspiadi, 2010). Salah satu cara untuk menangani limbah ini yaitu dengan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Dari berbagai penelitian juga telah diketahui kemampuan karbon aktif untuk mengurangi pencemaran limbah industri salah satunya logam berat. Menurut Arifin (2008), kontaminasi logam berat terutama Pb dan Cd di lingkungan merupakan masalah besar dunia saat ini. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan batubara kotor sebagai karbon aktif agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan oleh industri yang menghasilkan ion logam berat Cd dan Pb yang masuk ke dalam perairan.

## B. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: pipet tetes, pipet volume 10 mL, erlenmeyer 100 mL, labu ukur 1000 mL, botol semprot, cawan porselen, botol timbang, lumpang porselen, tanur, crusher, timbangan analitik, pH meter, oven, sarung tangan tahan panas, masker, spatula, ayakan dan desikator.

### 2.2. Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain: batubara kotor (*dirty coal*), asam fosfat ( $H_3PO_4$ ), aquadest, kertas saring Whatman, larutan  $Pb(NO_3)_2$ , larutan  $CdSO_4$  dan aquades.

### 2.3. Prosedur Penelitian

Untuk membuat karbon aktif, digunakan sampel batubara kotor (*dirty coal*) yang berukuran 200 mesh, kemudian diaktivasi selama 24 jam dengan  $H_3PO_4$  25% dan selanjutnya dikarbonasi dengan suhu 800°C selama 2 jam lalu dicuci dengan aquades hingga mencapai pH netral (pH 7) lalu di keringkan di dalam oven dengan suhu 150°C. Untuk mengetahui kualitas dari karbon aktif ini dilakukan uji parameter antara lain kadar air, kadar abu, *volatile matter*, kadar karbon dan iod. Kemampuan proses adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  dan  $Pb^{2+}$  oleh karbon aktif batubara kotor diuji kedalam tiga parameter, antara lain penentuan pH optimum, waktu kontak optimum dan kapasitas adsorpsi optimum dengan metode batch.

**Tabel 1.** Nilai Kualitas Karbon Aktif

| Parameter                               | Hasil analisis | SNI 06-3730-1995 |
|---|----------------|------------------|
| Kadar air ( <i>Moisture</i> )           | 9,46 %         | < 15%            |
| Kadar abu ( <i>Ash content</i> )        | 10,56 %        | < 10%            |
| Zat terbang ( <i>Volatille matter</i> ) | 49,15 %        | < 25%            |
| Kadar karbon ( <i>Fixed carbon</i> )    | 40,29 %        | > 65%            |

|              |             |            |
|--------------|-------------|------------|
| Iod (Iodine) | 723,33 mg/g | > 750 mg/g |
|--------------|-------------|------------|

### C. HASIL PENELITIAN

#### 3.1. Penentuan pH optimum adsorpsi ion logam Cd dan Pb oleh karbon aktif

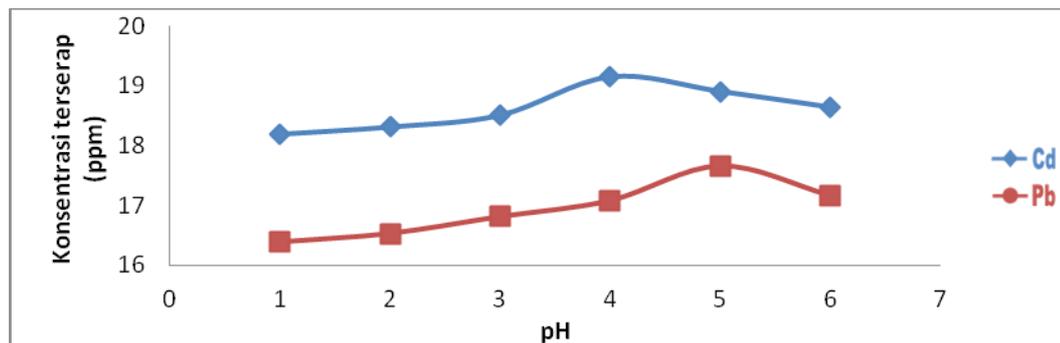
Derajat keasaman (pH) merupakan faktor utama yang mempengaruhi proses adsorpsi logam di dalam larutan, karena pH yang bervariasi akan berpengaruh pada muatan pada situs aktif atau ion H<sup>+</sup> akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif. Selain itu pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs aktif adsorben (Wirawan, 2011).

