

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia, makin berkembang menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. Perkembangan teknologi tersebut menuntut akan penyimpanan energi untuk barang-barang elektronik yang mudah dibawa kemana-mana. Untuk itu dikembangkanlah sistem penyimpanan yang memungkinkan barang elektronik yang semakin ringan menuntut sumber energi yang ringan pula. Beberapa sistem penyimpanan energi listrik telah banyak dikembangkan seperti baterai, sel bahan bakar dan superkapasitor. Superkapasitor memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan baterai dan sel bahan bakar, diantaranya adalah waktu hidup yang lebih lama, prinsip dan modelnya yang sederhana, waktu pengisian yang pendek, aman dan memiliki rapat daya yang tinggi. (M.A guerrero et al.,)

Superkapasitor merupakan rangkaian yang memiliki dua buah elektroda yang identik dan dipisahkan oleh separator. Kinerja superkapasitor tergantung pada bahan dasar penyusun elektroda. Bahan dasar elektroda yang digunakan adalah karbon aktif, logam oksida, dan polimer konduktif. Dibandingkan dengan bahan elektroda yang lain, bahan karbon aktif mudah didapat, biaya murah, memiliki konduktivitas listrik yang tinggi dan luas permukaan yang besar (Frackowiak et al., 2013). Untuk superkapasitor berbasis karbon, sangat penting menggunakan elektroda karbon yang memiliki ukuran pori, struktur dan jaringan yang kompatibel dengan ukuran ion elektrolit, untuk memastikan jumlah ion terakumulasi di semua dinding pori yang ada pada elektroda. Untuk mencapai kondisi ini, beberapa jenis elektroda karbon aktif telah banya diteliti.

Saat ini, sekitar 80% bahan elektroda superkapasitor tersedia secara komersial yang terbuat dari bahan karbon (termasuk *nanotube*, karbon, *graphene*, *fullerence*, karbon aktif dan sebagainya) karena luas permukaan spesifiknya tinggi, struktur berpori yang hierarki, dan mudah untuk bergabung dengan heteroatom (termasuk N, P, O, dll). Dalam beberapa tahun terakhir, dibandingkan dengan bahan baku tradisional (batubara dan minyak bumi), superkapasitor dibuat dari biomassa

(seperti semangka, kulit jeruk bali, tebu, melon, kulit moluska, selulosa, kulit pisang, batang tembakau, cangkang sawit dan sayap kupu-kupu) yang lebih banyak menarik perhatian karena biaya yang rendah, hasil yang banyak, terbarukan dan mudah didapat. (Zheng, K et al., 2017)

Tahun 2016, Erman Taer dkk telah melakukan penelitian tentang superkapasitor menggunakan elektroda karbon aktif yang berasal dari kulit pisang. Dimana kapasitansi spesifik dari sampel tersebut diukur dengan *cyclic voltametry* dengan *scan rate* 1 mV dalam larutan  $H_2SO_4$  1 M yang bernilai 68 F/g dengan luas permukaan spesifik 581  $m^2/g$ . Selain menggunakan kulit pisang sebagai elektroda karbon aktif, Erman Taer dkk tahun 2018 juga menggunakan biji durian sebagai karbon aktif untuk superkapasitor yang menggunakan  $ZnCl_2$  sebagai aktivator. Kapasitansi spesifik yang diperoleh dari sampel adalah 88,39 F/g.

Produksi global minyak sawit meningkat lebih dari sembilan kali lipat sejak tahun 1980 menjadi 45,1 juta ton pada tahun 2009 dimana Malaysia dan Indonesia memimpin sebagai produsen kelapa sawit yang menyumbang sekitar 85% dari produksi minyak sawit dunia. Malaysia menyumbang 41,3% produksi minyak sawit dunia dan mengekspor sekitar 44% pada tahun 2010. Karena pertumbuhan produksi kelapa sawit semakin tinggi, hal ini juga mengakibatkan banyaknya limbah seperti tandan kosong yang berdampak negatif terhadap lingkungan hidup. Tandan kosong kelapa sawit mengandung karbon yang tinggi dan kaya akan lignin yang akan berpotensi menjadi prekursor yang baik untuk produksi karbon aktif. Proses untuk memproduksi karbon aktif melibatkan dua tahap, yaitu karbonisasi dan pengaktifan. Tahap pertama adalah memperkaya kandungan karbon untuk menciptakan porositas awal pada prekursor. Sementara itu, proses aktivasi membantu dalam mengembangkan struktur pori. (A.R. Hidayu et al., 2013)

Proses aktivasi karbon aktif dalam pengembangan struktur pori telah banyak dilakukan seperti penggunaan aktivator dengan Kalium Hidroksida (KOH) (Pagketananga et al., 2015), NaOH (Fujishige et al., 2017), gas  $CO_2$  (Farma et al., 2013),  $ZnCl_2$  (Kang et al., 2018),  $K_2CO_3$ , dan  $H_3PO_4$  (Kwiatkowski dan Broniek, 2017). Pada Penelitian ini dipilihlah KOH sebagai aktivator. KOH merupakan agen pengaktif yang lebih baik dibandingkan dengan agen pengaktif lainnya karena kemampuan interkalasi logam kalium ke dalam struktur material berpori sehingga

dapat membentuk diameter pori yang lebih besar, serta energi aktivasi yang jauh lebih rendah dari pada kebanyakan agen aktif lainnya (Momodu et al., 2016).

## 1.2 Rumusan Masalah

Nilai kapasitansi dari suatu elektroda superkapasitor ditentukan oleh luas permukaan bahan elektroda tersebut. Dimana semakin luas permukaan bahan elektroda maka semakin besar daya simpan dari elektroda superkapasitor. Oleh karena itu, pada penelitian ini elektroda karbon dari tandan kosong kelapa sawit diaktifasi dengan KOH. Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana *performance* dari karbon aktif tandan kosong kelapa sawit melalui analisis dengan XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM-EDX (*Scanning Elektron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray*), dan SAA (*Surface Area Analyzer*).
2. Bagaimana pengaruh aktivasi menggunakan KOH terhadap struktur pori karbon aktif yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit
3. Bagaimana pengaruh struktur pori dari karbon aktif terhadap sifat elektrokimia yang dihasilkan.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mempelajari *performance* dari karbon aktif tandan kosong kelapa sawit melalui analisis dengan XRD, SEM-EDX dan SAA.
2. Mempelajari pengaruh aktivasi menggunakan KOH terhadap struktur pori karbon aktif yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit
3. Mempelajari pengaruh struktur pori dari karbon aktif terhadap sifat elektrokimia yang dihasilkan.

## 1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang potensi penggunaan elektroda karbon dari limbah tandan kosong kelapa sawit yang di aktivasi menggunakan KOH yang diaplikasikan pada elektroda superkapasitor sehingga dapat dimanfaatkan dalam skala labor maupun skala industri, serta dapat dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi.