

## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI BAN BEKAS DAN PENGGUNAANNYA UNTUK PENYERAPAN ION-ION LOGAM DALAM LARUTAN

Djufri Mustafa<sup>1</sup>, dan Ahmad Md. Noor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang  
<sup>2</sup>School of Chemistry Science, Universiti Sains Malaysia, Penang 11800 Malaysia

### INTISARI

Ban bekas merupakan limbah yang cukup besar setiap tahunnya dan merupakan masalah bagi lingkungan. Dari tiga jenis ban bekas telah dilakukan pirolisis pada tiga suhu yang berbeda dalam furnace bebas oksigen. Karbon aktif yang dihasilkan menggunakan reagen pengaktif HCl 10% dan uap air.

Hasil optimum kandungan karbon 41–43% dan karbon aktifnya 40-42% pada pirolisis suhu 500°C selama 90 menit. Perbedaan reagen pengaktifan yang digunakan tidak memperlihatkan hasil yang signifikan. pH optimum penyerapan terhadap ion  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$  dan  $\text{Pb}^{+2}$  pada konsentrasi 200 ppm berturut-turut pH 4, 5 dan 6. Kapasitas penyerapan didapatkan berturut-turut  $\text{Pb}^{+2} > \text{Cd}^{+2} > \text{Cu}^{+2}$ . Analisa data penyerapan memperlihatkan bahwa penyerapan mengikuti persamaan Lang Muir dan Freundlich dan menyatakan interaksi yang kuat antara adsorben dan adsorbat.

### ABSTRACT

Used tires are wasted every year and might become an environmental problem. Three types of used tires were pyrolyzed at three different temperature in free oxygen furnace. Activated carbon was obtained by the use of 10% HCl and water vapor as activating reagents.

Optimum yield of carbon content 41-43% with is activated carbon 40-42% was obtained by pyrolysis at a temperature of 500 °C for 90 minutes. Different activating reagents did not show significant of 200 ppm were 4, 5 and 6 respectively. Adsorption capacity obtained decreased on the order of  $\text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+}$ . Analysis and adsorption showed that adsorption fulfill Lang Muir and Freundlich equations and indicated strong interaction between adsorption and adsorbate.

### PENDAHULUAN

Produksi ban untuk kendaraan dari berbagai perusahaan di Indonesia hampir mencapai 10.000 setiap harinya, tentu ban bekas setiap harinya mendekati hal yang demikian. Jumlah yang besar ini merupakan masalah bagi lingkungan hidup. Pada sisi lain di negara berkembang permasalahan air limbah industri dalam penanganannya merupakan prioritas kedua karena terbatasnya dana. Penanganan air limbah dengan menggunakan bahan kimia merupakan hal yang penting. Untuk pemecahan permasalahan ini, ban bekas dapat menghasilkan karbon melalui pirolisis yang merupakan suatu adsorben untuk dapat melakukan pengolahan air limbah.

Pembuatan adsorben mempunyai cost yang rendah untuk pemurnian air dan pengolahan air limbah<sup>1</sup>. Karbon aktif dapat dihasilkan dari batok kelapa, tandan kelapa sawit, sekam padi dan kulit biji asam jawa<sup>2,3,4,5</sup>. Kecocokan perlakuan sangat menentukan

kandungan karbon dan mikrostruktur yang dihasilkan. Sifat selanjutnya ditentukan oleh factor kapasitas penyerapan dan karakteristik fisik dari karbon yang dihasilkan.

Dalam hal ini dibicarakan perubahan dan karakterisasi karbon aktif dari ban bekas dan selanjutnya perlu dikaji karakteristik penyerapannya.

### METODOLOGI

#### Bahan-bahan

Ban bekas diambil dari tiga merek penghasil ban dan dipotong kecil-kecil dan dikeluarkan kawatnya. Beberapa sifat dari sample yang ditentukan diberikan dalam Tabel 1. Untuk mendapatkan temperatur optimum, proses karbonisasi dilakukan termogravimetric Analisis (TGA) dengan alat Perkin-Elmer Mode TGA Analyzer yang dipanaskan 20°C setiap menit dan gas nitrogen mulai suhu kamar sampai 940 °C.

