

PENGARUH AKTIVASI KARBON DARI SEKAM PADI PADA PROSES ADSORPSI LOGAM Cr(VI)

YC. Danarto¹ dan Samun T¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNS Surakarta

e-mail : yc.danarto@gmail.com

Abstract : Carbon from rice husk is an alternative choice for removal of dissolved heavy metal fraction Cr(VI) in aqueous solutions. This is an interesting material due to the availability in Indonesia and the economic considerations. To enhance the sorption capacity, carbon was activated by chemical solutions. The objective of this experiment was to study the activation effect by ZnCl₂ solutions upon the sorption capacity. The activation process was done by two methods. The first method was carbon activation by submerging in ZnCl₂ solutions for a day. The second was done by heating in ZnCl₂ solution at 100 °C for an hour. ZnCl₂ concentrations were varied by 5%, 10%, 15%, and 20%. The activated carbon was tested for Cr(VI) adsorption. The result showed that the activation had enhanced sorption Cr(VI) to rice husk carbon. The activated carbon by first method treatment could adsorb 95.6 % Cr(VI) from solutions and the activated carbon by second method treatment could adsorb 87.7% Cr(VI) from solutions.

Keywords : activation, carbon, rice husk, adsorption

PENDAHULUAN

Salah satu adsorben alternatif yang menjanjikan adalah penggunaan karbon dari limbah organik seperti limbah tanaman jagung, padi, pisang, dan lain-lain. Di antara beberapa limbah organik tersebut yang menarik adalah penggunaan sekam padi. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan limbah sekam padi yang cukup banyak di segala tempat maupun waktu serta pemanfaatan limbah tersebut yang masih terbatas.

Penelitian-penelitian penggunaan sekam padi sebagai adsorben sudah banyak dilakukan. Topallar and Bayrak (1999) mengadakan penelitian tentang adsorpsi asam stearat, palmitik, dan miristik dengan menggunakan abu sekam padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu sekam padi merupakan adsorben yang cukup baik bagi ketiga senyawa tersebut. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Nakbanpote et.al. (1999) yang menggunakan abu sekam padi untuk menyerap logam emas dan Mahvi et. al (2004) yang menggunakannya untuk mengambil phenol dari suatu larutan. Penelitian mengenai penggunaan sekam padi termodifikasi dengan senyawa tertentu juga telah dilakukan. Tang, et.al (2003) meneliti penggunaan sekam padi yang dimodifikasi dengan etilen diamin sebagai adsorben logam Cr(VI) dan Cu(II) serta oleh Wong, et.al. (2003) yang memodifikasi sekam padi dengan asam tartaric untuk menyerap logam Cu dan Pb. Penelitian-penelitian di atas menunjukkan hasil yang menjanjikan.

Untuk meningkatkan kemampuan penyerapan karbon maka dilakukan proses aktivasi. Ada beberapa metode aktivasi karbon tetapi secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 metode aktivasi yaitu aktivasi secara fisis dan aktivasi secara kimia.

Penelitian ini menggunakan aktivasi karbon secara kimia dengan tujuan mempelajari pengaruh konsentrasi aktivator larutan ZnCl₂ dan proses aktivasi terhadap kemampuan karbon aktif dari sekam padi dalam menyerap Cr(VI) dari larutan.

LANDASAN TEORI

Karbon aktif adalah karbon yang diberi perlakuan khusus sehingga mempunyai luas permukaan pori yang sangat besar, berkisar 300 – 2000 m²/g. Peningkatan luas permukaan inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan besar dalam penyerapan logam dalam larutan.

Penelitian dengan sinar X memperlihatkan bahwa karbon aktif mempunyai bentuk amorf atau mikrokristalin yang terdiri dari plat-plat datar dimana atom-atom C-nya tersusun dan terikat secara kovalen dalam bentuk cincin 6 karbon. (Haesler, 1951)

Pori-pori pada karbon aktif dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan :

1. makropori (diameter > 50 nm)
2. mesopori (diameter 2 – 50 nm)
3. mikropori (diameter < 2nm)

Dari ketiga golongan tersebut, yang memegang peranan penting pada proses penyerapan

adalah mikropori karena volume total lubang mikropori jauh lebih besar daripada volume total makropori dan mesopori. Makropori dan mesopori hanya berfungsi sebagai *transport pore* (jalan menuju mikropori). (Do, 1998)

Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap, yaitu :

Tahap dehidrasi

Tahap ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu 105 °C dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air.

