

# Analisis Nilai Kapasitansi Spesifik Pada Elektroda Karbon Aktif/PVDF

## *Analysis of the Specific Capacitance Value of Activated Carbon / PVDF Electrode*

Yuvitas Nur Fidiyanti\*, Lydia Rohmawati, Nugrahani Primary Putri, Woro Setyarsih  
Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
Jl. Ketintang, Surabaya 60231

### ABSTRAK

Tanaman kelapa merupakan salah satu jenis tanaman serba guna. Bagian luar buah kelapa yaitu batok kelapa dapat memiliki nilai ekonomis tinggi jika diubah menjadi karbon aktif yang merupakan bahan dasar elektroda superkapasitor. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan persen berat PVDF terhadap ukuran pori, luas permukaan dan nilai kapasitansi karbon aktif batok kelapa (*cocos nucifera*). Karbon hasil karbonisasi dilakukan aktivasi kimia dengan perendaman selama 24 jam dan dipanaskan pada suhu 800°C selama 5 jam. Setelah itu, dicuci dengan aquades dan HCl 1 kemudian dikeringkan pada suhu 110°C selama 10 menit untuk didapatkan karbon aktif. Selanjutnya, karbon aktif dipadukan dengan PVDF variasi % berat yaitu, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10% dengan metode mixing. Hasil paduan, dilakukan karakterisasi BET dan voltametri siklik. Hasil voltametri siklik menunjukkan bahwa dengan penambahan 8% berat PVDF, elektroda memiliki nilai kapasitansi terbaik sebesar 197,680 F/g dengan ukuran pori dan luas permukaan sebesar 2,53 nm dan 56,85 m<sup>2</sup>/g (hasil BET).

Kata Kunci : Batok kelapa, nanopori karbon, PVDF, elektroda superkapasitor

### ABSTRACT

*Coconut plants are one type of multipurpose plants. The outside of the coconut fruit, coconut shell, can have high economic value if it is converted into activated carbon which is the basic material of super capacitor electrodes. The purpose of this study was to determine the effect of adding weight percent PVDF to pore size, surface area and the value of the coconut shell activated carbon capacitance (*cocos nucifera*). Carbonized carbon is chemically activated by immersion for 24 hours and heated at 800°C for 5 hours. After that, washed with distilled water and HCl 1 then dried at 110°C for 10 minutes to obtain activated carbon. Furthermore, activated carbon is combined with PVDF% by weight variation, that is, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, and 10% by mixing method. The results of the alloys were characterized by BET and cyclic voltammetry. The results of cyclic voltammetry showed that with the addition of 8% by weight of PVDF, the electrodes had the best capacitance values of 197,680 F / g with pore size and surface area of 2.53 nm and 56.85 m<sup>2</sup> / g (BET results).*

*Key words: coconut shell, carbon nanopori, PVDF, electrodes, supercapacitors.*

### PENDAHULUAN

Tanaman kelapa merupakan salah satu tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis. Oleh karena itu tanaman kelapa banyak ditemukan di daerah pegunungan maupun di pinggiran pantai. Tanaman kelapa memiliki harga yang ekonomis dengan berbagai manfaat yang bisa menguntungkan masyarakat mulai dari ujung daun hingga akarnya. Salah satu bagian pohon kelapa yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah buah kelapa. Bagian terluar buah kelapa atau biasa disebut serabut kelapa banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku sapu ijuk, daging kelapa digunakan sebagai bahan makanan maupun minuman dan batok kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan manik-manik maupun peralatan masak.

Harga jual hasil pemanfaatan batok kelapa cukup rendah. Oleh karena itu untuk

meningkatkan nilai ekonominya, batok kelapa diubah menjadi karbon aktif. Kandungan karbon aktif dalam batok kelapa cukup tinggi. Berdasarkan penelitian Budi dkk (2012), batok kelapa memiliki kandungan karbon sebesar 74,3%, oksigen 21,9%, silikon 0,2%, kalium 1,4%, sulfur 0,5% dan pospor 1,7%. Karbon aktif dengan ukuran pori kurang dari 100 nm banyak dimanfaatkan sebagai material penyimpan energi karena memiliki luas permukaan yang besar, stabil terhadap pemanasan, mudah terpolarisasi serta harga yang relatif murah (Rosi dkk, 2009 dan Rosi dkk, 2013).

