

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan utama yang digunakan di berbagai bidang kehidupan. Semua alat elektronik yang ada saat ini, seperti telepon seluler dan laptop membutuhkan suplai energi listrik. Mobilitas pengguna berdampak pada diperlukannya peralatan portabel yang dapat digunakan dimana saja. Penggunaan sumber energi tersebut memerlukan media penyimpanan energi yang efisien dan terjangkau. Penyimpanan energi dapat mendukung distribusi dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi yang dihasilkan, seperti mobil listrik, dan perangkat elektronik portabel.

Permintaan akan energi terus mendorong perkembangan perangkat penyimpan energi seperti kapasitor, superkapasitor, baterai, dan sel bahan bakar. Setiap perangkat tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan dalam hal kepadatan energi dan daya yang dapat disimpan. Perangkat penyimpanan yang paling ideal adalah yang memiliki nilai kepadatan energi dan daya yang seimbang, seperti yang terdapat pada superkapasitor dan baterai dengan rentang kepadatan daya dan energi yang berada di antara kapasitor dan sel bahan bakar. Baterai cenderung sulit diisi ulang, dan kapasitas penyimpanannya tergantung pada ukuran baterai. Superkapasitor memiliki keunggulan karena dapat diisi ulang dengan cepat, memiliki kepadatan daya yang tinggi, kapasitas penyimpanan muatan yang besar, proses pengisian dan pengosongan muatan yang cepat, serta jangka waktu penggunaan yang lebih panjang (Miller and Burke, 2008).

Kemampuan superkapasitor untuk menyimpan energi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kapasitansi spesifik dari bahan elektroda. Beberapa contoh elektroda yang umum digunakan melibatkan bahan seperti karbon, logam pengoksida, dan polimer (Simon and Gogotsi, 2010). Polimer dan logam pengoksida memiliki kapasitas relatif yang tinggi, namun harganya cenderung mahal. Di sisi lain, karbon memiliki kapasitas relatif yang lebih rendah namun harganya lebih terjangkau. Penggunaan elektroda berbahan karbon dapat meningkatkan kinerja superkapasitor, salah satunya dengan meningkatkan nilai luas permukaan dan struktur pori agar mencapai kondisi optimal (Simon and Gogotsi, 2010).

Pemanfaatan bahan biomassa dalam pembuatan superkapasitor saat ini menjadi fokus perhatian karena dinilai lebih menguntungkan dari segi ekonomi, lingkungan, dan sosial (Pari dkk, 2014). Beberapa material elektroda yang berasal dari limbah biomassa telah berhasil dilaporkan, seperti kelapa sawit yang dapat mencapai kapasitansi spesifik sebesar 48,2516 μF (Aziz dkk, 2017), karet dengan kapasitansi spesifik 68,27 F/g (Taer dkk, 2015), kelapa dengan kapasitansi spesifik 10 F/g (Wati dkk, 2015), kemiri dengan kapasitansi spesifik 15,13 μF (Efendi and Astuti, 2016) serta kulit durian yang mampu mencapai kapasitansi spesifik 18 mF/g (Febriyanto dkk, 2019). Penelitian ini menunjukkan bahwa elektroda superkapasitor berbahan dasar biomassa merupakan pilihan yang tepat untuk aplikasi superkapasitor.

Karbon aktif pada umumnya digunakan untuk membuat kapasitor jenis EDLC (*electro-chemical double-layer*) yang dapat menyimpan energi pada

