

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION ACTIVATED CARBON FROM FISH BONE BY USING ACTIVATOR CaCl₂

Endah Purwanti^{1*}, Reni Rahmadewi², Vita Efelina¹, Iwan Sugihartono³

¹ Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

² Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

³Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta

* endah.purwanti@ft.unsika.ac.id

Abstrak

Activated carbon is a porous solid containing 85-95% carbon, produced from carbonaceous materials by heating at high temperatures. Activated carbon has a very large surface area so it is suitable for applications requiring large contact areas such as in the adsorption field. Activated carbon can be made from fish bones because fish bones are removed as a waste containing carbon elements that can be used as raw material for making activated carbon. In the manufacture of activated carbon, not only raw materials that need to be considered, but also the process of activation. Activation of the charcoal can be carried out using CaCl₂. For charcoal base material from fish bones containing lots of Ca and Mg elements, in addition to using the activator, also the activation process needs to be immersed in H₂SO₄. Characterization of activated carbons of synthesis include water content test, ash content test, and functional group analysis using FTIR spectroscopy. Based on the results FTIR shows specific peaks for as charcoal activated charcoal based on the literature. Based on the determination of the test water content and ash content obtained by activated charcoal from fish bones has a water content of 4,1% and ash content of 28,1%.

Keywords: Activated Carbon, Fish Bone and CaCl₂.

1. Pendahuluan

Kebutuhan karbon aktif meningkat seiring dengan semakin berkembangnya dunia industri. Karbon aktif atau juga yang disebut arang aktif adalah suatu karbon amorf berupa padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon. Karbon aktif dapat dihasilkan dengan cara pemanasan pada suhu tinggi dengan menggunakan bahan baku yang mengandung karbon baik dari hewan maupun tumbuhan (Chand et al., 2005). Pada proses pembuatan karbon aktif, proses aktivasi karbon hasil pengarangan sangat mempengaruhi luas permukaan yang dihasilkan. Karbon aktif merupakan karbon yang memiliki luas permukaan pori yang besar.

Biasanya pengaktifan bertujuan untuk memperbesar luas permukaan dan sebagai usaha dalam peningkatan daya adsorpsi karbon aktif. Karbon aktif memiliki pori-pori yang sangat kompleks yang berkisar dari ukuran mikro dibawah 20 Amstrong, ukuran meso antara 20-50 Amstrong, dan ukuran makro yang lebih dari 500 Amstrong. Luas permukaan yang besar dari karbon aktif adalah luas permukaan internal yang diakibatkan karena adanya pori-pori yang berukuran sangat kecil (Czepirski, L. et al., 2013).

Karbon aktif memiliki luas permukaan yang sangat besar sehingga sangat cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan luas kontak yang besar seperti pada bidang adsorpsi (penyerapan), pada

bidang reaksi, dan katalisis. Contoh aplikasi karbon aktif pada bidang adsorpsi adalah digunakan sebagai adsorben pada pemurnian gas, pemurnian pulp, penjernihan minyak, dan juga pemurnian produk pangan antara lain pembersihan larutan gula tebu, gula bit, gula jagung, menghilangkan rasa dan bau air minum, pemurnian minyak nabati, dan minuman alkohol (Wijayanti, 2009). Selain itu juga telah dikembangkan aplikasi karbon aktif sebagai kapasitor lapis rangkap listrik atau pada baterai ion litium (Yoon et al., 2004).

Oleh karena banyaknya aplikasi dari karbon aktif, hal ini mendorong semakin meningkatnya penelitian yang berkaitan dengan karbon aktif, mulai dari pemilihan bahan baku, proses karbonasi dan aktivasi, maupun perluasan aplikasi karbon aktif dalam bidang teknologi. Pada penelitian ini, pemilihan bahan baku yang digunakan adalah tulang ikan. Tulang ikan terkadang masih menjadi limbah yang kurangermanfaatkan. Padahal Indonesia merupakan Negara yang perairannya kaya akan berbagai jenis ikan. Tulang ikan yang dibuang sebagai limbah mengandung unsur karbon sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Hal ini dikarenakan karbon aktif dapat dibuat dari hampir semua bahan yang mengandung unsur karbon baik dari nabati maupun hewani.