Kondisi optimum masing-masing logam terdapat pada pH 4 untuk logam Cd dan pH 5 untuk logam Pb. Kondisi pH optimum ini disebabkan karena ion H<sup>+</sup> telah cukup berikatan dengan ion logam. Penurunan penyerapan setelah titik optimum disebabkan karena karbon aktif telah jenuh oleh ion logam dan ion-ion tersebut sudah tidak berikatan lagi dengan ion H<sup>+</sup> karena ion H<sup>+</sup> telah berkurang seiring dengan naiknya pH.

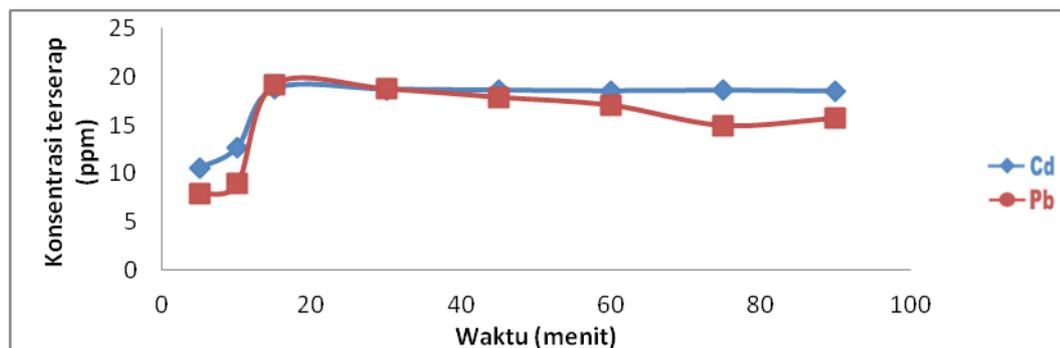
#### 3.2. Waktu kontak optimum adsorpsi ion logam Cd dan Pb oleh karbon aktif

Dengan pH optimum yang telah diketahui, selanjutnya akan ditentukan waktu kontak dengan tujuan mengetahui berapa waktu optimum karbon aktif dalam menyerap ion logam. Dalam pengaruh waktu, penyerapan berbanding lurus dengan waktu. Jadi semakin lama waktu kontak maka semakin banyak pula logam yang terserap.

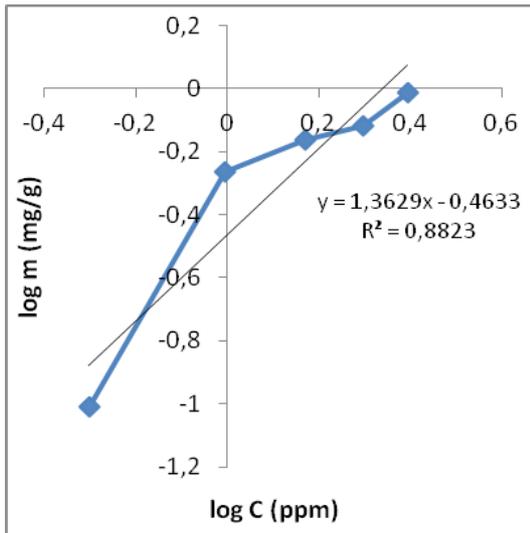
Titik optimum penyerapan kedua logam terdapat pada menit ke 15, penurunan penyerapan terjadi pada selang waktu berikutnya. Kondisi optimum ini terjadi karena karbon aktif telah jenuh oleh logam dan seluruh situs aktifnya sudah berikatan dengan logam, kejenuhan ini yang membuat waktu kontak tidak berpengaruh lagi. Waktu optimum yang cukup cepat ini juga disebabkan karena kemungkinan pada awal adsorpsi penyerapan ion-ion logam juga berlangsung secara cepat untuk mengisi rongga pada karbon aktif, sehingga setelah melewati titik optimumnya proses penyerapan kembali menurun, bahkan pada logam Cd penyerapan ion cukup konstan.



