

## PEMANFAATAN AMPAS SAGU SEBAGAI ELEKTRODA KARBON SUPERKAPASITOR

\* **Andika Afrianda<sup>1</sup>, Erman Taer<sup>1</sup>, Rika Taslim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau,  
Simpang baru, Pekanbaru, 28293

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Pekanbaru, 28293

\*Email: [andikaafrianda00@gmail.com](mailto:andikaafrianda00@gmail.com)

### ABSTRACT

Research on the manufacture of sago based activated carbon as a supercapacitor electrode has been successfully performed. The first stage of activated carbon production was started by drying the waste of dregs sago under sunlight and followed by an oven drying, pre-carbonization, milling, sieving, chemical activation with KOH solution of concentration 0,2 M, pellet printing, carbonization at 600 °C followed by physics activation at temperature of 850 °C and pellet polishing. The sample was dried in the oven was carried out at 110 °C and pre-carbonization was carried out at a temperature of 100 °C to 250 °C for 2 hours. The samples were ground using mortar and ball milling. The 0,2 M KOH activator was used to increase the surface area of the electrode. Physical activation using H<sub>2</sub>O for 1,5 hours. Characterization of physical properties was done by measurement of density, thermal stability (TGA) and SEM and the electrochemical properties were performed by a cyclic voltammetric method with a various scan rate of 1, 2 and 5 mV/s. The optimum specific capacitance result of sago based activated carbon for a supercapacitor was found at a 1 mV/s scan as high as 74,85 F/g.

Keywords: Dregs Sago, Carbon Electrode, Supercapacitor, Cyclical Voltametry.

### ABSTRAK

Penelitian pembuatan karbon aktif berbasis sago sebagai elektroda superkapasitor telah berhasil dilakukan. Tahap pertama produksi karbon aktif dimulai dengan mengeringkan limbah ampas sago dibawah sinar matahari dan dilanjutkan dengan pengeringan oven, pra-karbonisasi, penggilingan, pengayakan, aktivasi kimia dengan larutan KOH konsentrasi 0,2 M, pencetakan pelet, karbonisasi pada 600 °C diikuti aktivasi fisika pada suhu 850 °C dan pemolesan pelet. Sampel yang dikeringkan dalam oven dilakukan pada suhu 110 °C dan pra-karbonisasi dilakukan pada suhu 100 °C sampai 250 °C selama 2 jam. Sampel digiling dengan menggunakan penggilingan mortar dan ball milling. Aktivator 0,2 M KOH digunakan untuk meningkatkan luas permukaan elektroda. Aktivasi fisika menggunakan H<sub>2</sub>O selama 1,5 jam. Karakterisasi sifat fisis dilakukan dengan pengukuran densitas, stabilitas termal (TGA) dan SEM dan sifat elektrokimia dilakukan dengan metode voltametri siklik dengan variasi scan rate 1, 2 dan 5 mV/s. Hasil kapasitansi spesifik optimum karbon aktif berbasis sago untuk superkapasitor ditemukan pada scan rate 1 mV/s sebesar 74,85 F/g.

**Kata Kunci :** Ampas Sagu, Elektroda Karbon, Supercapasitor, Siklis Voltametri.

## PENDAHULUAN

Energi merupakan hal yang sangat penting dan diperlukan pada masa sekarang, tetapi seiring berjalannya waktu dan berkembangnya teknologi telah memicu ketidakseimbangan yang terjadi antara ketersediaan energi dengan permintaan energi. Diperkirakan beberapa tahun ke depan pemakaian energi dunia masih bergantung pada energi minyak bumi yang tidak terbarukan. Pencarian sumber energi alternatif untuk mengatasi masalah keterbatasan energi perlu dilakukan, dengan cara menciptakan piranti penyimpanan energi secara efektif dan efisien salah satunya adalah superkapasitor.

Superkapasitor adalah perangkat penyimpanan energi yang dapat memberikan daya keluaran tinggi yang sama dengan atau lebih dari  $10 \text{ kW kg}^{-1}$  dengan siklus hidup yang lebih panjang serta proses pengisian dan pengosongan yang cepat. Karbon aktif adalah bahan yang paling banyak digunakan untuk elektroda superkapasitor, karena biaya yang lebih murah, luas permukaan spesifik yang tinggi dan daya hantar listrik yang baik. Produksi karbon aktif biasanya melalui dua tahap dimana yang pertama proses pembakaran bahan baku pada suhu rendah, diikuti oleh aktivasi pada suhu lebih tinggi [1].