Tabel 1. Karakteristik sample ban bekas

No.	Merek Ban	Kode Sampel	Density
1.	Briggestone	BS	1,04 ± 0,8
2.	Good Year	GY	1,03
3.	Intirub	I	1,04

### Karbonisasi dan Aktivasi

Sebanyak 40 gram potongan kecil ban bekas ditempatkan dalam cawan porselen dan ditambahkan 20 gram serbuk  $\text{CaCO}_3$ , selanjutnya dikarbonisasi dalam furnace yang tidak berkontak dengan udara pada suhu 400, 500 dan 600 °C selama 90 menit. Karbon yang dihasilkan diaktifkan dengan HCl 10% dan uap air. Untuk aktivasi dengan HCl 10% dibiarkan selama 24 jam selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquades, selanjutnya dipanaskan lagi dalam furnace sama dengan suhu karbonisasinya untuk selama beberapa menit. Untuk aktivasi dengan uap air dilakukan dalam autoclave pada suhu 120 °C dan tekanan 15 psi selama 2 jam, selanjutnya dipanaskan dalam furnace seperti di atas.

### Uji Penyerapan

#### Penyerapan terhadap metilen blue (MB)

Sebanyak 0,1 gram karbon dan karbon aktif ditempatkan dalam Erlenmeyer dan ditambahkan 15 ml larutan metilen blue 0,05 %, dikocok selama 15 menit dan diamkan selama 30 menit, selanjutnya disaring dan filtratnya diencerkan 10 kali dengan aquades. Konsentrasi MB ditentukan dengan UV Spectrometer pada panjang gelombang 620 nm. Jumlah MB yang diserap oleh 1 gram karbon aktif ditentukan berdasarkan perbedaan absorben sebelum dan sesudah penyerapan.

#### Penyerapan terhadap iodine

Sebanyak 0,25 gram karbon dan karbon aktif ditempatkan dalam Erlenmeyer dan ditambahkan 25 ml larutan iodine 0,05 M, lalu dikocok selama 1 menit, sebanyak 10 ml filtrat dititrasi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,05 N. Jumlah iodine yang diserap dihitung untuk seliap 1 gram karbon aktif.

### Pengukuran Luas Permukaan

Luas permukaan karbon dan karbon aktif ditentukan dengan Accelerated Surface Area and Porosimetry (Model ASAP 2000 Micrometric Instrument Co., Norcross, Georgia) dengan menggunakan penyerapan gas nitrogen pada 77,4 %, sebelumnya sample dipanaskan 150 °C pada tekanan kecil dari  $10^{-5}$  ..

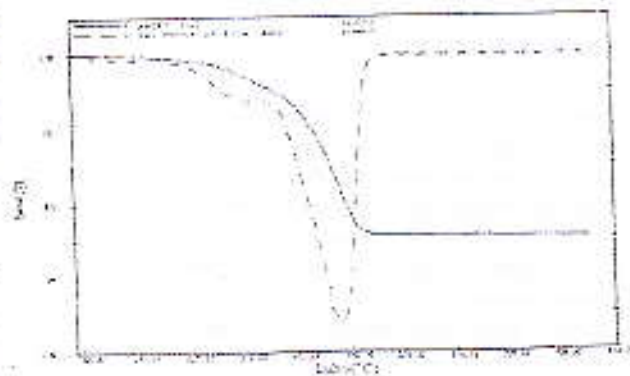
### Isoterm Adsorpsi

Kapasitas penyerapan karbon dan karbon aktif dilakukan terhadap larutan tambaga kadmium dan timbal. Larutan stock 1000 ppm dibuat dengan melarutkan  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  dan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dalam aquades, larutan diencerkan mulai konsentrasi 10 ppm sampai 700 ppm.

Sebanyak 0,1 gram karbon dan karbon aktif ditempatkan dalam Erlenmeyer dan tambahkan 20 ml masing-masing larutan air serta dikocok selama 2 jam dan didiamkan selama 2 jam pada suhu 30 °C. campuran disaring dan filtrat dianalisa,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$  dan  $\text{Pb}^{+2}$  dengan Atomic Absorption Spectrometer (Perkin-Elmer Model Alpha). Jumlah ion logam yang diserap dihitung berdasarkan konsentrasi awal dan akhir. Isoterm adsorpsi dianalisa menggunakan model Lang Muir dan Freundlich. Model lang Muir dengan asumsi hanya satu lapisan yang menyerap adsorbat, sedangkan model Freundlich secara campuran.

### HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari TGA diberikan pada Gambar 1 yang menyatakan pembentukan karbon aktif sekitar 40% pada suhu 500 °C sampai 900 °C.