Dalam pembuatan karbon aktif, tidak hanya bahan bakunya saja yang perlu diperhatikan, tetapi juga proses aktivasinya. Proses aktivasi merupakan

satu perlakuan penting terhadap karbon agar karbon mengalami perubahan sifat baik fisik maupun kimia. Luas permukaannya dapat meningkat tajam akibat terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa sisa-sisa pengarangan.

Pada dasarnya proses pembuatan karbon aktif dibagi menjadi dua tahap yaitu karbonisasi dan aktivasi. Produk utama yang dihasilkan dari proses karbonisasi adalah arang dengan hasil samping berupa tar dan asap cair. Pada tahap ini sangat perlu diperhatikan mengenai suhu pengarangan, sehingga dapat dilakukan beberapa variasi suhu agar dapat dianalisis hasil yang maksimal atau paling sesuai terhadap aplikasi tertentu. Arang yang dihasilkan tersebut mempunyai luas permukaan yang masih rendah dan daya adsorbs yang sangat kecil. Oleh karena itu proses aktivasi perlu dilakukan untuk membangun porositas dan memperbesar luas permukaan. Aktivasi arang dapat dilakukan dengan menggunakan garam-garam mineral seperti CaCl_2 . Untuk bahan dasar arang dari tulang ikan yang banyak mengandung unsur Ca dan Mg, selain menggunakan bahan pengaktif tersebut, juga proses aktivasinya perlu dilakukan perendaman dalam asam dengan kadar 10-15% selama setengah jam. Perendaman dilakukan bertujuan untuk melarutkan komponen CaO dan MgO yang mengisi pori-pori dan mengakibatkan terbukanya pori-pori yang tertutup sehingga memperluas permukaan adsorben (Manocha, 2003). Selain itu juga dapat dilakukan perendaman pada basa KOH atau NaOH untuk meningkatkan luas permukaan pori (Jimenez et al., 2008).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis karbon aktif dari bahan baku tulang ikan dengan aktivator CaCl_2 dan mengetahui sifat-sifat karbon yang telah diaktivasi berdasarkan data yang diperoleh dari hasil karakterisasi.

2. Metodologi

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari Tulang Ikan, Larutan CaCl_2 , Larutan H_2SO_4 , Natrium Hidroksida, Aquades, dan Indikator universal

Alat

Alat-alat yang digunakan meliputi Furnace tradisional, Timbangan digital Ohaus dan *hotplate stirrer*, Erlenmeyer dan *magnetic stirrer*, Pipet, Gelas kimia dan gelas ukur, Pengaduk, Kaca arloji, Cawan petri, Alumunium foil, dan Mortar. Selain itu juga menggunakan timbangan analitis *DENVER Instrument Company*, *centrifuge*, ultrasonifikasi, *hotplate stirrer THERMOLYNE*, oven vakum *VWR Scientific Product*, Spektroskopi Infra Merah Alpha FT-IR *Spectrometer*, Spektroskopi Infra Merah Shimadzu Prestige 21.

3. Prosedur Kerja

Sintesis Karbon Aktif

Tahap awal yang harus dilakukan adalah mencuci tulang ikan agar daging yang masih menempel terlepas, kemudian dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil. Tulang ikan yang telah dipotong dimasukkan oven pada suhu 100 °C selama 30 menit sampai kering. Selanjutnya tulang ikan direndam di dalam larutan CaCl_2 jenuh satu hari dan dikeringkan kembali. Tulang yang sudah direndam dimasukkan dalam alat furnace untuk dilakukan pengarangan pada suhu ± 400 °C. Arang yang dihasilkan kemudian dihaluskan dan disaring.

