

Pemanfaatan Arang Aktif Dari Batubara Kotor (*Dirty Coal*) Sebagai Adsorben Ion Logam Mn(II) dan Ag(I)

Saibun Sitorus¹ dan Meliani Pijer^{2*}

¹Dosen Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²Mahasiswa Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

Jl. Barong Tongkok No.4 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75123

*Korespondensi: melianipijer@gmail.com; meinpensieve@gmail.com

Abstract. *The research has done about use of activated carbon as an adsorben of dirty coal in metal ions Mn(II) and Ag(I). This research was intended to find the effects of pH value, contact period and to determine the maximum adsorptive capacity Mn(II) and Ag(I) metal ions by dirty coal activated carbon. The adsorption process have been variate of pH 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8; contact time variation 15, 30, 45, 60 and 75 minutes; concentration variation 30, 45, 60, 75, 105, and 120 mg/L. The adsorption capacity determinate of Mn(II) and Ag(I) metal ions by dirty coal activated carbon used Isoterm Langmuir. The analysis of metal ions Mn(II) and Ag(I) concentration by dirty coal activated carbon by using atomic absorption spectrophotometer (AAS). The result of this research shows that dirty coal activated carbon could adsorb metal ion Mn(II). The optimum condition was achieved at the pH 6 with a number of metal ions that adsorbed at 23,4265 mg/L, with optimum period of 30 minutes with a number of metal ions that adsorbed at 23,9939 mg/L, as for optimum concentration was achieved at the cosentration 90 mg/L with a number of metal ions that adsorbed at 56,5518 mg/L and metal ion adsorption capacity of Mn(II) adsorbed by the dirty coal activated carbon could reach 34,4827 mg Mn/g. As for the adsorption of metal ions Ag(I) the optimum condition was achieved at the pH 7 with a number of metal ions that adsorbed at 20,5000 mg/L.*

Keywords: *dirty coal, activated carbon, adsorption, metal ions Mn(II), metal ions Ag(I)*

PENDAHULUAN

Batubara adalah salah satu sumber energi yang penting bagi dunia, yang digunakan pembangkit listrik untuk menghasilkan listrik hampir 40% di seluruh dunia. Di banyak Negara angka-angka ini jauh lebih tinggi; Polandia menggunakan batubara lebih dari 94 % untuk pembangkit listrik; Afrika Selatan 92%; Cina 77%; dan Australia 76%; batubara merupakan sumber energi yang mengalami pertumbuhan paling cepat didunia di tahun-tahun belakangan ini lebih cepat dari pada gas, minyak, nuklir, air dan sumber daya pengganti (Word Coal Institut, 2012).

Batubara yang diperoleh dari hasil penambangan pasti mengandung bahan pengotor (*impurities*). Pada saat terbentuknya, batubara selalu bercampur dengan mineral penyusun batuan yang selalu terdapat bersamaan selama proses sedimentasi, baik sebagai mineral anorganik ataupun sebagai bahan organik (Sukandarrumudi, 2006). Kegiatan pertambangan batubara selain menghasilkan batubara sebagai produk utama juga menghasilkan limbah baik cair maupun padat yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi

lingkungan. Khususnya limbah padat berupa batubara halus dan batubara kotor (Haspiadi, 2008).

Batubara kotor merupakan hasil dari kegiatan pertambangan batubara, dimana batubara ini merupakan batubara yang mengalami kontaminasi dengan tanah, damar dan beberapa senyawa-senyawa lainnya. Sehingga menyebabkan kualitas kalor dari batubara ini tidak mencapai standar ekspor sehingga batubara kotor ini sangat jarang dimanfaatkan, bahkan sebanyak 600.000 ton batubara kotor ini tidak dimanfaatkan dan terbuang percuma ke dalam sungai (Sukandarrumudi, 2006).