Tahap karbonisasi

Tahap karbonisasi merupakan proses pirolisis yaitu proses dekomposisi thermal pada suhu 600 – 1100 °C. Selama proses ini, unsur-unsur selain karbon seperti hidrogen dan oksigen dibebaskan dalam bentuk gas. Proses karbonisasi akan menghasilkan 3 komponen utama, yaitu karbon (arang), tar, dan gas (CO₂, CO, CH₄, H₂, dan lain-lain).

Tahap aktivasi

Aktivasi adalah suatu perubahan fisika dimana luas permukaan karbon menjadi lebih besar karena hidrokarbon yang menyumbat pori-pori terbebaskan. Ada 2 cara untuk melakukan proses aktivasi karbon

1. Aktivasi secara fisika

Proses aktivasi dilakukan dengan mengalirkan uap atau udara pada suhu 800 – 1000 °C

2. Aktivasi secara kimia

Metode ini dilakukan dengan merendam bahan baku pada bahan kimia seperti H₃PO₄, ZnCl₂, HCl, H₂SO₄, CaCl₂, K₂S, NaCl, dan lain-lain.

(Juliandini dan Trihadiningrum, 2008)

Karbon aktif mengandung unsur selain karbon yang terikat secara kimiawi, yaitu hidrogen dan oksigen. Kedua unsur tersebut berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya karbonisasi atau dapat juga terjadi ikatan pada proses aktivasi. Adanya hidrogen dan oksigen mempunyai pengaruh yang besar pada sifat-sifat karbon aktif. Unsur-unsur ini berkombinasi dengan unsur-unsur atom karbon membentuk gugus fungsional misalnya: gugus karboksilat, gugus hidroksifenol, gugus kuinon tipe karbonil, gugus normalakton, lakton tipe fluoresence, asam karboksilat anhidrida dan peroksida siklis. (Jankowski, et al; 1991).

Bila karbon aktif sudah jenuh dengan uap bahan kimia atau warna yang diserap, maka uap itu lalu didorong keluar dengan uap pemanas, dikondensasi dan dikumpulkan lagi, atau warna yang diserap itu dapat dimusnahkan dan karbonnya dapat digunakan kembali. Contoh proses ini yang paling tua,

dengan menggunakan karbon dekolorisasi yang disebut *arang tulang (bone char)*, atau *jelaga tulang (bone black)*. Bahan ini terdiri dari 10 % karbon yang diendapkan diatas rangka trikalsium fosfat dan dibuat dari tulang yang sudah bebas lemak yang dikarbonisasi di dalam retor pada suhu 750 sampai 950 °C. Suatu proses baru untuk regenerasi karbon aktif adalah suspensi atomisasi (atomized suspension) yang menyangkut pembuatan bubuk dari serbuk karbon bekas pakai dengan air dan mengatomisasikan bubuk itu di dalam ruang bebas oksigen dan memanaskannya sampai suhu diatas 650 °C agar pengotor-pengotor yang terserap terpirolisis. (Austin, 1996)

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi sebagai sumber karbon, larutan ZnCl₂ sebagai aktivator dan larutan K₂Cr₂O₇ sebagai larutan uji adsorpsi.

Cara penelitian terbagi menjadi beberapa langkah :

Karbonisasi

Sekam padi dicuci sampai bersih dan dikeringkan. Sekam padi yang telah kering dipanaskan dalam muffle furnace pada suhu 500 °C selama ± 2 jam sampai terbentuk karbon (ditandai dengan tidak terbentuknya asap).

Aktivasi karbon

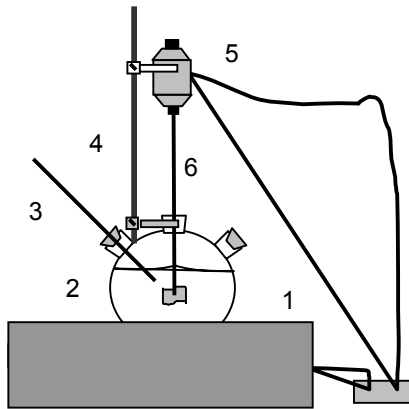
Metode I. Karbon direndam dalam larutan ZnCl₂ selama 1 hari. Konsentrasi larutan ZnCl₂ divariasikan 5%, 10%, 15%, dan 20%. Karbon kemudian disaring dan dicuci sampai bersih (ditandai dengan larutan hasil cucian netral) kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan dalam muffle furnace pada suhu 500 °C sekitar 2 jam.