Tahap selanjutnya adalah proses aktivasi karbon, yaitu merendam karbon dalam larutan CaCl_2 1M dengan perbandingan 1 : 2. Pada tahap ini dilakukan pengadukan menggunakan hot plate stirrer pada suhu 50°C selama 3 jam. Residu disaring dan dicuci. Kemudian residu yang dihasilkan direndam dalam larutan H_2SO_4 12% selama kurang lebih setengah jam dan dilanjutkan dengan pencucian sampai diperoleh pH netral. Langkah terakhir adalah dikeringkan dalam oven agar arang aktif yang dihasilkan terbebas dari air.

4. Hasil dan Pembahasan

Sintesis Arang Tulang Ikan

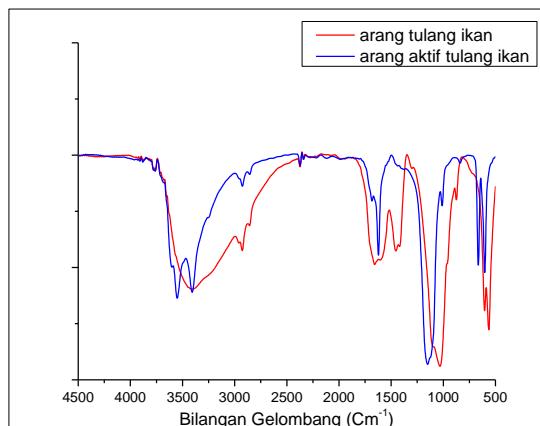
Tulang ikan yang telah dibersihkan dari daging melekat dan telah dicuci sampai bersih, kemudian dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. 10 gram tulang ikan yang telah kering dibungkus menggunakan alumunium foil dan dipirolysis menggunakan *traditional furnace* pada suhu ±400°C. Arang yang dihasilkan kemudian dihancurkan sampai menjadi serbuk halus. Arang halus yang didapat setelah pengarangan sebesar 7,24 gram. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengarangan mengurangi sejumlah besar kadar air. Arang yang didapat kemudian diaktivasi dengan cara menstirrer arang dengan CaCl_2 1M (perbandingan 1:2) selama kurang lebih 30 menit pada suhu 50°C. Setelah itu disaring dan dibilas menggunakan aquades. Arang kemudian distirrer lagi di dalam larutan H_2SO_4 12% selama kurang lebih setengah jam dan dilanjutkan dengan pencucian sampai diperoleh pH netral, diuji menggunakan indikator universal. Langkah terakhir adalah dikeringkan dalam oven. Arang aktif didapatkan dalam bentuk serbuk halus.

Analisis Arang Aktif Tulang Ikan

Analisis Spektroskopi Inframerah

Untuk melihat struktur kimia arang aktif, maka dilakukan analisis gugus fungsi yang terdapat di dalam arang dan arang aktif tulang ikan menggunakan spektroskopi inframerah (FTIR). Spektrum IR dari arang dan arang aktif tulang ikan dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan gambar

tersebut dapat dilihat munculnya beberapa puncak spesifik pada arang dan arang aktif tulang ikan.



Gambar 1. Spektrum FTIR arang dan arang aktif tulang ikan

Berdasarkan gambar tersebut, Gugus fungsi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai penciri dari karbon aktif tulang ikan. Gugus fungsi yang terdapat pada karbon aktif yaitu gugus C=O pada bilangan gelombang 1751 cm^{-1} , gugus C=C pada bilangan gelombang 1542 cm^{-1} , gugus C-C pada bilangan gelombang 1155 cm^{-1} , dan gugus C-H pada bilangan gelombang 885 cm^{-1} . Gugus fungsi yang terdapat pada karbon aktif tulang ikan yaitu O-H *stretching vibration* pada bilangan gelombang 3431 cm^{-1} , C=O *stretching vibration* antara bilangan gelombang 1800 dan 1650 cm^{-1} , dan C-O *stretching vibration* diantara bilangan gelombang 1600 dan 1400 cm^{-1} . Bilangan gelombang 3431 cm^{-1} diduga terdapat gugus O-H *stretching vibration* yang biasa ditemukan pada senyawa hidroksipatit yang terdapat pada tulang hewan. Pada bilangan gelombang $2850\text{-}3000\text{ Cm}^{-1}$ terdapat gugus C-H *Stretching*, bilangan gelombang $375\text{-}1450\text{ Cm}^{-1}$ terdapat gugus $-\text{CH}_3$ *bending*, bilangan gelombang $1670\text{-}1640\text{ Cm}^{-1}$ terdapat gugus C=C Amida, dan bilangan gelombang $598\text{-}680\text{ Cm}^{-1}$ terdapat gugus C-H *bending*. Berdasarkan hasil analisis FTIR terdapat *Fingerprint fixed carbon* pada bilangan gelombang $1125\text{-}1150\text{ Cm}^{-1}$.