Menurut Achmad (2004), pencemaran logam berat Ag (argentum) dalam bentuk ion logamnya jarang terjadi, tapi Ag (argentum) sering dijumpai dalam bentuk mineral atau berasosiasi dengan unsur lain di lingkungan. Ag (argentum) dalam batas-batas tertentu digolongkan sebagai polutan karena bersifat sangat toksik terhadap flora dan fauna air. Sebagian besar Ag (argentum) yang masuk ke ekosistem lingkungan perairan berasal dari industri fotografi, limbah pertambangan dan elektroplating. Mangan (Mn) dalam konsentrasi tinggi merupakan senyawa

beracun tapi tidak lebih beracun dari besi, nikel dan tembaga. Menurut Purnama (2009) dilihat dari sifat toksisitasnya logam mangan (Mn) tergolong dalam logam yang memiliki sifat toksisitas yang tergolong dalam kelompok toksisitas logam yang bersifat rendah.

Persoalan spesifik logam berat di lingkungan terutama karena keberadaannya di alam yang semakin meningkat, selain itu akibat dari pencemaran lingkungan yang berasal dari limbah industri, limbah bahan kimia yang memiliki bahan aktif yang mengandung logam berat sehingga bersifat toksik terhadap tanah, air dan udara, serta akumulasinya sampai pada rantai makanan yang membawa dampak buruk bagi sistem metabolisme makhluk hidup.

Berdasarkan uraian diatas dan melihat cukup banyak batubara kotor yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan, maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan memanfaatkan batubara kotor tersebut dalam rangka ikut menyelesaikan permasalahan lingkungan. Dalam penelitian ini dilakukan pemanfaatan batubara kotor sebagai adsorben logam berat yaitu ion logam Mn(II) dan Ag(I).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan variasi pH dan hubungan variasi waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam Mn(II) dan Ag(I) oleh arang aktif batubara kotor serta menentukan kapasitas adsorpsi maksimum ion logam Mn(II) dan Ag(I) oleh arang aktif batubara kotor.

METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan untuk membuat arang aktif adalah Tanur, cawan porselen, lumping dan alu, blender, ayakan 200 mesh, oven, neraca analitik, desikator, statif dan klem, buret, kertas pH universal, gelas ukur, labu ukur, pipet gondok, bulb, spatula, erlenmeyer, *shaker bath*, *hot plate*, gelas beker, stopwatch, kertas saring, corong kaca, batang pengaduk dan Spektrofotometer Serapan Atom merek Shimadzu AA-6200. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini batubara kotor (*dirty coal*),

MnSO₄.H₂O, AgNO₃, H₃PO₄ 30%, HNO₃ 0,1 M, NaOH 0,1 M Na₂S₂O₃ 0,1 N, I₂ 0,1 N, amilum 1 %, aquadest, kertas saring, pH universal, aluminium foil.

Prosedur kerja

Diambil sejumlah batubara kotor yang telah dihaluskan hingga lolos ayakan 200 mesh di aktivasi dengan asam fosfat 30% selama 24 jam. Setelah itu disaring dengan kertas saring. Residu kemudian dikeringkan, kemudian ditanur selama 1 jam pada suhu karbonisasi 800°C. Didiamkan didalam desikator selama 24 jam. Dicuci dengan aquades hingga pH 5, dikeringkan dalam oven selama 1jam pada suhu 150°C. Diuji karakteristik arang aktif batubara kotor meliputi uji kadar air, kadar, abu, zat yang menguap (volatil mater) dan kandungan karbonnya. Arang aktif batubara kotor yang telah diuji karakteristiknya kemudian digunakan untuk adsorpsi ion logam Mn(II) dan Ag(I) dengan menggunakan parameter pH, waktu kontak dan konsentrasi yang divariasikan. Varasi pH dimulai dari pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8, variasi waktu kontak dimulai dari waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit sedangkan variasi konsentrasi dimulai dari konsentrasi 30, 45, 60, 75, 90, 105 dan 120 mg/L. Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan instrument Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