Sagu (*Metroxylon sp.*) merupakan tanaman asli Indonesia dengan luas areal sekitar 1,128 juta Ha atau 51,3% dari luas areal sagu dunia. Pengolahan sagu menghasilkan limbah ikutan berupa ampas sagu 75% sampai dengan 83% [2]. Ampas sagu mengandung residu lignin sebesar 21% dan kandungan selulosa sebesar 20% dan sisanya merupakan zat ekstraktif dan abu [3]. Kandungan lignin dan selulosa pada ampas sagu cukup tinggi sehingga sangat memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan karbon aktif.

Penelitian ini akan menggunakan ampas sagu sebagai bahan dasar pembuatan elektroda karbon dengan aktivasi fisika menggunakan  $\text{H}_2\text{O}$  dengan suhu pengaktifan konstan yaitu  $850^\circ\text{C}$  dengan waktu tahan aktivasi 1,5 jam dengan scan rate yang di variasikan yaitu s 1, s 2 dan s 3. Sedangkan aktivasi kimia yang digunakan adalah aktivator KOH 0,2 M.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini akan melalui beberapa proses yaitu dengan menggunakan metode eksperimen, dimulai dengan mempersiapkan sampel, pengeringan, penggilingan, pengayakan, aktivasi kimia dengan KOH, pencetakan pelet, karbonisasi dilanjutkan aktivasi fisika dengan uap air, pemolesan dan pencucian sampel. Hasil pemolesan yang sudah dicuci tersebut dibuat menjadi sel

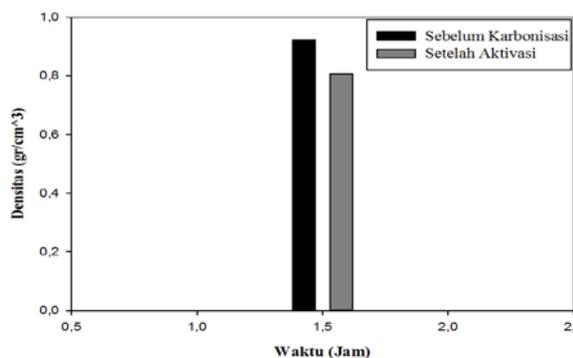
superkapasitor dengan urutan komponen yaitu teflon (badan penyangga), *stainless steel* (pengumpul arus), elektroda karbon dan separator. Elektroda karbon dan separator terlebih dahulu direndam dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M. Pengukuran nilai kapasitansi spesifik superkapasitor dilakukan dengan menggunakan *cyclic voltametry* (CV). Pengukuran sifat fisis dilakukan dengan pengukuran densitas, pengujian TGA dan pengukuran SEM. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kapasitansi spesifik sebagai berikut [4]:

$$C_{sp} = \frac{(I_c - I_d)}{s \times m} \quad (4)$$

C<sub>sp</sub> adalah kapasitansi spesifik, I<sub>c</sub> adalah arus *charge*, I<sub>d</sub> adalah arus *discharge*, s adalah scan rate dan m adalah massa elektroda.

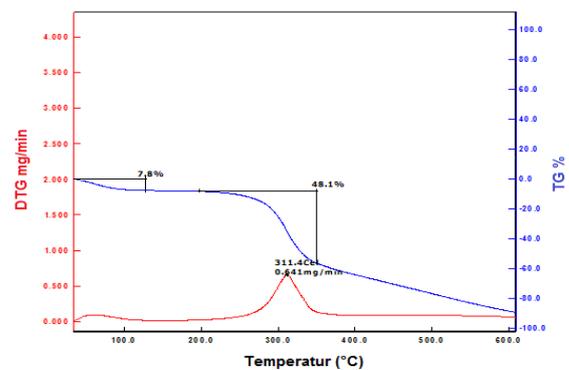
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi sifat fisis elektroda karbon dimulai dengan melakukan pengukuran densitas sampel elektroda karbon.



**Gambar 1.** Perbandingan densitas elektroda karbon.

Gambar 1 menunjukkan perbandingan densitas sampel elektroda karbon sebelum karbonisasi dan setelah aktivasi. Densitas pada sampel elektroda karbon akan mengalami penurunan setelah dilakukan proses karbonisasi dan aktivasi fisika. Densitas elektroda karbon sebelum karbonisasi yaitu 0,937 gr/cm<sup>3</sup> dan setelah karbonisasi dan aktivasi fisika dilakukan terjadi penurunan densitas menjadi 0,835 gr/cm<sup>3</sup>. Penurunan densitas ini mengindikasikan sampel elektroda karbon setelah karbonisasi dan aktivasi fisika akan menghasilkan porositas yang lebih besar dari sebelumnya sehingga pori-pori yang dihasilkan akan lebih banyak.

