

---

## **Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin**

**Lela Mukmilah Yuningsih, Dikdik Mulyadi, A. Jaka Kurnia**

Program Studi Kimia Universitas Muhammadiyah Sukabumi

*Email: lelathea@yahoo.co.id*

Received: April 2016; Revised: Mei 2016; Accepted: Mei 2016; Available Online: Mei 2016

---

### **Abstrak**

Arang aktif dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang mengandung karbon seperti tongkol jagung dan tempurung kelapa. Pada umumnya arang aktif dibuat melalui proses aktivasi dengan menambahkan bahan-bahan kimia. Jenis aktivator akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori arang aktif yang dihasilkan. Pada penelitian ini akan dibuat arang aktif dari tongkol jagung dan diaktivasi secara fisika dan kimia dengan aktivator KOH. Proses karbonasi dilakukan pada suhu 800 °C selama 2 jam dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia menggunakan KOH dengan perbandingan massa air:arang:KOH adalah 1:1:4 dan diaktivasi fisika pada suhu 600 °C selama 4 jam. Dilakukan pengujian terhadap sampel meliputi uji daya jerap iodine dan uji SEM. Dari hasil pengujian daya jerap atau adsorpsi arang aktif pada iodine terlihat pada konsentrasi KOH 20% arang aktif tempurung kelapa memiliki daya jerap yang paling baik sebesar 1240.233 mg/g dengan luas permukaan 2352.851 m<sup>2</sup>/g sedangkan arang aktif tongkol jagung daya jerap 1133.757 mg/g dengan luas permukaan 2150.866 m<sup>2</sup>/g. Morfologi arang aktif dengan aktivasi KOH 20% memiliki struktur pori dengan tinggi 22.63 µm dan lebar 26.41 µm, ukuran pori yang dihasilkan termasuk ke dalam struktur makropori.

**Kata kunci :** *Arang aktif, karbonasi, aktivasi, daya jerap, luas permukaan*

### **Abstract**

The activated charcoal can be produced from various raw material which contains carbon such as corn cobs and coconut shell. Generally, activated charcoal made through activation process with added chemical materials. The kind of activator will give different influence on surface area or pores volume of the result activated charcoal. In this study, will be made activated charcoal from corn cobs and activated by physical and chemical with KOH activator. Carbonation process is performed at 800°C for 2 hours and followed by chemical activation process by KOH with mass ratio water: charcoal: KOH is 1:1:4, then activated by physical at 600°C for 4 hours. Conducted test on sample contain iodine adsorption and SEM. As a result, iodine adsorption of activated charcoal indicated at KOH 20%. the best adsorption of coconut shell activated charcoal is 1240.233 mg/g with surface area 2352.851 m<sup>2</sup>/g, while corn cobs activated charcoal is 1133.757 mg/g with surface area 2150.866 m<sup>2</sup>/g. Morphology of activated charcoal with KOH 20% have pore structure with high 22.63 µm and wide 26.41 µm, the resulting pore size included into macropores structure.

**Keywords:** *Activated charcoal, carbonation, activation, adsorption, surface area.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3091>

## 1. PENDAHULUAN

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah pertanian yang sangat potensial dimanfaatkan untuk dijadikan arang aktif, karena limbah tersebut sangat banyak dan terbuang percuma. Limbah ini dapat ditingkatkan nilai ekonominya bila diolah, juga dapat mengurangi potensi pencemaran lingkungan. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Barat produksi jagung di Jawa Barat pada tahun 2013 mencapai 1113088 ton atau meningkat 8.21 persen dibanding tahun 2012. Arang aktif dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang mengandung karbon seperti kayu, tempurung kelapa, limbah batu bara, limbah pengolahan kayu dan limbah pertanian seperti kulit buah kopi, kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol dan pelepah jagung (Amphol *et al.*, 2008).

Mutu permukaan arang aktif yang dihasilkan sangat bergantung pada bahan baku, bahan pengaktif, suhu dan cara pengaktifannya (Bonelli *et al.*, 2001; Bansode *et al.*, 2003; Ismadji *et al.*, 2005). Pada pembuatan arang aktif terdapat dua cara yaitu melalui aktivasi secara fisik dan kimia. Aktivasi fisik dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama karbonisasi dan kedua aktivasi, sedangkan aktivasi secara kimia, bahan diimpregnasi terlebih dahulu dengan bahan pengaktif kemudian dikarbonisasi (Hayashi *et al.*, 2002). Tujuan utama aktivasi arang dengan uap panas adalah untuk menciptakan dan memperluas pori arang. Jadi jelas bahwa aktivasi dengan uap panas tidak hanya memindahkan material yang tidak dikelola tetapi juga cukup efektif dalam membentuk dan melebarkan mikropori dengan naiknya suhu. Kenaikan suhu dari 750 °C ke 800 °C meningkatkan volume mikropori arang aktif. Pada batas tertentu peningkatan suhu justru akan menurunkan volume mikroporinya (Bansode *et al.*, 2003; Ismadji *et al.*, 2005; Pari *et al.*, 2006).

Pada penelitian ini akan dibuat arang aktif dari tongkol jagung dan diaktivasi secara fisika dan kimia dengan aktivator KOH dimana KOH adalah agen yang paling efektif untuk membentuk mikropori (Wang, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivasi terhadap luas permukaan arang aktif.

## 2. METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik ME102 (Mettler Toledo, Swiss), oven IN75 (Memert, Bremen, German) desikator, tanur, pH indicator, peralatan kaca yang umum di laboratorium, SEM.

Bahan-bahan yang digunakan adalah tongkol jagung berusia 90 hari yang berasal dari pasar cibadak, KOH p.a, akuades, larutan KI, larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> indikator kanji, HCl p.a, dan kertas saring.

### Pembuatan Arang Aktif

Pembuatan arang aktif diawali dengan preparasi tongkol jagung. Tongkol jagung dan tempurung kelapa dipotong-potong dan dicuci bersih dengan air keran yang mengalir, setelah itu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7-8 hari. Selanjutnya, tongkol jagung dikarbonisasi pada oven pada suhu 800 °C selama 2 jam (Nurdiansah dan Susanti, 2013), lalu dilanjutkan dengan proses pengaktifan. Proses aktivasi arang dilakukan secara kimia dan steam, dilakukan dengan menggunakan KOH dengan perbandingan massa air:Karbon:KOH yaitu 1:1:4. Sebanyak 150 gram karbon direndam dengan 50 gram KOH selama 4 jam yang telah dilarutkan dengan akuades sebanyak 350 mL. Untuk menghilangkan KOH yang masih berada di dalam arang aktif, selanjutnya arang aktif dicuci dengan cara merendamnya di dalam larutan HCl 10% selama 2 jam. Kemudian arang aktif disaring dengan vakum dan dicuci dengan air panas sampai pH netral. Selanjutnya diaktivasi fisika dipanaskan pada suhu 600 °C selama 4jam.

### Karakterisasi Karbon Aktif

Analisis sifat arang aktif meliputi daya jerap iodin, pengamatan morfologi arang aktif dengan menggunakan SEM.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya jerap atau adsorpsi arang aktif pada iodine memperlihatkan kemampuan arang aktif untuk mengadsorpsi komponen dengan bobot molekul rendah (Suzuki, 2007). Aktivator KOH berperan membentuk pori pada arang, semakin banyak pori yang terbentuk maka iodine yang terjerap akan semakin banyak pula. Hasil pengujian daya jerap iodine dan luas permukaan spesifik disajikan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 terlihat pada konsentrasi KOH 20% arang aktif tempurung kelapa memiliki luas permukaan aktif 2352.851 m<sup>2</sup>/g yang luas dibandingkan dengan arang aktif tongkol jagung 2150.866 m<sup>2</sup>/g. Komposisi unsur karbon dari tempurung kelapa 74.3% (Bledzki *et al.*, 2010) sedangkan unsur karbon tongkol jagung 12-20% (Oladeji, 2010), arang tempurung kelapa memiliki kandungan karbon yang tinggi sehingga berpotensi menjadi sumber arang aktif (Syamsiro dan Harwin Saptoadi, 2007). Aktivator KOH berperan membentuk pori pada arang, semakin besar konsentrasi aktifier maka larutan akan semakin pekat sehingga larutan aktivator akan lebih mudah untuk mengikat tar dan volatil hasil proses karbonisasi. Akibatnya arang aktif akan semakin kekurangan tar dan volatil yang ikut terbang saat pencucian dilakukan, sehingga arang aktif akan semakin bebas dan memiliki luas permukaan aktif yang semakin besar. Semakin banyak pori yang terbentuk maka iodine yang terjerap akan semakin banyak pula.

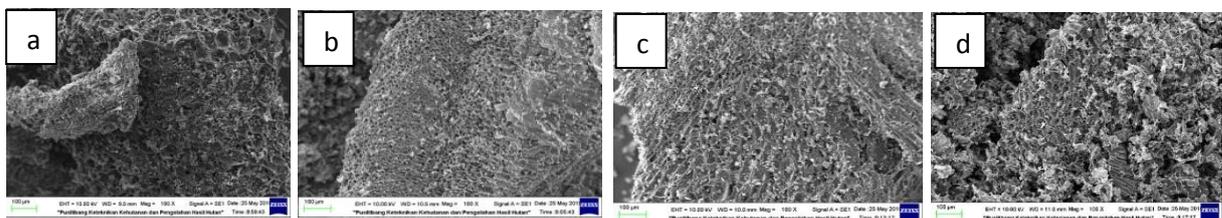
Semakin besar bilangan iodine yang diperoleh maka pori-pori yang terbentuk semakin banyak atau dengan kata lain semakin besar pula luas permukaan arang aktif. Besarnya daya jerap arang aktif terhadap yodium menggambarkan semakin banyaknya struktur mikropori yang terbentuk dan memberikan gambaran terhadap besarnya diameter mikropori yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih besar dari 10 Amstrong (Smisek dan Cerny, 1970; Yue *et al.*, 2003). Terbentuknya struktur mesopori maka luas permukaan dan volume pori arang semakin besar, hal ini dapat dilihat dari semakin besarnya daya jerap arang aktif terhadap iodine.

**SEM (Scanning Electron Microscope)**

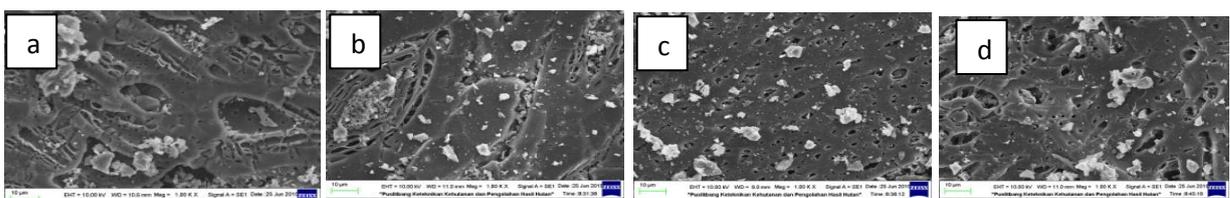
*Scanning Electron Microscope (SEM)* digunakan untuk mengamati permukaan material/bahan tertentu dengan tujuan mendapatkan bentuk lebih detail (struktur mikro dan makro meterial). Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

**Tabel 1.** Daya jerap iodine dan luas permukaan arang aktif tempurung kelapa dan karbon aktif tongkol

Sampel	Daya Jerap Iodin (mg/g)	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /g)
Arang Tempurung Kelapa (Tanpa aktivasi)	773.318	1467.068
ArangTempurungKelapa (Aktivasi KOH 1%)	828.946	1572.600
ArangTempurungKelapa (Aktivasi KOH 5%)	1070.517	2030.893
ArangTempurungKelapa (Aktivasi KOH 20%)	1240.233	2352.851
ArangTongkolJagung (TanpaAktivasi)	647.979	1229.286
ArangTongkolJagung (Aktivasi KOH 1%)	745.788	1414.840
ArangTongkolJagung (Aktivasi KOH 5%)	908.316	1723.174
ArangTongkolJagung (Aktivasi KOH 20%)	1133.757	2150.866



**Gambar 1.** Mikrograf SEM karbonaktif tongkol jagung (a) tanpa aktivasi, (b) aktivasi KOH 1%, (c) aktivasi KOH 5%, (d) aktivasi KOH 20% perbesaran 100x



**Gambar 2.** Mikrograf SEM karbon aktif tempurung kelapa (a) tanpa aktivasi,(b) aktivasi KOH 1%, (c) aktivasi KOH 5%, (d) aktivasi KOH 20% perbesaran 100x

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat adanya perubahan dari struktur pori arang tanpa penambahan aktivator dengan arang yang diaktivasi oleh KOH. Ini mengindikasikan bahwa konsentrasi aktivator dapat menambah besaran pori dan membentuk pori baru. Morfologi arang aktif dengan aktivasi KOH 20% memiliki struktur pori dengan tinggi 22.63  $\mu\text{m}$  dan lebar 26.41  $\mu\text{m}$ , ukuran pori yang dihasilkan termasuk ke dalam struktur makropori. Penambahan konsentrasi pada aktivator membuat sampel arang aktif menjadi lebih transparan atau tipis sehingga daya kontak karbon akan semakin besar. Hal ini menandakan bahwa volatile dan tar semakin terlepas dari karbon karena adanya aktivator tadi. Hal tersebut akan berakibat pada semakin besarnya luas permukaan aktif dari arang aktif tersebut. Penambahan konsentrasi dari 1-20% memiliki hubungan lurus dengan luas permukaan arang aktif tersebut. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gumelar dkk (2015) arang yang diaktivasi dengan HCl 5M memiliki bentuk pori yang besar dibandingkan dengan HCl 3 M. Maria (2015) luas permukaan dan volum pori karbon aktif akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sebagai aktivator. Peningkatan porositas juga diakibatkan oleh jumlah *impregnating agent* yang digunakan, semakin banyak aktivator yang digunakan akan meningkatkan pembentukan pori pada karbon aktif (Hsu dan Teng, 2000).

#### 4. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi KOH 20% arang aktif tempurung kelapa memiliki daya jerap 1240.233 mg/g dengan luas permukaan 2352.851  $\text{m}^2/\text{g}$  sedangkan arang aktif tongkol jagung daya jerap 1133.757 mg/g dengan luas permukaan 2150.866  $\text{m}^2/\text{g}$ . Struktur morfologi arang aktif dengan aktivasi KOH 20% memiliki bentuk pori yang besar. Semakin banyak aktivator yang digunakan akan meningkatkan pembentukan pori pada arang aktif

#### DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik, Jawa Barat. 2013. Panen, Produktivitas, dan Produksi Tanaman Tanaman Jagung. Jawa Barat: BPS

- Amphol A, Paitip T, Woranan N. 2008. Preparation of  $\text{CO}_2$  activated carbon from corncob for monoethylene glycol adsorption. Amsterdam: Elsevier.
- Bansode RR, Losso JN, Marshall WE, Rao RM, Portier RJ. 2003. Adsorption of volatile organic compound by pecan shell- and almond shell-based granular activated carbons. *Bioresource Technology* 90: 175-184.
- Bledzki AK, Mamun AA, J Volk. 2010. Barley husk and coconut shell reinforced polypropylene composites. The effect of fibre physical, chemical and surface properties. *Composites Science and Technology*. 70: 840-846.
- Bonelli PR, Rocca PAD, Cerrela EG, Cukierman AL. 2001. Effect of pyrolysis temperature on composition, surface properties and thermal degradation rates of Brazil Nut shell. *Bioresource Technology*. 76: 15-22.
- Gumelar D, Yusuf H, Rini Y. 2015. Pengaruh aktivator dan waktu kontak terhadap kinerja arang aktif berbahan eceng gondok (*eichornia crossipes*) pada penurunan COD limbah cair laundry. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3 (1): 15-23.
- Hayashi J, Horikawa T, Takeda I, Muroyama K, Ani FN. 2002. Preparing activated carbon from various nutshell by chemical activation with  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . *Carbon* 40: 2381-2386.
- Hsu LY, Teng H. 2000. Influence of different chemical reagents on the preparation of activated carbons from Bituminous coal. *Fuel Process. Technol.* 64: 155-166.
- Ismadji S, Sudaryanto Y, Hartono SB, Setiawan LEK, Ayucitra A. 2005. Activated carbon from char obtained from vacuum pyrolysis of teak dust: pore structure development and characterization. *Bioresource Technology* 96: 1364-1369.
- Maria ANS, Arenst A, Aditya P. 2015. Sintesis karbon aktif dari kulit salak dengan aktivasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sebagai adsorben larutan zat warna metilen biru. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Yogyakarta.
- Nurdiansah H, Susanti D. 2013. Pengaruh variasi temperature karbonisasi dan temperature aktivasi fisika dari elektroda karbon aktif tempurung kelapa dan Tempurung kluwak

- terhadap nilai kapasitansi *Electric Double layer capacitor* (EDLC). *Jurnal teknik pomits*. 2: 2301-9271.
- Oladeji JT. 2010. Fuel Characterization of Briquettes Produced from Corncob and Rice Husk Residues. *The Pacific Journal of Science and Technology*. 11(1): 101-106.
- Pari G, Hendra D, Pasaribu RA. 2006. Pengaruh lama waktu aktivasi dan konsentrasi asam fosfat terhadap mutu arang aktif kulit kayu *Acacia mangium*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 24(1): 33-46.
- Smisek M, Cerny. 1970. Activated carbon: Manufacture, properties and application. New York: Elsevier Publishing Company.
- Suzuki R. 2007. Preparation and characterization of activated carbon from rice bran. Brazil (BR) : University Estadual de Maringo.
- Syamsiro M, Harwin Saptoadi. 2007. Pembakaran briket biomassa cangkang kakao pengaruh temperatur udara preheat. Seminar Nasional Teknologi.
- Wang L, Guo Y, Rong C, Ma X, Qu Y, Wang Z. 2011. High surface area porous carbons prepared from hydrochars by phosphoric acid activation. *Bioresource Technology*. 102: 1947-1950.
- Yue Z, Economy J, Mangun CL. 2003. Preparation of fibrous porous materials by chemical activation 2.  $H_3PO_4$  activation of polymer coated fibres. *Carbon*. 41: 1809-1817.