

## PENGARUH AKTIVASI KARBON AKTIF DARI TONGKOL JAGUNG DAN TEMPURUNG TERHADAP NILAI KONDUKTIFITAS

Lela Mukmilah Yuningsih<sup>1</sup>, Dikdik Mulyadi<sup>1</sup>, A.Kurnia Jaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia Universitas Muhammadiyah Sukabumi  
e-mail : lelathea@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Kebutuhan energi semakin meningkat sehingga dilakukan penelitian untuk mengkararakteristik karbon aktif dari tempurung kelapa dan tongkol jagung yang berpotensi untuk dijadikan material dasar untuk membuat komponen fuel cell yang merupakan salah satu pembangkit energi alternatif yang mulai dikembangkan untuk menghadapi ancaman krisis energy. Pada penelitian ini proses karbonasi dilakukan pada suhu 800°C selama 2 jam dilanjutkan dengan proses aktivasi menggunakan KOH dengan perbandingan air : karbon : KOH adalah 1 : 1 : 4 dan diaktivasi fisika pada suhu 600°C selama 4 jam. Hasil penelitian menunjukkan Nilai konduktifitas listrik arang tempurung kelapa berada pada kisaran 0.95 – 0.23 S/cm dan arang tongkol jagung 0.85 – 0.30 S/cm, arang dari tempurung kelapa dan arang dari tongkol jagung yang dihasilkan bersifat semikonduktor, penambahan konsentrasi aktivator menurunkan nilai konduktifitas listrik.

**Kata Kunci** : karbon aktif, karbonasi, aktivasi, daya jerap, luas permukaan

### Latar Belakang

Bertambahnya kebutuhan akan energi membuat banyak pihak harus berpikir untuk tidak terlalu bergantung pada sumber energi dari bahan bakar fosil yang digunakan saat ini. Hal ini membuat banyak peneliti mulai memfokuskan penelitian pada bidang energi untuk mencari sumber energi alternatif yang baru dan terbarukan, salah satunya penelitian tentang material untuk pembangkit energi. Indonesia merupakan negara agraris yang menghasilkan banyak produk pertanian dan sekaligus menghasilkan limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu contohnya yaitu tempurung kelapa dan tongkol jagung.

Karbon merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon. Selain sebagai bahan bakar karbon juga sering digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan tentang penggunaan karbon sebagai adsorben antara lain Efektifitas Karbon Aktif batu bara dan tempurung kelapa untuk menurunkan kadar besi dalam air (Yuningsih & Mulyadi 2011), Kinerja filter pasir lambat untuk menurunkan kadar Fe dalam air (Yuningsih 2012), Pembuatan karbon aktif terisi magnetik untuk desulfurisasi adsorptive bahan bakar disel (Yuningsih, *et al.* 2012).

Karbon juga memiliki fungsi lain yang jauh lebih memiliki nilai jual yang tinggi yaitu sebagai bahan karbon untuk baterai kendaraan berbasis energi listrik, juga sebagai pengganti bahan aditif elektroda pada baterai. Syarat bahan agar dapat dijadikan elektroda adalah memiliki nilai konduktivitas yang tinggi, karena dengan semakin tinggi nilai konduktivitas suatu bahan maka semakin baik bahan tersebut dalam

menghantarkan arus (Fredina Destyorini, *et al.* 2010).

Pada penelitian ini akan dikaji karakteristik karbon aktif dari tempurung kelapa dan tongkol jagung yang berpotensi untuk dijadikan material dasar untuk membuat komponen fuel cell yang merupakan salah satu pembangkit energi alternatif yang mulai dikembangkan untuk menghadapi ancaman krisis energy. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai konduktivitas karbon aktif dari bahan dasar tongkol jagung dan tempurung kelapa juga menentukan pengaruh aktivasi terhadap nilai konduktivitas.