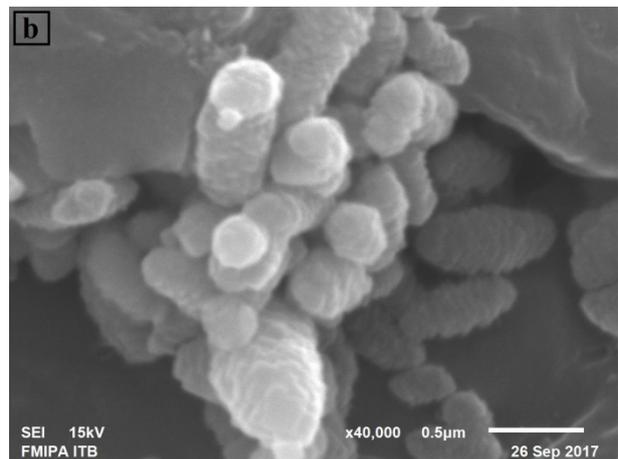
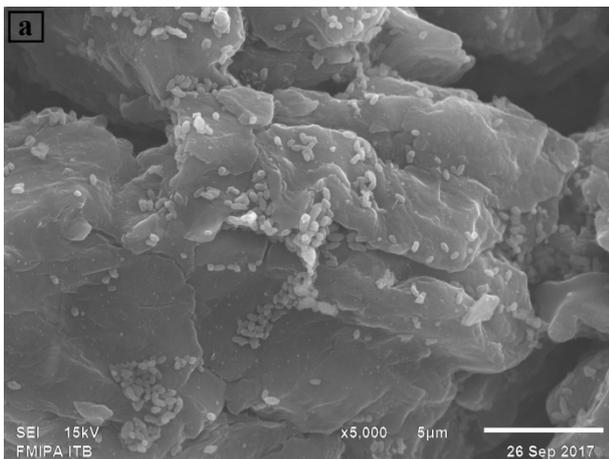


**Gambar 2.** Grafik kestabilan termal (TGA).

Pengukuran *Termogravimetri Analisis* (TGA) bertujuan untuk mengetahui temperatur termal terbaik pada sampel yang akan diuji. Temperatur termal yang dihasilkan adalah 311,4 °C yang dapat dilihat dari Gambar 2 pada titik puncak grafik warna merah. Grafik berwarna biru

menunjukkan penyusutan massa elektroda karbon, penyusutan massa dimulai pada 50 °C sampai dengan 125 °C sebesar 7,8 % yang mengindikasikan kandungan air yang terdapat pada sampel sudah mulai terurai. penyusutan massa secara signifikan terjadi

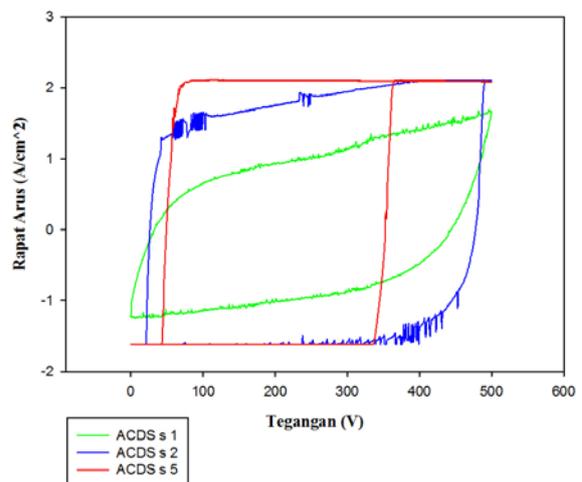
pada suhu 250 °C sampai dengan 350 °C sehingga mengindikasikan pada suhu ini senyawa kompleks selain karbon seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa sudah mulai terurai.



**Gambar 3.** Hasil SEM sampel elektroda Karbon a. Perbesaran 5000 kali, b. Perbesaran 40000 kali.

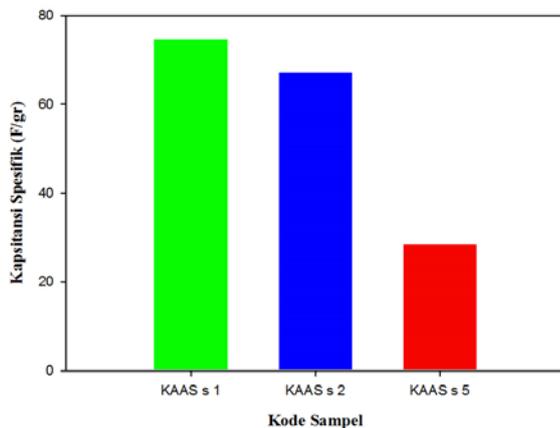
Gambar 3 menunjukkan bentuk morfologi permukaan sampel elektroda karbon dengan perbesaran 5000 kali dan perbesaran 40000 kali. Perbesaran 5000 kali ditunjukkan oleh gambar 3a yang terlihat memiliki pori-pori yang tidak merata, pori-pori yang terbentuk terlihat memanjang dan tidak beraturan serta permukaan sampel elektroda karbon yang lebih padat. Gambar 3b adalah perbesaran dengan 40000 kali, partikel-partikel pada permukaan sampel elektroda karbon terlihat jelas dan terbentuk rongga-rongga kecil antara partikel-partikel tersebut, pori-pori yang terbentuk terlihat lebih jelas dan dalam, hal ini di indikasikan dengan warna pori-pori yang berwarna hitam.

Pengukuran sifat elektrokimia menggunakan metode *cyclic voltametry* (CV) bertujuan untuk menentukan nilai kapasitansi spesifik sel superkapasitor.



**Gambar 4.** Grafik hubungan tegangan vs rapat arus berdasarkan variasi scan rate.

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara tegangan dan rapat arus. Lebar grafik yang dihasilkan berbanding lurus dengan scan rate yang digunakan, semakin besar scan rate maka grafik yang dihasilkan akan semakin besar. Perhitungan dari persamaan (4) didapatkan nilai kapasitansi spesifik tertinggi terdapat pada sampel KAAS s 1.



**Gambar 5.** Grafik hubungan nilai kapasitansi spesifik dengan variasi scanrate.

Gambar 5 menunjukkan perbandingan nilai kapasitansi spesifik elektroda karbon berdasarkan variasi scan rate yang digunakan, nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan semakin besar jika scan rate yang digunakan semakin kecil. Variasi scan rate yang digunakan akan mempengaruhi nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan, semakin rendah scan rate yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan ion-ion untuk berdifusi kedalam pori-pori elektroda karbon akan lebih lama sehingga nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan akan semakin besar. Nilai kapasitansi spesifik paling tinggi dari sampel elektroda karbon adalah sampel KAAS s 1. Nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan berdasarkan variasi scan rate yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan nilai kapasitansi spesifik elektroda karbon.

Kode sampel	Massa (gr)	S (V)	Ic (A)	Id (A)	Csp (F/gr)
KAAS s 1	0,026	0,001	0,001275	-0,00109	74,85
KAAS s 2	0,026	0,002	0,001437	-0,001102	67,33
KAAS s 5	0,026	0,005	0,001623	-0,001415	28,59

## KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan ini dapat disimpulkan bahwa biomassa ampas sagu sangat potensial digunakan sebagai elektroda karbon sel superkapasitor. Semakin rendah scan rate yang digunakan maka semakin besar nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan. Nilai kapasitansi spesifik yang paling besar dihasilkan pada scan rate 1.

Hasil SEM menunjukkan pori-pori terbentuk pada permukaan sampel elektroda karbon sehingga memungkinkan ion-ion untuk berdifusi kedalam pori.

## SARAN

Penelitian tentang biomassa ampas sagu ini masih dapat dikembangkan lagi, yaitu dengan menggunakan variasi-variasi lainnya

seperti variasi waktu, variasi suhu dan lain-lainnya.

### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih disampaikan kepada DP2M yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Unggulan Perguruan Tinggi dengan judul Potensi Pemamfaatan Limbah Padat Perkotaan Sebagai Elektroda Superkapasitor atas nama Dr. Erman Taer, M.Si Tahun 2017 dengan nomor kontrak: 095/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Teo, E. Y. L., Muniandy, L., Eng-Poh Ng, Adam, F., Mohamed, A, R., Jose, R., Chong, K, F. High surface area activated carbon from rice husk as a high performance sepercacipator electrode. *Electrochimica Acta* <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2016.01.140>.
- [2] McClatchey Will. Manner, I. Harley. and Elevitch, R. Craig. 2006. *Metroxylon* Sp. Ecology papers Inc. London.
- [3] Kiat LJ. 2006. Preparation and Characterization of Carboxymethyl Sago Waste and It's Hydrogel [tesis]. Malaysia: University Putra Malaysia.
- [4] Kalpana, D., Cho, S.H., Lee,S.B., Lee, Y.S., Mirsa, R., Renganathan, N. G. 2009. Recycled waste paper – A new source of raw material for electric double-layer capasitor. *Journal Power Sources*; 190:587.