Teknik analisis data

Pada penelitian ini untuk penentuan kadar ion logam Mn(II) dan Ag(I) yang teradsorpsi oleh arang aktif batubara kotor menggunakan alat instrumentasi Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Kemudia data yang diperoleh diolah secara deskriptif yaitu dengan analisis data-data yang diperoleh, serta membuat grafik untuk mengetahui hubungan pH, waktu kontak dan konsentrasi terhadap daya jerap arang aktif dari batubara kotor. Untuk penentuan kapasitas adsorpsi maksimum yaitu menggunakan adsorpsi Isoterm Langmuir yang menunjukkan hubungan antara aktivitas adsorben dengan jumlah zat yang teradsorpsi pada temperatur konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Rendemen arang aktif batubara kotor yang diperoleh

Tabel 1. Data rendemen arang aktif batubara kotor (*dirty coal*)

Replikasi	Berat bahan (gram)	Berat arang aktif (gram)	Rendemen (%)
1	100,00	39,63	39,63
Rata-rata	100,00	39,63	39,63

Hasil pengujian karakteristik arang aktif batubara kotor berdasarkan pada standar SNI No.06-3730-1995

Tabel 2. Data hasil pengujian mutu arang aktif batubara kotor

No	Sifat yang diuji	Rataan hasil
1	Kadar air	14,10%
2	Kadar abu	23,52%
3	Kadar yang menguap	13,01%
4	Kadar Karbon	49,38%
5	Daya serap I ₂	22,52%

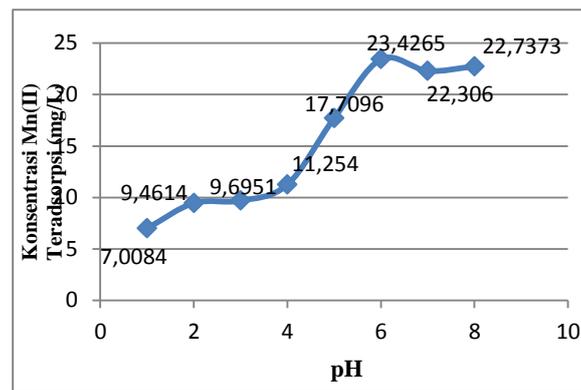
Pengaruh variasi pH larutan ion logam Mn(II) dan Ag(I) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor.

Tabel 3. Data pengaruh variasi pH larutan ion logam Mn(II) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor.

pH	Kosentrasi ion logam Mn ²⁺ awal (mg/L)	Kosentrasi ion logam Mn ²⁺ yang tersisa (mg/L)	Kosentrasi ion logam Mn ²⁺ yang teradsorpsi (mg/L)	Persen (%) teradsorpsi
1	25	17,9915	7,0084	28,03%
2	25	15,5385	9,4614	37,84%
3	25	15,3048	9,6951	38,78%
4	25	13,7457	11,2542	45,016%
5	25	7,2903	17,7096	70,83%
6	25	1,5734	23,4265	93,70%
7	25	2,6939	22,3060	89,22%
8	25	2,2626	22,7373	90,94%

Pada penelitian ini dilakukan variasi pH yaitu dari pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 dengan konsentrasi awal larutan ion logam Mn(II) mg/L, dimana karbon aktif batubara kotor yang digunakan sebanyak 0,1 gram. Selanjutnya larutan ion logam Mn(II) yang telah dpreparasi kemudian dipisahkan antara filtrat dan residu, kemudia filtrat yang diperoleh dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Berdasarkan penelitian yang