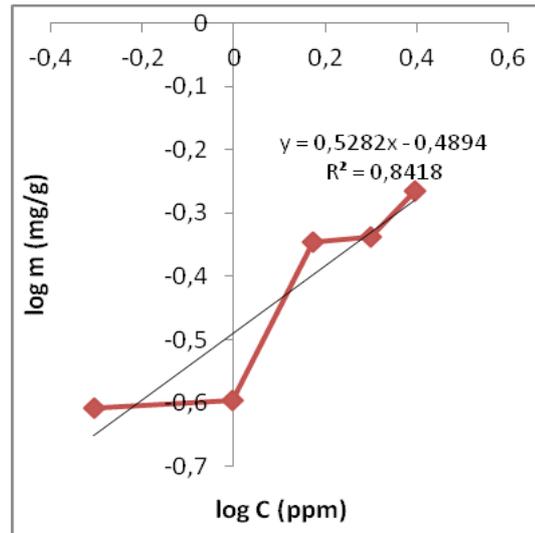
Gambar 1. Penentuan pH Optimum



Gambar 2. Penentuan Waktu Optimum



Gambar 3. Logam Cd



Gambar 4. Logam Pb

**3.3. Penentuan kapasitas adsorpsi yang mengacu pada isoterm Freundlich**

Dari grafik diatas diperoleh persamaan  $y = ax + b$  Untuk menghitung kapasitasnya, digunakan rumus persamaan isoterm Freundlich yaitu :

Dimana k adalah nilai dari kapasitas adsorpsi. Berikut ini adalah nilai kapasitas adsorpsi dari masing-masing logam :

| Logam | Kapasitas adsorpsi (mg/g) |
|-------|---------------------------|
| Cd    | 2,90                      |
| Pb    | 3,08                      |

**D. KESIMPULAN**

Karbon aktif batubara kotor dapat mengadsorpsi ion logam Cd dengan kondisi pH optimum 4 dan mengadsorpsi ion logam Pb dengan pH optimum 5 dimana waktu optimum yang diperlukan untuk mengadsorpsi kedua ion logam di dalam larutan yaitu selama 15 menit. Dengan kemampuan kapasitas

adsorpsi karbon aktif per 1 gr mampu mengadsorpsi ion logam Cd sebanyak 2,90 mg di dalam larutan sedangkan untuk ion logam Pb dalam larutan mampu diadsorpsi sebanyak 3,02 mg per 1 gram karbon aktif yang digunakan.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Arifin. 2008. *Potensi Karbon Aktif Sebagai Media Adsorpsi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)*. Smk3ae.wordpress.com
2. Billah, M. 2010. *Kemampuan Batubara dalam Menurunkan Kadar Logam Cr<sup>2+</sup> dan Fe<sup>2+</sup> Dalam Limbah Industri Baja*. Jurnal Penelitian Ilmu Teknik vol 10 no.1
3. Gani. 2008. *Percobaan Penyerapan Limbah Industri Menggunakan Karbon Aktif Dari Batubara Tanjung Tabalong Kalimantan Selatan*. Volume 4 no. 3
4. Haspiadi. 2010. *Pemanfaatan Batubara Kotor (Dirty Coal) Menjadi Karbon Aktif*. Samarinda : Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda
5. Setiaka, J. 2010. *Adsorpsi logam Cu (II) Dalam Larutan Pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom*. Surabaya : ITS
6. Wirawan, T. 2011. *Adsorpsi Krom (Cr) Oleh Arang Aktif Termodifikasi Dari Tempurung Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Mulawarman Scientific. Volume 10 no. 1