

KARAKTERISASI SIFAT ELEKTROKIMIA ELEKTRODA KARBON AKTIF BERBASIS LIMBAH SABUT KELAPA MUDA MENGGUNAKAN SEPARATOR MEMBRAN KULIT TELUR AYAM

Angelina Carolina Simanjuntak, Awitdrus*

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

*E-mail korespondensi: awitdrus@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

The supercapacitor is an energy storage device with an electrochemical characteristic that can provide high energy and power density. The supercapacitor cell consists of a current collector, electrode, electrolyte, and separator. This study used young coconut fiber biomass as a supercapacitor electrode, H_2SO_4 as an electrolyte, 316L stainless steel as a current collector, and chicken eggshell membrane as a separator. The fabrication of electrode carbon made from young coco fiber begins with the pre-carbonization process, chemical activation using 0.5M KOH, carbonization process using N_2 gas at a temperature of 600 °C, and physical activation using CO_2 gas at a temperature of 750 °C. Analysis of electrochemical characteristics using cyclic voltammetry method resulting in a specific capacitance value of 197.05 F/g for a scan rate of 1 mV/s, 157.215 F/g for a scan rate of 2 mV/s, and 129.42 F/g for scan rate of 5 mV/s.

Keywords: Supercapacitor, Activated Carbon, Separator, Young Coco Fiber.

ABSTRAK

Superkapasitor adalah piranti penyimpanan energi dengan sifat elektrokimia yang dapat memberikan energi dan daya yang tinggi. Sel superkapasitor terdiri dari pengumpul arus, elektroda, elektrolit dan pemisah. Penelitian ini menggunakan biomassa sabut kelapa muda sebagai elektroda superkapasitor, H_2SO_4 sebagai larutan elektrolit, stainless steel 316L sebagai pengumpul arus dan membran kulit telur ayam sebagai pemisah. Pembuatan elektroda karbon berbahan sabut kelapa muda dimulai dengan proses pra-karbonisasi, aktivasi kimia menggunakan aktivator KOH 0,5M, proses karbonisasi menggunakan gas N_2 pada suhu 600 °C serta aktivasi fisika menggunakan gas CO_2 pada suhu 750 °C. Analisa sifat elektrokimia menggunakan metode voltametri siklik dihasilkan nilai kapasitansi spesifik sebesar 197,05 F/g untuk laju pemindaian 1 mV/s, 157,215 F/g untuk laju pemindaian 2 mV/s dan 129,42 F/g untuk laju pemindaian 5 mV/s.

Kata kunci: Superkapasitor, Karbon Aktif, Pemisah, Sabut Kelapa Muda.

Diterima 10-12-2021 | Disetujui 07-01-2022 | Dipublikasi 31-03-2022

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat dalam ekonomi global menyebabkan polusi lingkungan semakin meningkat dan kebutuhan mendesak akan sumber energi terbarukan serta teknologi baru terkait perkembangan penyimpanan energi dan konversi energi [1]. Supercapacitor merupakan salah satu piranti penyimpanan energi yang diteliti karena memiliki kemampuan daya tinggi, laju pengisian/pengosongan yang cepat, stabilitas yang baik dan sifat kapasitansi kuat

[2]. Supercapacitor berbasis karbon semakin meningkat penggunaannya karena memiliki luas permukaan yang besar dan daya serap tinggi [3]. Salah satu biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat elektroda karbon superkapasitor adalah sabut kelapa (*cocofiber*).

Kelapa (*cocos nucifera l*) merupakan tanaman famili *arecaceae* (famili palem) dengan subfamili *cocoideae* yang dikenal sebagai *coconut*, *coco*, *coco-da-bahlia*, atau *coconut-of-the-beach*. Salah satu bagian dari

kelapa adalah buah. Buah kelapa terdiri dari *exocarp*, *mesocarp* dan *endocarp*. *Exocarp* adalah bagian kulit terluar dari buah kelapa, *mesocarp* merupakan bagian berserat dan kecoklatan saat kering, dan *endocarp* merupakan bagian inti dari buah kelapa [4]. Serabut kelapa pada bagian *mesocarp* memiliki kandungan selulosa 15,70% - 36,00%; kandungan hemiselulosa 5,40% - 14,50%; dan kandungan *lignin* 38% - 59,50% [5]. *Lignin* dan selulosa dapat berperan pada stabilitas struktural material yang menyebabkan struktur elektroda superkapasitor lebih stabil [6].