Metode II. Karbon dipanaskan dalam larutan ZnCl₂ pada suhu 100 °C selama 1 jam. Konsentrasi larutan ZnCl₂ divariasikan 5%, 10%, 15%, dan 20%. Karbon kemudian disaring dan dicuci sampai bersih (ditandai dengan larutan hasil cucian netral) kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan dalam muffle furnace pada suhu 500 °C sekitar 2 jam.

Uji adsorpsi.

Karbon aktif sebanyak 15 g dimasukkan ke dalam larutan K₂Cr₂O₇ 15 ppm dan diaduk. Tiap selang waktu tertentu (10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit) larutan sampel diambil untuk dianalisa kadar Cr(VI) dengan AAS. Rangkaian

alat adsorpsi Cr(VI) dengan karbon aktif dapat dilihat pada gambar 1.



- Keterangan gambar :
1. water bath
 2. labu leher tiga
 3. termometer
 4. penyangga
 5. motor listrik
 6. pengaduk

Gambar 1. Rangkaian alat adsorpsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivasi karbon dengan metode I

Pengaruh konsentrasi larutan aktivator $ZnCl_2$ terhadap kemampuan karbon aktif dalam menyerap larutan $Cr(VI)$ untuk metode I dapat dilihat pada tabel I dan gambar 2.

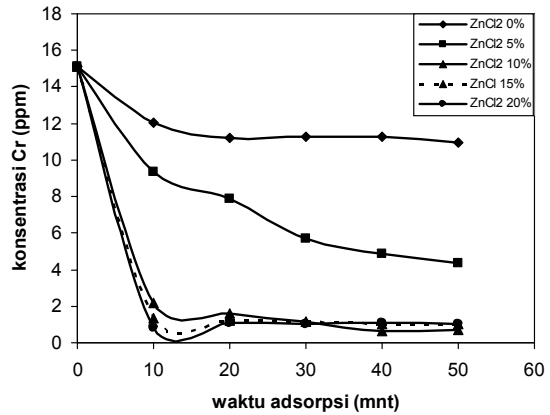
Tabel I. Konsentrasi Cr(VI) terjerap pada karbon dengan berbagai konsentrasi aktivator

Wkt (mnt)	Konsentrasi Cr(VI) , ppm		
	Tanpa aktivasi	$ZnCl_2$ 5%	$ZnCl_2$ 10%
0	15,102	15,102	15,102
10	12,071	9,381	2,177
20	11,235	7,875	1,602
30	11,282	5,719	1,156
40	11,253	4,863	0,664
50	10,928	4,326	0,678

Wkt (mnt)	Konsentrasi Cr(VI) , ppm	
	$ZnCl_2$ 15%	$ZnCl_2$ 20%
0	15,102	15,102
10	1,370	0,844
20	1,197	1,081
30	1,174	1,044
40	1,027	1,107
50	1,021	1,288

Pada tabel I dan gambar 2 terlihat bahwa proses aktivasi karbon akan menyebabkan kemampuan penyerapannya meningkat

dibandingkan dengan karbon tanpa aktivasi. Proses aktivasi akan menyebabkan zat pengotor yang menyumbat pori-pori karbon akan hilang sehingga jumlah pori-pori aktif karbon semakin besar.



Gambar 1. Grafik hubungan konsentrasi Cr(VI) dengan waktu adsorpsi untuk metode I

Terlihat juga bahwa penyerapan maksimal terjadi pada karbon yang diaktivasi larutan $ZnCl_2$ 10% yaitu sebesar 95,6%. Pada konsentrasi aktivator di atas 10% kemampuan penyerapan karbon relatif tidak berubah.

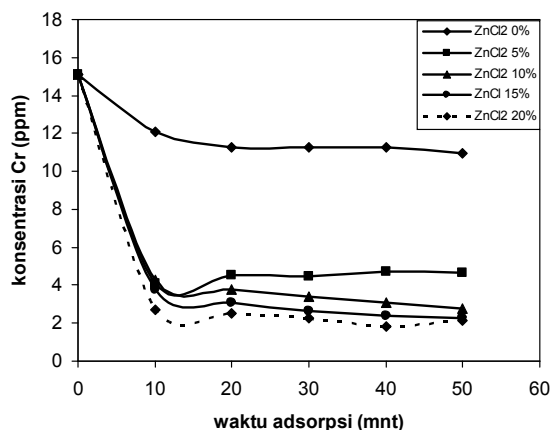
Aktivasi karbon dengan metode II

Pengaruh konsentrasi larutan aktivator $ZnCl_2$ terhadap kemampuan karbon aktif dalam menyerap larutan $Cr(VI)$ untuk metode II dapat dilihat pada tabel II dan gambar 3.