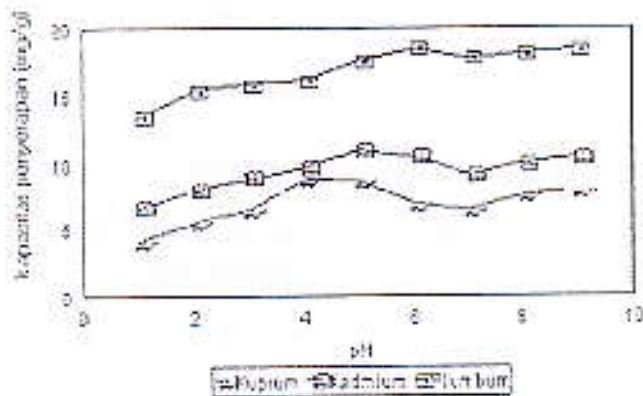
Gambar 1. Diagram TGA dari sample ban bekas

Table 2 memperlihatkan hasil karbon dan karbon aktif dari ban bekas pada berbagai suhu dalam waktu 90 menit, dimana suhu 500 °C merupakan suhu optimum sesuai dengan hasil analisa TGA.

Hasil pengaktifan dengan HCl 15% dan uap air memperlihatkan bahwa dengan uap air

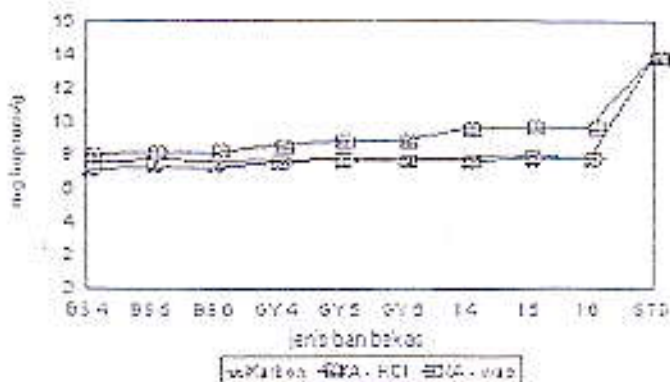
Hasil karakterisasi penyerapan dan luas permukaan tidak memberikan perbedaan yang signifikan memperlihatkan proses pengaktifan belum cocok untuk karbonisasi dan ban bekas. Hasil ini juga masih jauh dari sifat karbon aktif standar (Merck).

Gambar 2 memperlihatkan pengaruh pH pada adsorpsi karbon aktif terhadap larutan tembaga, kadmium dan plumbum pada konsentrasi 200 ppm. Kapasitas adsorpsi terhadap ion logam bertambah sampai tercapai pH optimum larutan dan selanjutnya mendekati konstan. Optimum kapasitas penyerapan pada pH 4 untuk  $Cu^{+2}$ , pH=5 untuk  $Cd^{+2}$  dan pH 6 untuk  $Pb^{+2}$ . sifat ini disebabkan di atas pH 7 tidak terjadi pengendapan hidroksida dan tidak lagi proses penyerapan<sup>6</sup>.

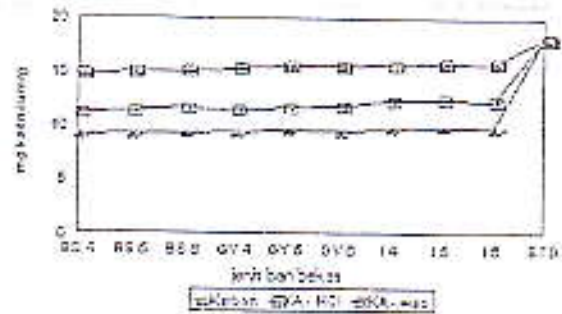


Gambar 2. Pengaruh pH terhadap penyerapan karbon dan karbon aktif dari ban bekas pada larutan  $Cu^{+2}$ ,  $Cd^{+2}$  dan  $Pb^{+2}$  200 ppm

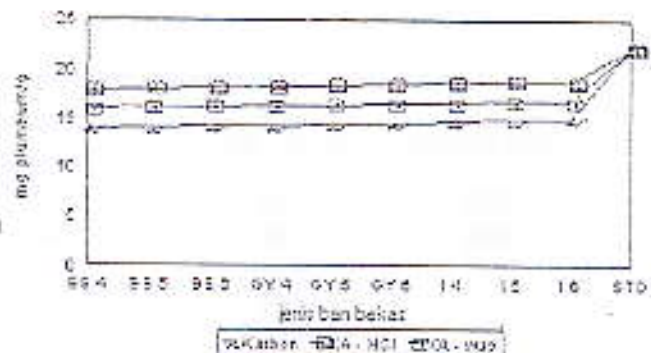
Penyerapan karbon aktif dengan pengaktif HCl sedikit lebih baik dibanding yang lain namun masih dibawah dari karbon aktif standar (Merck) seperti terlihat pada Gambar 3, 4 dan 5. Pada gambar ini juga terlihat bahwa penyerapan karbon aktif terhadap larutan ion  $Pb^{+2} > Cd^{+2} > Cu^{+2}$ .