### Metode Penelitian

#### Bahan dan Alat

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. 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, XRD dan LCR meter HIOKI 3622-50 HITESTER

#### Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon 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 2013), lalu dilanjutkan dengan proses pengaktifan. Pengaktifan karbon aktif dilakukan dengan tiga faktor, yaitu konsentrasi bahan pengaktif (KOH 1%, 5%, 20%), aktivasi

fisika suhu pengaktifan 600°C dan waktu pengaktifan 4 jam.

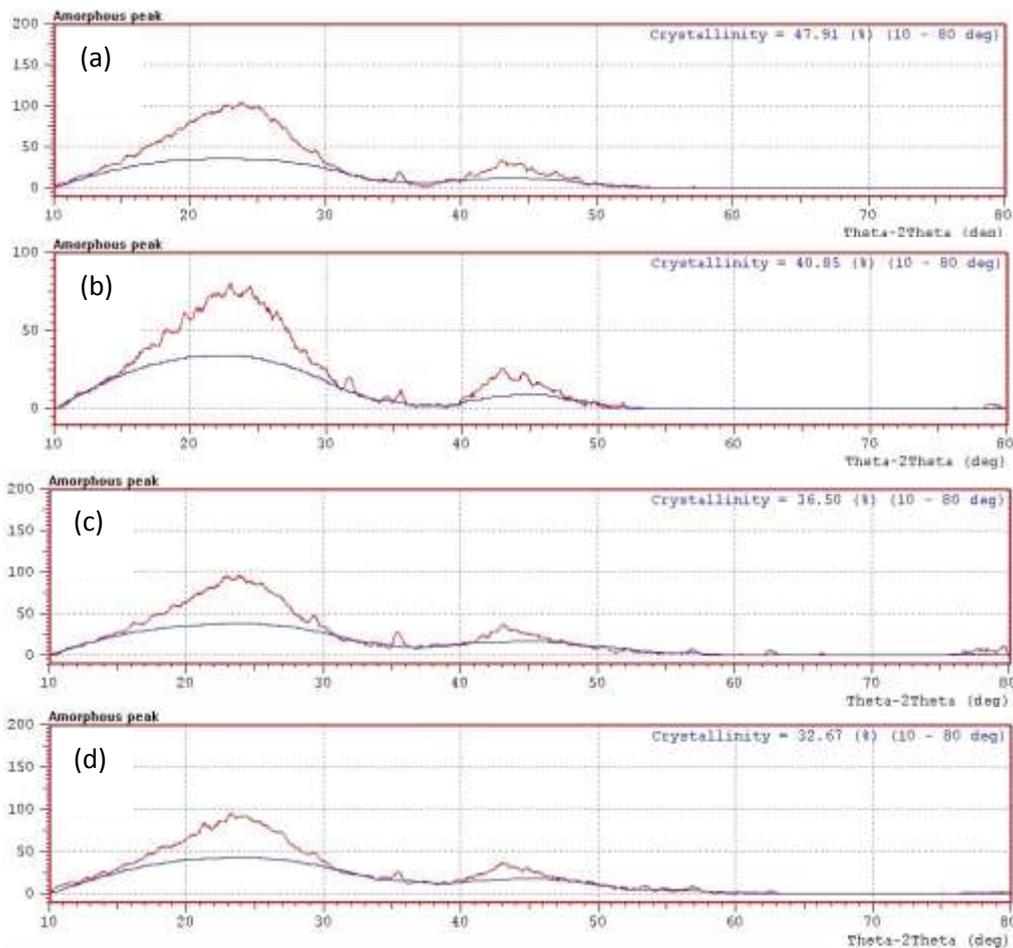
**Karakterisasi Karbon Aktif**

Analisis sifat karbon aktif meliputi pengamatan morfologi karbon aktif dengan menggunakan, XRD dan pengukuran konduktivitas arang aktif dengan LCR meter,.