Superkapasitor merupakan terobosan baru dalam perangkat penyimpanan energi karena memiliki rapat daya dan papasitansi yang besar dengan proses pengisian dan pengosongan muatan yang cepat. (Rosi dkk, 2012). Pada proses pengisian muatan, ion-ion akan tersimpan di permukaan elektroda. Oleh karena itu luas permukaan elektroda menjadi salah satu faktor penting dalam

menentukan kapasitas penyimpanan muatan., semakin besar luas permukaan elektroda, kapasitansi elektroda akan semakin besar pula. (Rosi dkk, 2013). Luas permukaan karbon aktif yang besar mampu membuat elektroda pada superkapasitor menyerap elektron lebih banyak, sehingga nilai kapasitansi elektroda menjadi lebih besar (Rosi dkk, 2009). Untuk membuat elektroda superkapasitor dari karbon aktif batok kelapa dibutuhkan polimer sebagai paduannya yaitu PVDF (*Polyvinylidene fluoride*). Oleh karena itu pada penelitian digunakan karbon aktif dari batok kelapa dengan variasi persen berat PVDF sebagai elektroda superkapasitor dengan nilai kapasitansi yang besar.

### METODE PENELITIAN

Bahan dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batok kelapa gading, larutan HCl 1 M, larutan NaOH 0,5 M, larutan aquades, PVDF (*Polyvinylidene Flouride*) 85%, dan larutan NMP (*N-methyl-2-pyrrolidone*). Peralatan yang digunakan adalah neraca digital, spatula, mortar dan alu, ayakan 200 mesh, crussible alumina 100 ml, plastik klip, sedotan, kabel tembaga, furnace, magnetic stirrer, alat karakterisasi BET, alat karakterisasi voltametri sikliku.

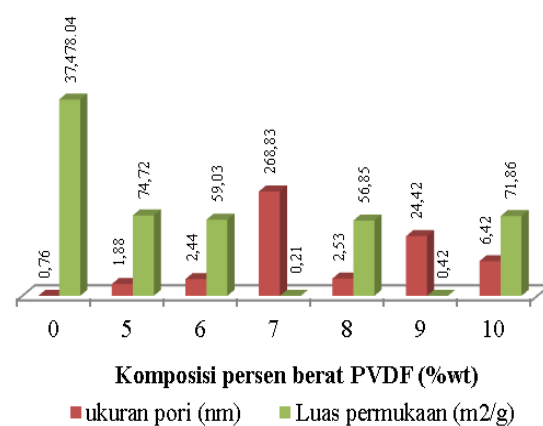
Metode yang digunakan dalam sintesis nanopori karbon aktif batok kelapa adalah batok kelapa terlebih dahulu dikeringkan di bawah terik matahari selama 3 hari untuk menghilangkan kadar air serta memudahkan cara untuk proses selanjutnya, kemudian dibakar selama 2 jam dengan suhu 400°C hingga permukaannya rata berwarna hitam pekat, setelah itu digerus menggunakan mortar dan alu hingga berbentuk serbuk yang lolos ayakan 120 mesh, butiran yang tidak lolos ayakan digerus lagi sampai menjadi serbuk karbon. Serbuk karbon hasil proses karbonisasi direndam dengan NaOH 0,5 M selama 24 jam untuk menghilangkan pengotor, selanjutnya dipanaskan pada suhu 800°C selama 5 jam. Kemudian dicuci dengan aquades dan HCl hingga pH netral. Setelah itu disaring dengan kertas saring dan dikeringkan pada suhu 110°C selama 10 menit. Karbon aktif yang dihasilkan di lakukan karakterisasi BET (mengetahui ukuran pori dan luas permukaannya) serta voltametri sikliku (mengetahui nilai kapasitansinya).

Dalam pembuatan elektroda karbon aktif batok kelapa/PVDF dilakukan dengan menggunakan metode *mixing* dengan variasi 5%wt, 6%wt, 7%wt, 8%wt, 9%wt, dan 10%wt PVDF, kemudian dilarutkan dalam *N-methyl-2-pyrrolidone* (NMP) selama 1 jam. Cara membuat elektroda yaitu,

mengambil lapisan luar kabel tembaga 1 cm dan digosok sampai berwarna putih. Selanjutnya, memasukkan kabel tembaga kedalam sedotan kira-kira 2 cm. Setelah itu, memasukkan komposit karbon/PVDF ke dalam sedotan, dan dikeringkan pada oven selama 30 menit pada suhu 70°C. Selanjutnya, dikarakterisasi BET untuk mengetahui ukuran pori dan luas permukaannya dan voltametri siklik untuk mengetahui nilai kapasitansinya.