Superkapasitor terdiri dari pengumpul arus, elektroda, separator dan elektrolit. Separator pada superkapasitor berguna untuk mencegah perpindahan elektron antar elektroda dan terletak diantara dua elektroda [7]. Separator berguna untuk memisahkan kedua elektroda sehingga tidak terjadi korsleting antara muatan positif dan muatan negatif. Berdasarkan karakterisasi mikroskop pindaian elektron disimpulkan bahwa perbedaan struktur pori pada separator menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap nilai kapasitansi spesifik, daya, dan energi dari superkapasitor. Hal ini berkaitan dengan mobilitas ion yang masuk kedalam jaringan pori separator dan ketahanan separator terhadap larutan asam [8]. Penggunaan membran kulit telur sebagai separator karena memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, stabilitas termal yang baik, dan infiltrasi elektrolit yang besar dibandingkan dengan *microporous polypropylene* (PP) atau *polyethylene* (PE) [9]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sifat elektrokimia elektroda karbon berbahan dasar sabut kelapa muda menggunakan separator membran kulit telur ayam.

METODE PENELITIAN

Pembuatan Elektroda Karbon

Biomassa sabut kelapa muda diperoleh dari pedagang kelapa muda di Pekanbaru. Sabut kelapa dipisahkan dari buah kelapa dan dikeringkan dibawah sinar matahari hingga

massa dari sabut kelapa muda konstan. Proses pra-karbonisasi menggunakan oven pada suhu 250 °C selama 1 jam. Sabut kelapa muda yang telah dipra-karbonisasi dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 53 µm. Setelah pengayakan sabut kelapa muda dilakukan aktivasi kimia menggunakan agen pengaktif KOH 0,5 M. Sampel kemudian dicetak menggunakan alat *hydraulic press* dengan tekanan 8 ton. Setelah dicetak, pelet karbon dimasukkan kedalam *furnance* dan dilakukan proses karbonisasi dan aktivasi fisika. Proses karbonisasi menggunakan gas N₂ pada suhu 600 °C dan proses aktivasi fisika menggunakan gas CO₂ pada suhu 750 °C. Elektroda karbon kemudian direndam menggunakan aquades hingga pH netral (pH = 7) dan dikeringkan pada suhu 100 °C. Elektroda karbon yang telah kering kemudian dipoles hingga memiliki diameter 7 mm - 8 mm dan ketebalan 0,2 mm - 0,25 mm.

Pembuatan Sel Superkapasitor

Sel superkapasitor terdiri dari komponen pengumpul arus, elektroda, separator dan elektrolit. Komponen-komponen tersebut disusun dengan pengumpul arus yang digunakan adalah *stainless steel* 316L, elektroda pelet karbon yang telah dipoles dan direndam dengan larutan elektrolit H₂SO₄, dan separator membran kulit telur ayam.

Karakterisasi Sifat Elektrokimia

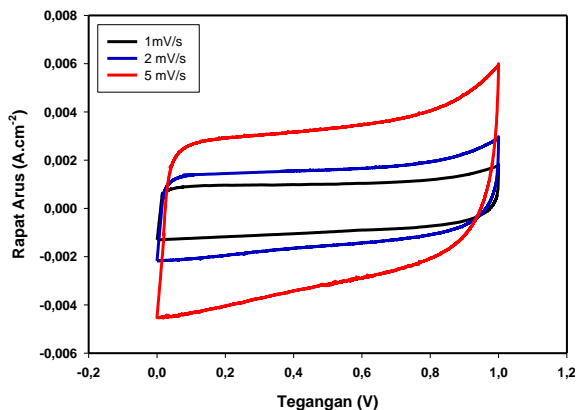
Sifat elektrokimia superkapasitor diukur menggunakan metode *cyclic voltammetry* (CV). Pada metode CV dihasilkan data voltamogram sehingga dihitung kapasitansi spesifik (C_{sp}) dari superkapasitor dengan menggunakan persamaan:

$$C_{sp} = \frac{I_c - I_d}{s \cdot m} \quad (1)$$

Dengan I_c merupakan arus pengisian (A), I_d adalah arus pengosongan (A), s adalah laju pemindaian, dan m adalah massa elektroda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sifat elektrokimia dengan metode CV dilakukan menggunakan alat *Physics CV UR Rad-Er 5841*. Melalui metode CV dihasilkan kurva voltamogram dan diketahui kapasitansi spesifik superkapasitor dari elektroda karbon aktif berbahan sabut kelapa muda dengan separator membran kulit telur ayam. Pengujian dilakukan pada laju pemindaian 1 mV/s, 2 mV/s dan 5 mV/s dan tegangan 0 V - 1 V. Pada CV, kurva yang dihasilkan berupa pengukuran arus puncak vs tegangan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Kurva voltamogram diperoleh berdasarkan pengukuran arus selama tegangan diubah pada daerah potensial tertentu.



Gambar 1. Kurva voltamogram superkapasitor dengan laju pemindaian 1 mV/s, 2 mV/s dan 5 mV/s.

Bentuk dan lebar kurva berpengaruh terhadap nilai kapasitansi spesifik dari superkapasitor [10]. Laju pemindaian mempengaruhi luas kurva *charge-discharge*. Semakin besar laju pemindaian maka semakin luas kurva *charge-discharge* yang dihasilkan yang mana besar laju pemindaian merupakan kenaikan tegangan tiap satuan waktu [11].

Tabel 1. Nilai Kapasitansi Spesifik

Laju Pemindaian (mV/s)	Kapasitansi Spesifik (F/g)
1	197,05
2	157,215
5	129,42

Besarnya kapasitansi spesifik superkapasitor dipengaruhi oleh laju pemindaian. Nilai kapasitansi spesifik superkapasitor dengan separator membran kulit telur ayam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan nilai kapasitansi spesifik tertinggi dihasilkan pada laju pemindaian terkecil. Kapasitansi spesifik semakin besar apabila laju pemindaian semakin kecil. Hal ini dikarenakan apabila laju pemindaian kecil maka aliran tegangan dapat masuk sampai ke dalam elektroda, namun apabila laju pemindaian tinggi maka aliran tegangan hanya melewati permukaan elektroda [12].

Nilai kapasitansi spesifik dipengaruhi oleh separator yang digunakan. Pori makro pada membran berguna untuk menyebarkan ion dengan resistansi rendah sehingga meningkatkan kinerja superkapasitor [13]. Membran kulit telur ayam berbentuk jaringan serat nano dengan diameter serat sebesar 1,177 nm dan ketebalan sebesar 0,03 mm. Struktur pori makro dan ketebalan yang cukup tipis pada separator berguna untuk memastikan kelancaran pengaliran ion dalam elektrolit untuk berdifusi ke dalam pori-pori di kedua elektroda [14].

KESIMPULAN

Pembuatan elektroda karbon aktif berbahan dasar limbah sabut kelapa muda telah dilakukan. Karakterisasi sifat elektrokimia superkapasitor menggunakan CV dengan separator membran kulit telur menghasilkan kapasitansi spesifik tertinggi pada laju pemindaian 1 mV/s sebesar 197,05 F/g. Ukuran pori, diameter serat serta ketebalan dari separator mempengaruhi nilai kapasitansi yang dihasilkan.