telah dilakukan diketahui kadar ion logam Mn(II) yang teradsorpsi oleh arang aktif batubara kotor mengalami peningkatan dari pH 1 hingga pH 6, dan mengalami penurunan pada pH 7 dan pada pH 8 mengalami kenaikan namun tidak sebesar pada pH 6. Pengaruh variasi pH terhadap daya adsorpsi ion logam Mn(II) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan variasi pH terhadap konsentrasi ion logam Mn(II) teradsorpsi oleh adsorben batubara kotor.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa adsorpsi ion logam mangan(II) sangat dipengaruhi oleh pH. Berdasarkan penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan, diperoleh kadar ion logam mangan(II) yang teradsorpsi oleh arang aktif batubara kotor berdasarkan variasi pH yaitu pada pH 1 sebesar 7,0084 mg/L, pada pH 2 sebesar 9,4614 mg/L, pada pH 3 sebesar 9,6951, pada pH 4 sebesar 11,2542, pada pH 5 sebesar 17,7096, pada pH 6 sebesar 23,4265. Sedangkan pada pH 7 terjadi penurunan daya adsorpsi ion logam Mn(II) yang teradsorpsi sebesar 22,306 mg/L dan pada pH 8 terjadi peningkatan kembali sebesar 22,7373 mg/L, namun tidak melebihi adsorpsi ion logam mangan pada pH 6, tetapi kenaikannya tetap konstan. Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh pada gaya atau interaksi yang terjadi dalam proses adsorpsi. Dari data grafik diatas pada pH rendah yaitu pH 1, pH 2, pH 3, pH 4, pH 5 terjadi peningkatan adsorpsi hingga mencapai kondisi optimal yaitu pada pH 6. Hal ini dikarenakan pada pH rendah ketersediaan ion H⁺ meningkat, jumlah ion H⁺

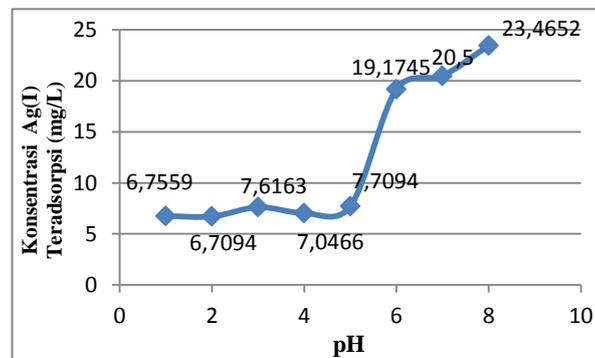
yang lebih banyak dibandingkan ion Mn²⁺ menyebabkan ion H⁺ teradsorpsi lebih dahulu dibandingkan ion Mn²⁺ sehingga ion H⁺ yang lebih reaktif terhadap karbon aktif akan merebut tempat ion Mn²⁺ pada saat proses adsorpsi berlangsung. Pada pH 6 merupakan pH optimum dimana ketersediaan ion H⁺ berkurang yang menyebabkan ion Mn²⁺ lebih dahulu teradsorpsi, pada keadaan ini semua sisi aktif pada permukaan arang telah berikatan dengan ion Mn²⁺. Sedangkan pada pH 7 terjadi penurunan daya adsorpsi dan pada pH 8 terjadi lagi peningkatan jumlah ion logam Mn²⁺, hal ini bukan dikarenakan ion logam Mn²⁺ mengalami adsorpsi oleh arang aktif melainkan ion logam Mn²⁺ mengalami pengendapan, karena secara teoritis pada variasi pH 7 keatas mangan akan mengendap sebagai Mn(OH)₂. Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa pH optimum untuk arang aktif batubara kotor adalah pH 6 yang menunjukkan konsentrasi Mn²⁺ yang teradsorpsi sebesar 23,4265 mg/L. Nilai pH optimum arang aktif batubara kotor digunakan untuk perlakuan selanjutnya.

Tabel 4. Data pengaruh variasi pH larutan ion logam Ag(I) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor.

pH	Konsentrasi awal ion logam Ag (I) (mg/L)	Konsentrasi ion logam Ag (I) yang tersisa (mg/L)	Konsentrasi ion logam Ag (I) yang teradsorpsi (mg/L)	Persen (%) teradsorpsi
1	25	18,2441	6,7559	27,03%
2	25	18,2906	6,7094	26,83%
3	25	17,3837	7,6163	30,46%
4	25	17,9534	7,0466	28,18%
5	25	17,2906	7,7094	30,83%
6	25	5,8255	19,1745	76,69%
7	25	4,5000	20,5000	82,00%
8	25	1,5348	23,4652	93,86%

Pada penelitian ini dilakukan variasi pH yaitu dari pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 dengan konsentrasi awal larutan ion logam Ag(I) mg/L, dimana karbon aktif batubara kotor yang digunakan sebanyak 0,1 gram. Selanjutnya larutan ion logam Ag(I) yang telah dipreparasi kemudian dipisahkan antara filtrat dan residu, kemudia filtrat yang

diperoleh dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui kadar ion logam Ag(I) yang teradsorpsi oleh arang aktif batubara kotor mengalami peningkatan dari pH 1 hingga pH 8. Pengaruh variasi pH terhadap daya adsorpsi ion logam Ag(I) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan variasi pH terhadap konsentrasi ion logam Ag(I) teradsorpsi oleh dsorben batubara kotor.

Dari Gambar 2 dapat dilihat pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi ion logam Ag(I), dimana diperoleh ion logam Ag(I) teradsorpsi oleh adsorben batubara kotor yaitu pada pH 1 sebanyak 6,7559 mg/L, pada pH 2 sebanyak 6,7094 mg/L, pada pH 3 mg/L, sebanyak 7,6163 mg/L, pada pH 4 sebanyak 7,0466 mg/L, pada pH 5 hingga pH 6 terjadi peningkatan jumlah ion logam Ag(I) yang teradsorpsi sangat besar yaitu pada pH 5 sebesar 7,07094 mg/L, pada pH 6 sebesar 19,1745 mg/L, sedangkan pada pH 7 dan pH 8 terus mengalami peningkatan yaitu pada pH 7 sebesar 20,5000 mg/L, pada pH 8 sebesar 23,4652 mg/L. Berdasarkan grafik dapat terlihat bahwa pada pH 7 merupakan pH terbaik dimana arang aktif mampu mengadsorpsi ion logam Ag(I) sebesar 20,5000 mg/L. Hal ini dikarenakan Kompetisi

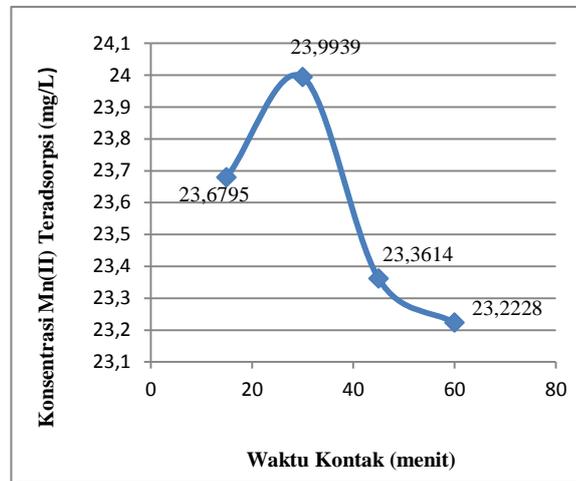
ion H^+ ion logam menjadi berkurang saat kondisi pH tinggi sehingga kemampuan ion logam yang terserap semakin besar dibandingkan pada pH rendah. Pada grafik terlihat pada pH 8 jumlah ion logam Ag(I) yang teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan jumlah ion logam Ag(I) yang teradsorpsi pada pH 7, hal ini bukan karena arang aktif batubara kotor mampu mengadsorpsi ion logam Ag(I) tetapi hal ini disebabkan karena penambahan basa pada $AgNO_3$ menyebabkan kelarutan ion logam Ag(I) kecil, sehingga dalam suasana basa $AgNO_3$ akan bereaksi dengan ion hidroksida membentuk endapan perak hidroksida ($AgOH$), oleh karena itu pH 8 bukan merupakan pH terbaik yang diperoleh melainkan pH terbaik diperoleh pada kondisi pH 7.

Pengaruh variasi waktu kontak larutan ion logam Mn(II) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor.

Tabel 5. Data pengaruh variasi waktu kontak larutan ion logam Mn(II) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor.