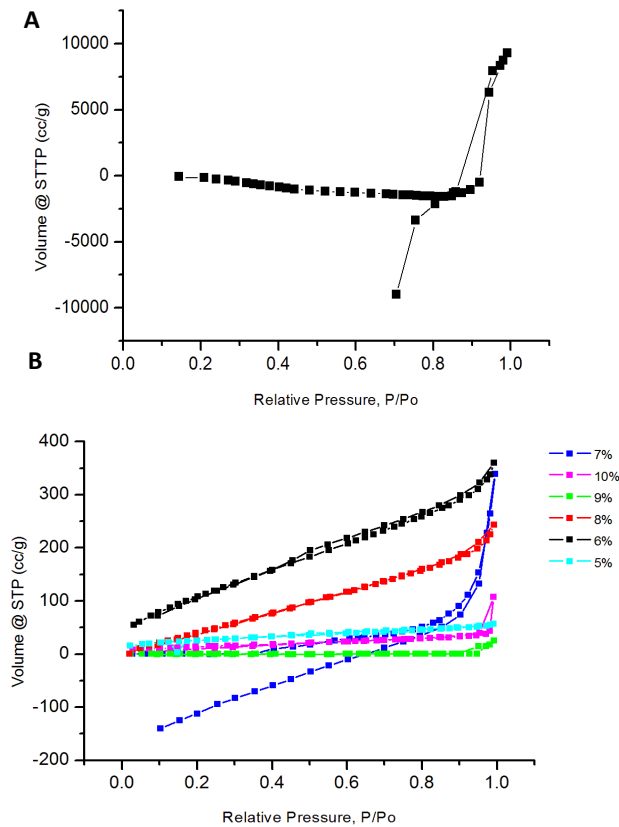
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran pori serta luas permukaan karbon aktif dapat diketahui melalui karakterisasi BET (*Quantrachrome Asiqwin*). Hasil karakterisasi BET ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik hasil karakterisasi BET sampel elektroda karbon aktif/PVDF

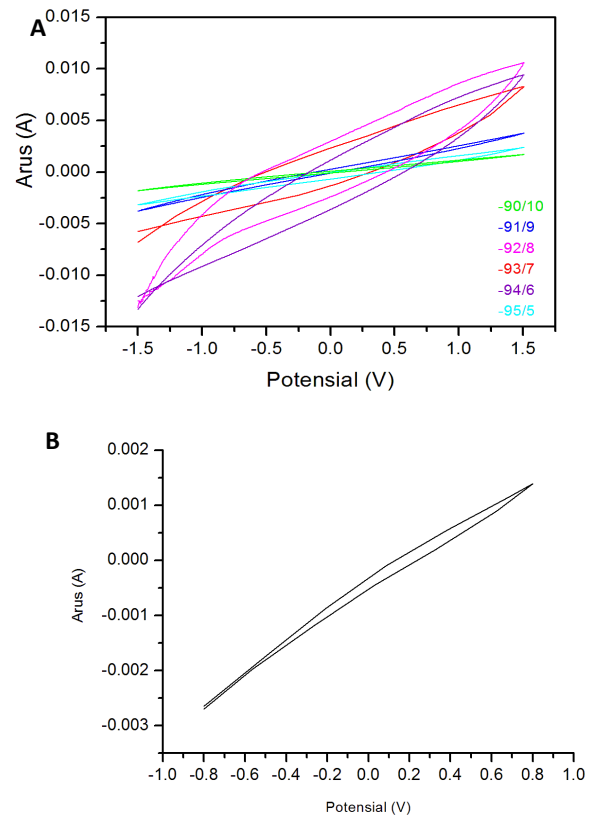
Berdasarkan Gambar 1 terlihat adanya pengaruh penambahan persen berat PVDF terhadap ukuran pori dan luas permukaan elektroda. Menurut Rosi dkk (2013) luas permukaan akan semakin besar seiring mengecilnya ukuran pori elektroda. Namun pada penambahan 7% berat PVDF, ukuran pori sangat besar dan memiliki luas permukaan yang kecil jika dibandingkan dengan 5%, 6%, 8%, 9% dan 10% berat PVDF. Hal ini disebabkan oleh penggumpalan karbon aktif akibat campuran komposit yang kurang homogen pada saat proses pencampuran. PVDF merupakan membran yang memiliki ukuran pori sebesar 160 nm (Kai Yu Wang, 2008). Jika PVDF dipadukan dengan karbon yang berpori besar, maka elektroda yang dihasilkan mampu memiliki ukuran pori yang kecil dengan luas permukaan yang besar. Namun jika dilihat dari Gambar 1, penambahan % berat PVDF justru memperbesar ukuran pori.