Penetapan Kadar Air

Penetapan kadar air dilakukan dengan cara sejumlah arang atau arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam sampai diperoleh bobot konstan dan didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Pengeringan dan penimbangan dilakukan setiap satu jam sampai diperoleh bobot konstan. Penghitungan kadar air menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{w_2 - w_1}{w_2} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan : w_1 = bobot sampel sesudah pemanasan, w_2 = bobot sampel sebelum pemanasan.

Adapun data dan hasil perhitungan diperoleh sebagai berikut :

a. Arang Tulang Ikan

Warna sampel	= hitam
Berat Crus Kosong	= $31,5052\text{ gram}$
Berat krus + sampel tulang ikan	= $33,4223\text{ gram}$
Berat sampel tulang ikan (awal)	= $1,9171\text{ gram}$
Berat crus + sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam)	= $33,3471\text{ gram}$

Berat sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam) = $1,8419\text{ gram}$

Kadar Air = $3,9\%$

b. Arang Aktif Tulang Ikan

Warna sampel	= hitam keabuan
Berat Crus Kosong	= $32,9194\text{ gram}$
Berat krus + sampel tulang ikan	= $34,1649\text{ gram}$
Berat sampel tulang ikan (awal)	= $1,2455\text{ gram}$
Berat crus + sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam)	= $34,1135\text{ gram}$

Berat sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam) = $1,1941\text{ gram}$

Kadar Air = $4,1\%$

Penetapan Kadar Abu

Penetapan kadar air dilakukan dengan cara sejumlah arang atau arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 700°C selama 4 jam sampai diperoleh bobot konstan dan didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Pengeringan dan penimbangan dilakukan setiap satu jam sampai diperoleh bobot konstan. Penghitungan kadar air menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{w_2 - w_1}{w_2} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan : w_1 = bobot sampel sesudah pemanasan, w_2 = bobot sampel sebelum pemanasan.

Adapun data dan hasil perhitungan diperoleh sebagai berikut :

a. Arang Tulang Ikan

Warna sampel	= hitam
Berat Crus Kosong	= $31,5052\text{ gram}$
Berat krus + sampel tulang ikan	= $33,4223\text{ gram}$
Berat sampel tulang ikan (awal)	= $1,9171\text{ gram}$
Berat crus + sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam)	= $33,3471\text{ gram}$

Berat sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam) = $1,8419\text{ gram}$

Berat sampel tulang ikan (setelah 700°C selama 4 jam) = $1,3341\text{ gram}$

Kadar Abu = $30,4\%$

b. Arang Aktif Tulang Ikan

Warna sampel	= hitam keabuan
Berat Crus Kosong	= $32,9194\text{ gram}$
Berat krus + sampel tulang ikan	= $34,1649\text{ gram}$
Berat sampel tulang ikan (awal)	= $1,2455\text{ gram}$
Berat crus + sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam)	= $34,1135\text{ gram}$

Berat sampel tulang ikan (setelah 100°C selama 4 jam) = 1,1941 gram
 Berat sampel tulang ikan (setelah 700°C selama 4 jam) = 0,8950 gram
 Kadar Abu = 28,1 %

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Telah berhasil dibuat arang dan arang aktif tulang ikan dengan menggunakan aktivator CaCl_2 dan H_2SO_4 .
2. Berdasarkan hasil FTIR menunjukkan puncak-puncak yang spesifik sebagai penciri arang aktif berdasarkan literatur.
3. Berdasarkan penetapan uji kadar air dan kadar abu diperoleh arang aktif tulang ikan yang memiliki kadar air sebesar 4,1% dan kadar abu sebesar 28,1%.

Adapun saran yang bisa peneliti sampaikan adalah penelitian mengenai arang aktif ini bisa dikembangkan dengan bahan baku yang lain untuk mendapatkan material karbon aktif yang lebih baik sifatnya. Selain itu juga bisa dilanjutkan mengenai aplikasi karbon aktif misalkan sebagai material superkasitor.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qodah, Z., Shawabkhan, R.. 2009. *Production and Characterization of Granular Activated Carbon from Activated Sludge*. Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. **26**, No.1, pp. 127-136.
- Cecen, Ferhan. 2014. *Activated Carbon*. Bogazici University.
- Chand, Bansal, Roop, Meenakshi Goyal. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. United States of America (USA) : Lewis Publisher.
- Czepirski, L., Szczerowski, J., Balys, M., Ciesinska, W., Makomaski, G., Zielinski, J.. 2013. *Highly Porous Carbon Adsorbents from Coal Tar Pitch and Waste Polymers*. [Polish Symposium]. Freiberg: AGH University of Science and Technology.
- Dyah, Nana, S., Martini, Warry. Pembuatan Arang Aktif dari Tulang Ikan Tuna. Fakultas Teknologi Industri, UPN.
- Garba, A., Basri, H., Nasri, N., Isma, R.. 2016. *Synthesis and Characterization of Porous Carbon from Biomass Using KOH and K_2CO_3 Chemical Activation*. ARPN Journal of Engineering and Applied Science, Vol. **11**, No.3, pp. 1613-1617.
- Giraldo, L., Juan, C. 2012. *Synthesis of Activated Carbon Mesoporous from Coffe Waste and Its Application in Adsorption Zinc and Mercury Ions from Aqueous Solution*. E-Journal of Chemistry, Vol **9(2)**, pp938-948.
- Jimenez, V., Valverde, J., Sanches, P., Romero, A.. 2008. *Chemical Activation of Fish-Bone Type Carbon Nanofibers*. Chemical Engineering Department: University of Casstilla. Leimkuehler, E.P.. 2010. *Production, Characterization, And Applications of Activated Carbon*. [thesis]. Faculty of the Graduate School, University of Missouri.
- Manocha, Satish. 2003. *Porous Carbons*. India : Sardar Patel University. Vol. **28**, pp. 335-348.
- Mohammed, A., Aboje, A., Auta, M., Jibrit, M. 2012. *A Comparative Analysis and Characterization of Animal Bones as Adsorbent*. Pelagia Research Library, Vol **3(5)**, pp 3089-3096.
- N. Slimani Alaoui, A. El laghdach, E. Manuel Cuerda, M. Stitou, F. El Yousfi, N. Jbari. 2014. *Preparation of Bone Chars by Calcination in Traditional Furnace*. J. Mater. Environ. Sci. Vol **5(2)**, pp 476 – 483.
- Stuart, B.H. 2002. *Polymer Analysis*, John Wiley & Son, England, 144-145; 201.
- Wijayanti, R. 2009. Arang aktif dari ampas tebu sebagai adsorben pada pemurnian minyak goreng bekas. [tesis]. Bogor (ID): Program Pasca Sarjana, Bidang Ilmu Kimia, Institut Pertanian Bogor.
- Yusraini, Dian., Rudy, Adi, Tri, Nurlela. Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan Menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. Jurnal Kimia Valensi, Vol.1 No.2., pp 100-113.
- Yusufu, M.I., Ariahu, Igbabul. 2012. *Production and Characterization of Activated Carbon from Selected Local Raw Materials*. African Journal of Pure and Applied Chemistry, Vol. **6(9)**, pp. 123-131.
- S. Yoon, S. Lim, Y. Song, Y. Ota, W. Qiao, A. Tanaka, I. Mochida. 2004. *Carbon*, 42. Pp 1723 – 1729.