Waktu kontak (menit)	Kosentrasi Mn^{2+} awal (mg/L)	Kosentrasi Mn^{2+} tersisa (mg/L)	Kosentrasi Mn^{2+} teradsorpsi (mg/L)	Persen (%) teradsorpsi
15	25	1,3204	23,6795	94,71%
30	25	1,0061	23,9939	95,97%
45	25	1,6385	23,3614	93,44%
60	25	1,7771	23,2228	92,89%

Pada penentuan waktu kontak optimum, dilakukan variasi waktu kontak yaitu 15, 30, 45 dan 60 menit dengan jumlah arang aktif yang digunakan yaitu sebanyak 0,1 gram. Selanjutnya sampel dipreparasi setelah itu sampel yang telah dipreparasi dipisahkan antara filtrate dan residu. Kemudian filtrate yang diperoleh dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui kadar ion logam Mn(II) yang teradsorpsi oleh arang aktif dengan variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan pengaruh variasi waktu kontak terhadap konsentrasi ion logam Mn(II) yang teradsorpsi oleh adsorben batubara kotor.

Dari Gambar 3 dapat diketahui pengaruh waktu kontak terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor. Secara garis besar dapat dilihat bahwa pengaruh waktu kontak terhadap daya adsorpsi tidak berbeda jauh. Ini dikarenakan pH larutan sudah dikondisikan dengan menggunakan pH optimum yang diperoleh pada perlakuan sebelumnya. Pada waktu kontak 15 menit, arang aktif mengadsorpsi ion logam mangan(II) sebesar 23,6795 mg/L. Pada waktu kontak 30 terjadi peningkatan daya adsorpsi, arang aktif mengadsorpsi ion logam mangan (II) sebesar 23,9939 mg/L. Sedangkan pada waktu kontak 45 dan 60 menit kemampuan adsorpsi arang aktif tersebut mengalami penurunan yaitu sebesar 23,3614 mg/L dan 23,2228 mg/L.

Walaupun nilai penurunannya kecil, hal ini menandakan arang aktif mengalami desorpsi yaitu melepaskan kembali ion logam mangan(II) yang telah diadsorpsi karena arang aktif telah jenuh oleh ion logam mangan(II) selain itu juga karena pori-pori dari arang aktif telah dipenuhi ion logam Mn(II) sehingga arang aktif menjadi jenuh oleh karena itu menyebabkan kemampuan mengadsorpsinya menjadi sangat kecil. Dari grafik diatas diketahui bahwa waktu kontak optimum untuk arang aktif batubara kotor adalah 30 menit yang menunjukkan konsentrasi ion logam mangan(II) yang teradsorpsi sebesar 23,9939 mg/L dan akan digunakan untuk perlakuan selanjutnya.

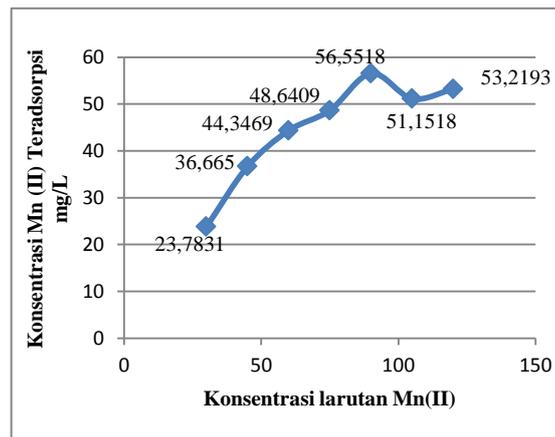
Pengaruh variasi konsentrasi ion logam Mn(II) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor.

Tabel 6. Data pengaruh variasi konsentrasi larutan ion logam Mn(II) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor

Kosentrasi ion logam Mn ²⁺ awal (mg/L)	Kosentrasi ion logam Mn ²⁺ yang tersisa (mg/L)	Kosentrasi ion logam Mn ²⁺ yang teradsorpsi (mg/L)	Persen (%) teradsorpsi
30	6,2169	23,7831	79,27
45	8,3350	36,6650	81,47
60	15,6530	44,3469	73,91
75	26,3590	48,6409	64,85
90	33,4481	56,5518	62,83
105	53,8481	51,1518	48,716
120	66,7807	53,2193	44,34

Pengaruh variasi kosentasi ion logam Mn(II) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor ditentukan dengan memvariasikan kosentrasi larutan ion logam Mn(II) dengan variasi kosentrasi 30, 45, 60,

75, 90, 105 dan 120 mg/L dengan jumlah rang aktif batubara yang digunakan sebanyak 0,1 gram untuk masing-masing kosentrasi. Berikut grafik hasil penelitan yang telah dilakukan seperti pada Gambar 4.