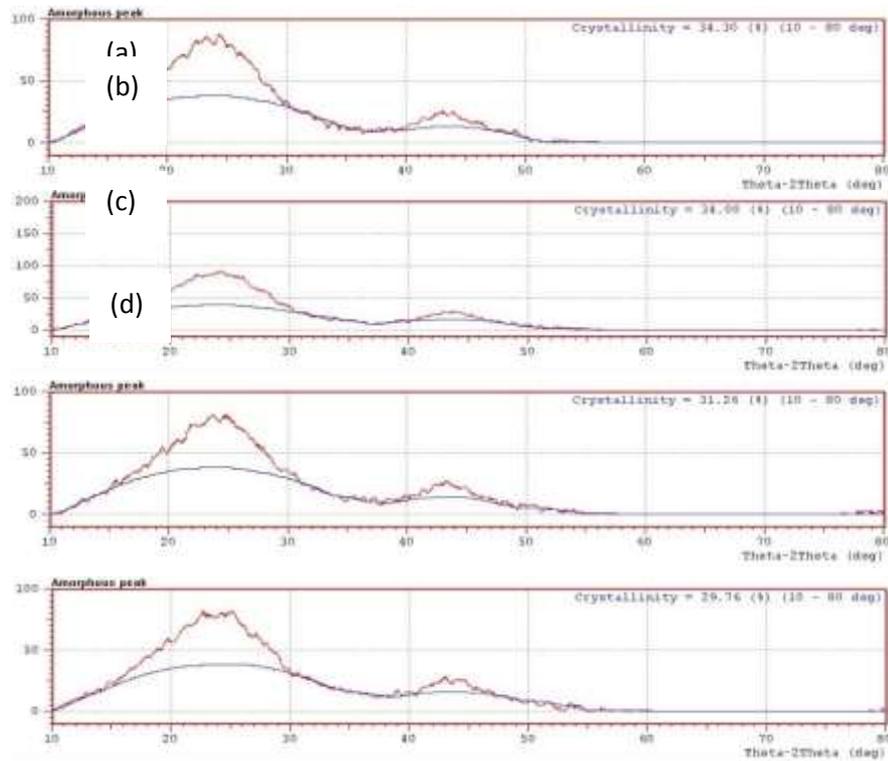
**Hasil dan Pembahasan**

**XRD (X-Ray Diffractometer)**

Analisis menggunakan XRD bertujuan untuk mengetahui struktur kristalit arang hidrotermal dan arang karbonisasi, dengan melihat derajat kristalinias arang ataupun arang aktif. Derajat kristalinitas adalah tingkat keteraturan struktur suatu material (Hussain *et al.* 2000). Pada proses aktivasi terjadi pergeseran pelat heksagonal, yang semula keteraturannya tinggi menjadi tidak beraturan sehingga distribusi elektron semakin kecil,. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2



**Gambar 1.** Derajat kristalinitas arang tempurung kelapa : (a) tanpa aktivasi, (b) aktivasi KOH 1%, (c) aktivasi KOH 5%, dan (d) aktivasi KOH 20%.



**Gambar 2.** Pola difraksi sinar-X dari arang tongkol jagung, dengan konsentrasi aktivasi KOH, (a) arang tanpa aktivasi, (b) aktivasi dengan konsentrasi 1%, (c) aktivasi dengan konsentrasi 5%, (d) aktivasi dengan konsentrasi 20%.

Hasil XRD menunjukkan bahwa derajat kristalinitas arang aktif tempurung kelapa dan tongkol jagung menurun dengan adanya penambahan konsentrasi KOH, semakin besar konsentrasi aktivator KOH, nilai konduktivitas listrik yang diperoleh semakin kecil. Hal ini disebabkan karena pemberian variasi konsentrasi KOH pada saat proses aktivasi mempengaruhi besarnya ukuran pori karbon aktif, ukuran pori yang besar mengakibatkan mobilitas ion oksigen terhambat dan menyebabkan nilai konduktivitas listriknya mengecil (Tseng RL *et al.* 2007).

Penurunan derajat kristalinitas pada arang tongkol jagung dan tempurung kelapa mengindikasikan berkurangnya keteraturan susunan lapisan dari atom-atom karbon heksagonal ( $sp^2$ ). Semakin besar konsentrasi aktivator KOH mengakibatkan susunan lapisan dari atom-atom karbon heksagonal membentuk hibridisasi  $sp^3$  yang secara efektif membatasi pergerakan elektron di dalam lapisan permukaan karbon yang menyebabkan nilai konduktivitas listrik pada arang semakin kecil (Menéndez Díaz JA *et al.* 2006). Penambahan aktivator KOH berpengaruh pada struktur kristalnya juga dapat mempengaruhi sifat listriknya. Menurut Pari (2004), struktur kristalin pada arang terbentuk dari senyawa karbon yang membentuk lapisan

heksagonal. Tiga elektron digunakan untuk membentuk ikatan kovalen dengan atom C tetangga terdekatnya, sedangkan elektron yang keempat merupakan elektron yang bebas bergerak melalui permukaan lapisan. Elektron bebas inilah yang menyebabkan material arang dapat menghantarkan arus listrik (Priyotomo 2007).

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai konduktivitas arang tongkol jagung dan tempurung kelapa memiliki kecenderungan semakin menurun seiring dengan meningkatnya frekuensi. Nilai konduktivitas arang tempurung kelapa pada frekuensi 50 – 10000 Hz dalam penelitian ini yaitu berada pada kisaran 0.95 – 0.23 S/cm, sedangkan arang tongkol jagung berada pada kisaran 0.85 – 0.30 S/cm. Interkalasi elemen kalium (K) dari aktivator yang terjadi diantara lapisan grafem menghasilkan penyempitan jarak antara lapisan karbon aromatik dan juga menyebabkan kerusakan pada struktur karbon (Novák PD *et al.* 2010). Pengurangan polaritas permukaan pada bahan karbon ini akan berakibat pada penurunan cepat rambat mobilitas ion dalam bahan, sehingga menyebabkan penurunan nilai konduktivitas listrik (Zhang YB *et al.* 2009). Suatu bahan yang nilai konduktivitasnya pada kisaran  $10^{-6}$  sampai  $10^2$  S/cm digolongkan sebagai bahan yang bersifat

semikonduktor. Nilai konduktivitas arang tongkol jagung dan tempurung kelapa ini terletak pada daerah nilai konduktivitas listrik yang dimiliki oleh material semikonduktor yaitu terletak pada nilai  $10^{-8}$  S/cm sampai  $10^3$  S/cm.

Bahan dasar, kondisi aktivasi dan distribusi ukuran pori yang dihasilkan mempengaruhi kinerja elektrokimia pada permukaan karbon. Tongkol jagung dan tempurung kelapa mengandung serat selulosa yang tidak sepenuhnya adalah kristalin

(MacGregor dan Greenwood 2005), serat selulosa terdiri atas daerah amorf dan kristal, dimana daerah amorf berada pada daerah kristal, keberadaan daerah amorf pada selulosa menyebabkan berkurangnya distribusi elektron (Lee RL, *et al* 2002). Akibatnya nilai resistensi pada selulosa menjadi besar dan nilai konduktivitas pada selulosa menjadi kecil (Elly Nurlaeli 2009).