**Gambar 2.** Kurva histerisis adsorpsi/desorpsi (a) karbon aktif dan (b) karbon aktif/PVDF

Berdasarkan gambar 2, karbon aktif pada tekanan relatif antara 0,9-1 P/Po tergolong dalam kategori mesopori. Hal ini sesuai dengan penelitian Zu (2015) yang menyatakan bahwa mesopori terbentuk pada tekanan 0,4-1 P/Po. Mesopori juga muncul pada penambahan % berat PVDF 5%, 6%, 8%, 9% dan 10% dengan tekanan relatif antara 0,4-1 P/Po. Namun pada penambahan 7% berat PVDF, terbentuk kurva histerisis yang tergolong dalam kategori makropori. Hal ini menandakan bahwa ukuran pori elektroda terlalu besar sehingga luas permukaannya kecil. Elektroda yang memiliki kapasitas tinggi adalah elektroda yang termasuk dalam kategori mesopori karena mampu menyimpan muatan dalam jumlah besar (Aripin, 2007).

Nilai kapasitas elektroda dapat diketahui melalui karakterisasi voltametri siklik. Hasil karakterisasi voltametri siklik berupa grafik voltamogram antara potensial dan arus. Nilai arus elektroda karbon aktif dan elektroda karbon aktif/PVDF dapat dihitung menggunakan *software* Matlab (Hu, 2008).



**Gambar 3.** Voltamogram hasil karakterisasi voltametri siklik (a) tanpa PVDF dan (b) dengan penambahan % berat PVDF

Nilai kapasitas elektroda dipengaruhi oleh penambahan % berat PVDF (Tabel 1). Nilai kapasitas karbon aktif lebih kecil dibandingkan dengan karbon aktif/PVDF. Pada penambahan 5% dan 9% PVDF didapatkan nilai kapasitas yang sama yaitu sebesar 134,020 F/g. Hal ini dikarenakan pada saat proses pencampuran karbon aktif dan PVDF tidak dilakukan hingga homogen sehingga tidak semua pori karbon aktif.

Nilai kapasitas tertinggi didapatkan pada penambahan 8% PVDF karena luas permukaan elektroda yang besar mampu membuat ion yang terserap pada permukaan elektroda semakin banyak, sehingga nilai kapasitas elektroda semakin besar (Wati, 2015).

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan 5% PVDF mampu menghasilkan elektroda dengan ukuran pori terkecil dan luas permukaan terbesar. Nilai kapasitas tertinggi didapatkan pada penambahan 8% PVDF yaitu sebesar 197,680 F/g sehingga pada komposisi ini elektroda mampu menyimpan muatan lebih besar.



**Tabel 1.** Nilai kapasitansi elektroda karbon aktif

Komposisi Karbon/PVDF (% berat)	i (mA)	Kapasitansi (F/g)
100/0	18,13	2,267
95/5	2010,3	134,020
94/6	2810,8	187,286
93/7	2810,7	187,380
92/8	2965,2	197,680
91/9	2010,3	134,020
90/10	2010,2	134,013

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aripin, 2007. *Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif Magnetik Nanopori*. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 3, (1).
- Budi, Esmar, 2012. *Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar*. *Jurnal Penelitian Sains*, 14 (4).
- Kai Yu Wang, Tai-Shung Chung, Marek Gryta, 2008. Hydrophobic PVDF fiber membranes with narrow pore size distributin and ultra-skin for the fresh water production through membrane distillation. *Chemical Engineering Science*, 63: 2587-2594.
- Rosi M., Iskandar, F., Abdullah, M., Khairurrijal, 2013. *Sintesis Nanopori Karbon dengan Variasi Jumlah NaOH dan Aplikasinya sebagai Superkapasitor*. Seminar Nasional Material 2013 Fisika. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Rosi, M., Abdullah, M., Khairurrijal, 2009. *Sintesis Nanopori Karbon dari Tempurung Kelapa sebagai Elektroda Superkapasitor*. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, ISSN 1979-0880. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rosi M, Ekaputra, M.P., Iskandar, F., Abdullah, M., Khoirurrijal, 2012. *Superkapasitor Menggunakan Polimer Hidrogel Elektrolit dan Elektroda Nanopori Karbon*. Prosiding Seminar Nasional Material. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wati, G.A, 2015. *Pembuatan Elektroda Baterai Superkapasitor dari Bahan Nanopori Karbon dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>*. Skripsi. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Zu, Lei., Cui, Xiuguo., Jiang, Yanhua., Hu, Zhongkai., Lian, Huiqin., Liu, Yang., Jin, Yushun., Li, Yan., and Wang, Xiaodong. *Preparation and Electrochemical Characterization of Mesoporous Polyaniline-Silica Nanocomposites as an Elecrode Material for Pseudocapacitors*. *Materials* 2015, 8, 1369-1383.