REFERENSI

- Huo, P., Zhang, S., Zhang, X., Geng, Z., Luan, J., & Wang, G. (2015). Quaternary ammonium functionalized poly (aryl ether sulfone) s as separators for supercapacitors

- based on activated carbon electrodes. *Journal of Membrane Science*, **475**, 562–570.
2. Liu, S., Xu, J., Zhu, J., Chang, Y., Wang, H., Liu, Z., Xu, Y., Zhang, C., & Liu, T. (2017). Leaf-inspired interwoven carbon nanosheet/ nanotube homostructures for supercapacitors with high energy and power densities. *Journal of Materials Chemistry A*, **5**(37), 19997–20004.
 3. Lu, Y., Zhao, Y., Zhao, X., Li, G., & Zhang, C. (2017). Status analysis of regenerative braking energy utilization equipments in urban rail transit. *2017 IEEE transportation electrification conference and expo, Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific)*, 7 August 2017, 1–6.
 4. Lima, E. B. C., Sousa, C. N. S., Meneses, L. N., Ximenes, N. C., Santos, M. A., Vasconcelos, G. S., Lima, N. B., Patrocínio, M. C., Macedo, D., & Vasconcelos, S. M. M. (2015). Cocos nucifera (L.)(Arecaceae): A phytochemical and pharmacological review. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **48**, 953–964.
 5. Sesuk, T., Tammawat, P., Jivaganont, P., Somton, K., Limthongkul, P., & Kobsiriphat, W. (2019). Activated carbon derived from coconut coir pith as high performance supercapacitor electrode material. *Journal of Energy Storage*, **25**, 100910.
 6. Israel, A. U., Ogali, R. E., Akaranta, O., & Obot, I. B. (2011). Extraction and characterization of coconut (Cocos nucifera L.) coir dust. *Songklanakarini Journal of Science & Technology*, **33**(6).
 7. Taer, E., Sumantre, M. A., Taslim, R., Dahlan, D., & Deraman, M. (2014). Eggs shell membrane as natural separator for supercapacitor applications. *Advanced Materials Research*, **896**, 66–69.
 8. Nor, N. S. M., Deraman, M., Omar, R., Taer, E., Awitdrus, Farma, R., Basri, N. H., & Dolah, B. N. M. (2014). Nanoporous separators for supercapacitor using activated carbon monolith electrode from oil palm empty fruit bunches. *AIP conference proceedings*, **1586**(1), 68–73.
 9. Yin, L., Xu, G., Nie, P., Dou, H., & Zhang, X. (2018). MXene debris modified eggshell membrane as separator for high-performance lithium-sulfur batteries. *Chemical Engineering Journal*, **352**, 695–703.
 10. Farma, R., Vivi, M., Sugiyanto, S., Awitdrus, A., Taer, E., & Yanuar, H. (2017). Cyclic Voltammetry Sel Superkapasitor Dengan Variasi Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida. *Jurnal Fisika Indonesia*, **21**(2), 20–24.
 11. Amelia, T., Syakir, N., Bahtiar, A., & Fitrilawati, F. (2020). Karakteristik Lapisan Graphene Oxide yang Dibuat dengan Teknik UV Oven Spraying sebagai elektroda Sel Superkapasitor. *JIIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, **4**(1), 71–78.
 12. Adhytiawan, A. A., & Susanti, D. (2015). Pengaruh Variasi Waktu Tahan Hidrotermal terhadap Sifat Kapasitif Superkapasitor Material Graphene. *Jurnal Teknik ITS*, **4**(1), F45–F50.
 13. Yu, H., Tang, Q., Wu, J., Lin, Y., Fan, L., Huang, M., Lin, J., Li, Y., & Yu, F. (2012). Using eggshell membrane as a separator in supercapacitor. *Journal of Power Sources*, **206**, 463–468.
 14. Taer, E., Sumantre, M. A., Taslim, R., Dahlan, D., & Deraman, M. (2014). Eggs shell membrane as natural separator for supercapacitor applications. *Advanced Materials Research*, **896**, 66–69.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)