Gambar 3. Penyerapan karbon dan karbon aktif dari ban bekas terhadap larutan ion  $Cu^{+2}$  pada pH 4



Gambar 4. Penyerapan karbon dan karbon aktif dari ban bekas terhadap larutan ion  $Cd^{+2}$  pada pH 5.



Gambar 5. Penyerapan karbon dan karbon aktif dari ban bekas terhadap larutan  $Pb^{+2}$  pada pH 4.

Analisis data isoterm adsorpsi dengan menggunakan persamaan Lang Muir dan Freundlich diperlihatkan pada table 4 dengan koefisien regresi  $r^2$ . Dari nilai koefisien regresi menyatakan bahwa penyerapan terhadap larutan tembaga, kadmium dan plumbum mengikuti kedua persamaan di atas, namun model mengikuti persamaan Lang Muir sedikit lebih baik dibanding persamaan Freundlich. Karbon memperlihatkan penyerapan yang rendah dibanding karbon aktif dengan pengaktif uap air dan HCl 10% dan ini bersesuaian dengan hasil karakteristik terhadap metilen blue dan iodine nilai luas permukaannya yang diberikan pada Tabel 3. Konstanta penyerapan monolognya dari Lang Muir  $qm$  dan konstan Freundlich, memperlihatkan kecenderungan  $y$  bersamaan, dimana penyerapan terhadap  $Pb^{+2} > Cd^{+2} > Cu^{+2}$  seperti yang telah dibicarakan di atas

Tabel 4. Ringkasan hasil isoterm adsorpsi terhadap persamaan Lang Muir dan Freundlich

Adsorbat	Absorben	Lang Muir			Freundlich		
		Ym	K <sub>L</sub>	r <sup>2</sup>	n	K <sub>F</sub>	r <sup>2</sup>
Tembaga	Karbon	8,93	0,058	0,999	8,928	4,14	0,998
	KA-HCl 10%	9,38	0,131	0,999	15,106	6,18	0,992
	KA-Uap air	8,94	0,074	0,999	12,516	5,28	0,993
Kadmium	Karbon	11,01	0,113	0,999	14,368	7,07	0,994
	KA-HCl 10%	16,56	0,069	0,998	22,173	13,29	0,967
	KA-Uap air	15,43	0,200	0,999	12,563	8,53	0,997
Plumbum	Karbon	16,81	0,127	0,999	16,556	11,27	0,982
	KA-HCl 10%	19,96	0,225	0,994	19,493	14,32	0,982
	KA-Uap air	18,48	0,126	0,999	17,986	12,77	0,972

## KESIMPULAN

1. Proses pembuatan karbon aktif yang sederhana dari ban bekas dapat menghasilkan produksi yang kualitasnya cukup baik.
2. Karbon aktif dari ban bekas termasuk mesoporisitas yang dapat menangani polutan air.
3. Karbon aktif dari ban bekas dapat digunakan untuk berbagai kemungkinan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. S.J.T. Pollard, G.F. Fowler, C.J. Sollars, and R. Perry. Low-cost adsorbent for waste and wastewater treatment: A review. *Sci. Total Envir.*, 116, pp 31-52, 1992.
2. S.J. Hitchcock, B. Mc. Enaney and S.J. Walling. Fibrous active carbons from coir. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 33A, pp 157-163, 1993.
3. A. Renouprez, and J. Avom. Characterization of active carbons from palm tree fibres using nitrogen adsorption and small angle X-ray scattering. In *Characterization of Porous Solids* (Edited by Unger K.K., Rouguerol J. and Sing K.S.W.), Elsevier, Amsterdam, pp 49-54, 1988.
4. S.S. Nawar, and H.S. Doma. Removal of dyes from effluents using low-cost agricultural by-products. *Sci. Total Envir.* 79, pp 271-279, 1989.
5. D.S. Bhargava, and S.B. Sheldarkar. Use of TNSAC in phosphate adsorption studies and relationships. Literature, experimental methodology, justification and effects of process variables. *Wat. Res.* 27, pp 303-312, 1993.
6. P.W. Schinder. Adsorption of inorganic at solid-liquid interface, *An Arbor. Sci., Michigan*, pp 87-126, 1981.