Tabel II. Konsentrasi Cr(VI) terjerap pada karbon dengan berbagai konsentrasi aktivator

Wkt (mnt)	Konsentrasi Cr(VI) , ppm		
	Tanpa aktivasi	$ZnCl_2$ 5%	$ZnCl_2$ 10%
0	15,102	15,102	15,102
10	12,071	4,064	4,296
20	11,235	4,546	3,766
30	11,282	4,471	3,373
40	11,253	4,697	3,108
50	10,928	4,640	2,767

Wkt (mnt)	Konsentrasi Cr(VI) , ppm	
	$ZnCl_2$ 15%	$ZnCl_2$ 20%
0	15,102	15,102
10	3,751	2,707
20	3,093	2,510
30	2,631	2,238
40	2,397	1,852
50	2,275	2,117



Gambar 2. Grafik hubungan konsentrasi Cr(VI) dengan waktu adsorpsi untuk metode II

Pada tabel II dan gambar 3 juga memperlihatkan kecenderungan yang sama dengan metode I. Kemampuan penjerapan karbon yang diaktivasi menurut metode II juga lebih besar daripada karbon tanpa aktivasi.

Kemampuan penjerapan maksimal diperoleh pada konsentrasi aktivator ZnCl₂ 20% yaitu sebesar 87,7%.

Jika dibandingkan terlihat bahwa kemampuan penjerapan karbon aktif menurut metode I lebih baik daripada kemampuan penjerapan karbon aktif menurut metode II. Pada metode I, waktu kontak antara karbon dengan larutan aktivator ZnCl₂ lebih lama daripada metode II, walaupun pada metode II juga mengalami perlakuan pemanasan. Kemungkinan proses pembukaan pori-pori karbon dari zat-zat penyumbat berjalan pelan dan membutuhkan waktu lama.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa aktivasi karbon dari sekam padi menggunakan larutan ZnCl₂ akan meningkatkan kemampuan penjerapan larutan Cr(VI). Kemampuan penjerapan maksimal karbon aktif terhadap Cr(VI) berdasarkan perlakuan metode I lebih baik daripada perlakuan metode II. Kemampuan penjerapan

maksimal karbon aktif berdasarkan perlakuan metode I mencapai 95,6% dan untuk perlakuan metode II mencapai 87,7%.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin, G.T., 1996, "Industri Proses Kimia", edisi kelima, p. 140-142, Erlangga, Jakarta
- Do, D.D., 1998, "Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics", p.p. 4-6, Imperial College Press, London
- Haesler, J.W., 1951, "Activated Carbon", Chemical Publ. Co. Inc., Brooklyn, New York
- Jankowski, H., Swiatkowski, A., and Choma J., 1991, "Active Carbon", 1st ed., Ellis Horwood, London, p. 17, 31-40, 75-77
- Juliandini, F dan Trihandiningrum, Y., 2008, "Uji Kemampuan Karbon Aktif dari Limbah Kayu dalam Sampah Kota untuk Penyisihan Fenol", Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII, D2-1 – D2-11
- Mahvi, A.H., Maleki, A., and Eslami, A., 2004, "Potential of Rice Husk and Rice Husk Ash for Phenol Removal from Aqueous Systems", *American J. Appl. Sci.*, **1(3)**, 321-326
- Nakbanpote, W., Thiravetyam, P., and Kalambaheti, C., 1999, "Adsorption of Gold by Rice Husk Ash", The 5th Asia-Pacific Biochemical Engineering Conference 1999
- Tang, P.L., Lee, C.K., Low, K.S., and Zainal, Z., 2003, "Sorption of Cr(VI) and Cu(II) in Aqueous Solution by Ethylenediamine Modified Rice Hull", *Environ. Technol.*, **24(10)**, 1243-1251
- Topallar, H. and Bayrak, Y., 1999, "Investigation of Adsorption Isotherms of Myristic, Palmitic, and Stearic Acids on Rice Hull Ash", *Turk. J. Chem.*, **23**, 193 – 198
- Wong, K.K., Lee, C.K., Low, K.S., and Haron, M.J., 2003, "Removal of Cu and Pb by Tartaric Acid Modified Rice Husk from Aqueous Solutions", *Chemosphere*, **50**, 23 -28