lapisan listrik ganda antarmuka elektroda karbon (Febriyanto dkk, 2019). Karbon aktif dapat dibuat dari bahan-bahan yang mengandung karbon, seperti batu bara, karbon aerogel, logam oksida, nano komposit, dan polimer konduktif. Bahan yang di atas cukup langka dan mahal sehingga menghambat pengembangan superkapasitor. Karbon aktif yang berasal dari limbah biomassa merupakan bahan baku alternatif berbiaya rendah (Azevedo dkk, 2007). Bahan organik yang memiliki kandungan karbon tinggi merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kemampuan menyimpan muatan listrik superkapasitor.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Tetra dkk (2018), bahwa kulit kakao mengandung selulosa sekitar 23-54%. Kulit buah kakao juga memiliki kandungan lignin sebesar 60,67%, holoselulosa 36,47% dan hemiselulosa 18,90% (Loppies, 2016). Kandungan tersebut mengindikasikan bahwa kulit buah kakao dapat diolah menjadi arang yang mengandung banyak karbon. Pemanfaatan kulit buah kakao ini dapat membantu dalam upaya pengolahan limbah yang dihasilkan oleh kulit buah kakao di Indonesia, serta mengurangi jumlah elektroda karbon yang diimport oleh industri. Produksi biji kakao kering memiliki perbandingan 1:10 dengan kulit buah kakao tersebut. Hal ini menyebabkan banyaknya limbah yang dihasilkan dari kulit buah kakao tersebut. Untuk menangani produksi yang tinggi ini diperlukan penanganan limbah kulit kakao secara efektif sehingga tidak mengganggu produksi dan lingkungan sekitar pabrik pengolahan. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan bahwa jumlah produksi kakao pada tahun 2022 di Sumatera Barat berkisar sekitar 43.528 ton. Yetri (2020) melaporkan bahwa superkapasitor berbasis kulit buah kakao dapat mencapai kapasitas spesifik 90,2

F/g dengan diaktivasi kimia menggunakan KOH 0,5 M, dan aktivasi fisika pada suhu 700 °C serta menggunakan elektrolit H₂SO₄ 1 M. Penelitian tersebut membuktikan bahwa kakao merupakan salah satu limbah biomassa yang sangat potensial untuk dijadikan elektroda superkapasitor. Kinerja elektroda superkapasitor juga dapat dipengaruhi oleh jenis elektrolit yang menyediakan transfer ion pada elektroda.

Elektrolit diketahui dapat memberikan ion pada karbon sehingga dapat mempengaruhi nilai kapasitansi yang dihasilkan. Elektrolit yang biasa digunakan yaitu asam sulfat (H₂SO₄), kalium hidroksida (KOH), dan natrium sulfat (Na₂SO₄) yang nantinya akan divariasikan dengan konsentrasi dari masing-masing elektrolit 1M. Pemberian variasi elektrolit ini dirasa penting untuk melihat hubungannya dengan interaksi ion pada elektroda terhadap kapasitansi dan konduktivitas superkapasitor.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat karbon aktif dari limbah kulit kakao sebagai komponen elektroda superkapasitor.
2. Menganalisis sifat fisis karbon aktif dari limbah kulit buah kakao menggunakan karakterisasi densitas, difraksi sinar-X (XRD), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) .
3. Menganalisis sifat elektrokimia dari elektroda karbon aktif berbasis limbah kulit buah kakao menggunakan metode *cyclic voltammetry* (CV), dan

Galvanostatic Charge-Discharge (GCD) dalam elektrolit yang berbeda meliputi 1M H₂SO₄, 1M KOH, dan 1M Na₂SO₄.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan memberikan kajian awal, serta memperluas kemungkinan variasi elektrolit yang digunakan dalam pembuatan superkapasitor dari karbon aktif kulit buah kakao. Penelitian ini juga diharapkan sebagai awal dari teknologi alternatif penyimpanan energi yang menggunakan bahan baku terbarukan dengan performansi yang baik, serta memberi solusi bagi masyarakat terkait mengurangi limbah yang disebabkan oleh kulit buah kakao.

1.4 Ruang Lingkup Dan Batasan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Aktivasi kimia dengan menggunakan aktivator KOH 0.5M
2. Variasi elektrolit yaitu 1M H₂SO₄, 1M KOH, dan 1M Na₂SO₄
3. Suhu aktivasi yang digunakan adalah 700 °C
4. Kulit buah kakao di prakarbonasi dengan suhu 250 °C selama 2,5 jam