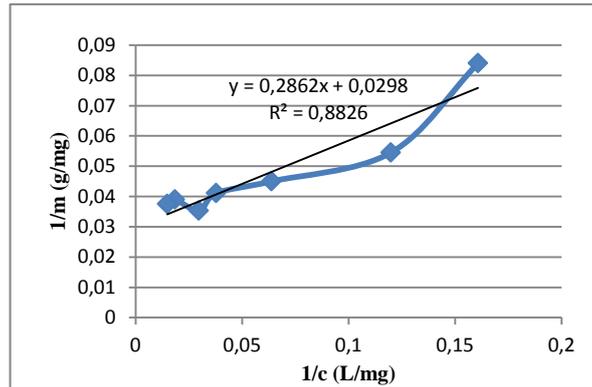
Gambar 4. Grafik hubungan pengaruh variasi konsentrasi larutan ion logam Mn(II) terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor.

Dari Gambar 4 dapat terlihat bahwa jumlah ion logam mangan(II) yang teradsorpsi pada arang aktif batubara kotor yaitu pada kosentrasi 30 mg/L sebesar 23,7831 mg/L, pada kosentasi 45 mg/L 36,6650 mg/L, pada kosentrasi 60 mg/L 44,3469 mg/L, pada kosentrasi 75 mg/L sebesar 48,6409 mg/L, pada kosentrasi 90 mg/L sebesar 56,5518 mg/L, pada kosentrasi 105 mg/L sebesar 51,1518 mg/L dan pada kosentrasi 120 mg/L sebesar 53,2193 mg/L.

Dari grafik tersebut terlihat bahwa jumlah ion logam mangan(II) yang teradsorpsi oleh adsorben batubara kotor terus mengalami peningkatan dimulai dari kosentrasi 25 mg/L

hingga kosentrasi 90 mg/L dan menurun pada kosentrasi 105 mg/L dan kosentasi 120 mg/L, hal ini dikarenakan pori-pori arang aktif telah jenuh dengan ion logam mangan(II) yang teradsorpsi oleh arang aktif selain itu jumlah arang aktif yang digunakan juga mempengaruhi daya serap dari adsorben terhadap masing-masing kosentrasi larutan ion logam Mn(II), sehingga jumlah ion logam mangan(II) yang teradsorpsi semakin kecil. Jumlah zat yang diserap setiap adsorben tergantung kosentrasi dari zat terlarut. Bila adsorbennya sudah jenuh, maka kosentrasi tidak lagi berpengaruh (Sukardjo, 1990).

Pengolahan data dengan menggunakan persamaan Isotherm Langmuir.



Gambar 5. Kurva linearitas langmuir adsorpsi ion logam mangan(II) oleh arang aktif batubara kotor.

Dari kurva linieritas Langmuir adsorpsi ion logam mangan (II) oleh adsorben batubara kotor diatas diperoleh persamaan garis linier regresi

$$y = ax + b$$

$$y = 0,286x + 0,029$$

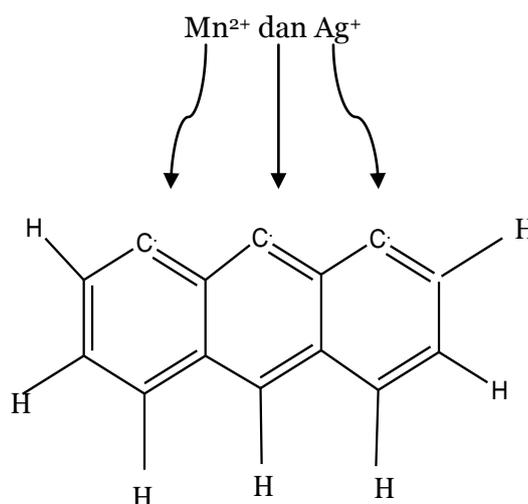
$$R^2 = 0,882$$

Oscik (1982) menyatakan, dengan membuat plot $\frac{1}{m}$ terhadap $\frac{1}{c}$, maka harga K dan b dapat dihitung dari slope dan *intersept* grafik. Dimana K adalah afinitas adsorpsi dan b adalah kapasitas adsorpsi. Dengan nilai *intersept* adalah $\frac{1}{b}$, dimana b adalah kapasitas

adsorpsi maka: Kapasitas adsorpsi = $\frac{1}{0,029} = 34,4827$ mg Mn/g batubara kotor