Tabel 1. Nilai konduktivitas listrik arang tempurung kelapa

Frekwensi Hz	Nilai Konduktivitas listrik (S/cm)			
	Tanpa aktivasi	Aktivasi 1%	Aktivasi 5%	Aktivasi 20%
50	0,954927426	0,86223621	0,338209182	0,280426248
100	0,884134212	0,835125373	0,249376559	0,228180262
1000	0,871877588	0,84114901	0,231709436	0,232883093
10000	0,949239422	0,844612428	0,235155791	0,233890773

Tabel 2. Nilai konduktivitas listrik arang tongkol jagung

Frekwensi Hz	Nilai Konduktivitas listrik (S/cm)			
	Tanpa aktivasi	Aktivasi 1%	Aktivasi 5%	Aktivasi 20%
50	0,82375716	0,750793025	0,182232346	0,302526093
100	0,78647267	0,748278958	0,641549985	0,300097532
1000	0,74424143	0,694323902	0,671478932	0,300571085
10000	0,85131741	0,660153156	0,642353584	0,311429461

**Kesimpulan**

Hasil penelitian menunjukkan Nilai konduktivitas listrik arang tempurung kelapa berada pada kisaran 0.95 – 0.23 S/cm dan arang tongkol jagung 0.85 – 0.30 S/cm, arang dari tempurung kelapa dan arang dari tongkol jagung yang dihasilkan bersifat semikonduktor, penambahan konsentrasi aktivator menurunkan nilai konduktivitas listrik.

**Daftar Pustaka**

Elly Nurlaili. 2009. *Analisis Sifat Konduktivitas Listrik Selulosa Mikrobial Dari Limbah Tahu (Whey) dengan Doping Kalium (K)*. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Fisika : Depok.

Fredina Destyorini, Andi Suhandi, Achmad Subhan, dan Nanik Indayaningsih. 2010. *Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur Dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa*. Jurnal Fisika: Vol. 10, No. 2 .

Hussain RR, Qadeer M, Ahmad M, Saleem. 2000. "X-Ray Diffraction Study of Heat-Treated

Graphitized and Ungraphitized Carbon." Turk J Chem 24 : 177-183

*Konduktivitas*. Jurnal Metalurgi, vol. 22, No. 1.

Lee R Lynd, *et al*. 2002. *Microbial Cellulose Utilization : Fundamental and Biotechnology, Microbiology and Molecular Biology*. American Society for Microbiology. Vol 66 (3). Pp 506-577.

MacGregor dan Greenwood. 2005. *Polymer in Nature*. New York: John Wiley & Son.

Menéndez Díaz JA dan Martín Gullón I. 2006. Types of Carbon Adsorbents and Their Production. *Interface Science and Technology Series*. Vol 7. Pp 1-48.

Mochidzuki K. 2003. "Electrical and Physical Properties of Carbonized Charcoals." *Ind. Eng.Chem. Res.* 42 : 5140-5151.

Novák PD dan Goers ME Spahr in: F. Béguin dan E. Frackowiak (Eds). 2010. *Carbons for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems*. CRC Press. Boca Ratón. Vol 22. Pp. 263–328.

- Nurdiansah H, Susanti D. 2013. Pengaruh variasi temperatur karbonisasi dan temperatur 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.
- Pari G. 2004. *Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergajian kayu sebagai adsorben emisi formaldehida kayu* [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Priyotomo, G. 2007. *Perubahan Struktur Kristal Material Berbasis Karbon terhadap Sifat*
- Tseng RL, Tseng SK, Wu CF, Chi-Chang Hu and Chen-Ching Wang. 2007. Effects Of Micropore Development On The Physicochemical Properties Of KOH-Activated Carbons. *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers*. Vol 39: Pp 37-47.
- Yuningsih LM, Mulyadi D. 2011. *Efektifitas karbon aktif batubara dan tempurung kelapa untuk menurunkan kadar besi dalam air*. Jurnal UMMI. IV(02) :1-6.
- Yuningsih LM. 2012. *Kinerja Filter Pasir Lambat Dalam Menurunkan Fe dan Mn*. Jurnal Teknik. XI (1) : 98-106.
- Zhang YB *et al.* 2009. Direct Observation of A Widely Tunable Bandgap in Bilayer Graphene. *Nature*. Vol 459: Pp 820-823.