Adsorpsi arang aktif batubara kotor (*dirty coal*)

Arang aktif batubara kotor mampu mengadsorpsi ion logam Mn(II) dan Ag(I) dalam larutan karena memiliki gugus aktif pada seluruh permukaan padatan, yang mana terdapat senyawa radikal bebas pada gugus aktif tersebut yaitu pada atom C yang memiliki elctron bebas, sehingga atom C yang bermuatan negatif memiliki kemampuan untuk menarik ion logam Mn^{2+} dan Ag^+ yang bermuatan positif.



Gambar 6. Struktur Gugus aktif batubara (www. chemistry.com)

KESIMPULAN

Batubara kotor yang dimanfaatkan sebagai arang aktif terbukti dapat digunakan untuk mengadsorpsi ion logam Mn(II) dan Ag(I). Dimana variasi pH, variasi waktu kontak dan variasi konsentrasi berpengaruh terhadap daya adsorpsi arang aktif batubara kotor. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh pH optimum dari kemampuan arang aktif menyerap larutan ion logam Mn(II) dan Ag(I) yaitu pada pH 6 merupakan pH optimum dari ion logam Mn(II) yang teradsorpsi oleh arang aktif batubara kotor dengan jumlah ion logam Mn(II) yang teradsorpsi sebesar 23,4265 mg/L dan pH 7 merupakan pH optimum dari ion logam Ag(I) teradsorpsi oleh arang aktif batubara kotor dengan jumlah ion logam Ag(I) yang teradsorpsi sebesar 20,5000 mg/L. Waktu kontak optimum yang diperoleh untuk ion logam Mn(II) teradsorpsi yaitu pada waktu kontak 30 menit dengan jumlah ion logam yang teradsorpsi sebesar 23,9939 mg/L, konsentrasi optimum yang diperoleh yaitu pada konsentrasi 90 mg/L dengan jumlah ion logam yang terserap yaitu sebesar 56,5518 mg/L dan kapasitas adsorpsi maksimum dari arang aktif batubara kotor terhadap ion logam Mn(II) sebesar 34,4827 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi: Yogyakarta.
- Haspiadi dan Huda N. 2008. *Karakteristik Fisika-Kimia Batubara Kotor (Dirty Coal)*. Kalimantan Timur.
- Nigrum, S.N. 2000. *Penelitian Kemungkinan Pemanfaatan Batubara Sumatera Selatan sebagai Karbon/Arang Aktif*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral. Bandung.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Purnama. 2009. *Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Sukandarrumudi, 2006. *Batubara dan Pemanfaatannya*. UGM-Press: Yogyakarta.
- Sukardjo. 1990. *Kimia Anorganik Cetakan Kedua*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Winda, R., dkk. 2001. Pemanfaatan Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elais Guinensis Jacq*) Sebagai Bahan Dasar C-Aktif Untuk Adsorpsi Logam Perak Dalam Larutan. PKM. Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Tanjungpura. Pontianak. For Aging Society? *Journal of Social Work Education* **42**(1):3-24.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (*Sisdiknas*). Jakarta: Sinar Grafika. (Online), (<http://www.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2012/10/UU20-2003-Sisdiknas.pdf>), diakses 14 September 2013.
- Wongsri, N., Cantwell, R.H. & Archer, J. 2002. The Validation of Measures of Self-Efficacy, Motivation and self-Regulated Learning among Thai tertiary Students. Paper presented at the Annual Conference of the Australian Association for Research in Education, Brisbane.