

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dan digunakan di berbagai bidang kehidupan. Semua piranti elektronik yang ada saat ini, seperti telepon seluler dan laptop membutuhkan suplai energi listrik dengan kemampuan penyimpanan energi yang besar, cepat dalam proses *charge – discharge*, ringan, dan stabil. Teknologi konvensional untuk penyimpanan energi yang telah umum digunakan berupa kapasitor elektrostatis dan baterai. Namun, kapasitor konvensional memiliki berbagai kekurangan antara lain memiliki kapasitansi yang relatif kecil dan siklus pakai yang singkat, sehingga aplikasinya menjadi terbatas serta membutuhkan waktu pengisian yang lama¹. Penggunaan baterai sebagai penyimpan energi alternatif dinilai tidak ramah lingkungan karena limbahnya mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3)². Hingga saat ini, para peneliti telah mengembangkan suatu inovasi perangkat teknologi yang mampu menyimpan energi dalam jumlah yang besar dan memiliki waktu pakai yang lebih lama serta ramah lingkungan, yaitu superkapasitor³.

Superkapasitor yang dikenal juga sebagai kapasitor lapis rangkap listrik atau *Electrical Double-Layer Capacitor* (EDLC) bekerja berdasarkan prinsip pembentukan lapisan rangkap listrik (*double-layer*) pada elektroda yang berlawanan muatan akibat interaksi elektrostatis antara ion dari elektrolit dan elektroda⁴. Penggunaan superkapasitor sebagai penyimpan energi telah menarik banyak perhatian sebab memberikan kinerja elektrokimia yang sangat baik dalam hal kerapatan daya (*power density*) yang tinggi, laju pengisian-pengosongan (*charging-discharging*) yang cepat, siklus hidup yang panjang, dan pengoperasian yang sederhana, sehingga banyak digunakan pada alat-alat elektronik, kendaraan listrik, dan sebagainya⁵.

Salah satu komponen yang paling penting pada superkapasitor adalah elektroda. Beberapa bahan dasar elektroda yang dapat digunakan adalah karbon aktif, oksida logam, dan polimer. Di antara bahan dasar tersebut, karbon aktif memiliki keunggulan yaitu mudah didapatkan, biaya murah, memiliki konduktivitas listrik yang tinggi, luas permukaan yang besar, stabilitas kimia yang baik, dan proses preparasi yang relatif mudah^{6,7}.

Selama beberapa tahun terakhir, pembuatan dan pemanfaatan karbon aktif (KA) dari biomassa khususnya sebagai aplikasi elektroda elektrokimia telah diperkenalkan untuk kepentingan biomassa, bioenergi, dan pengembangan energi masa depan⁸. Karbon aktif dari biomassa dapat dibuat dari tongkol jagung⁹, kulit melon¹⁰, cangkang kelapa sawit⁶, dan lain sebagainya. Pembuatan karbon aktif

dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap karbonisasi dan dilanjutkan dengan tahap aktivasi untuk membentuk jaringan pori pada karbon aktif. Proses ini membutuhkan waktu yang lama dengan adanya pemanasan dua kali. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi dalam sintesis karbon aktif yang lebih efisien dan efektif yaitu melalui proses dehidrasi asam sebagai pengganti proses karbonisasi dan mempercepat proses degradasi rantai selulosa.

Batang jagung memiliki komposisi yang terdiri dari 34,4% lignin, 33,1% selulosa, 28,9% hemiselulosa dan selebihnya adalah abu¹¹. Komposisi kimia ini akan menghasilkan karbon aktif yang memiliki kualitas baik dari segi rendemen yang dihasilkan, dikarenakan tingginya kadar selulosa dan lignin yang dimiliki sehingga dapat dikatakan bahwa limbah jagung berpotensi untuk dijadikan sumber karbon aktif. Penelitian pembuatan karbon aktif dari batang jagung sudah pernah dilakukan oleh Yu dkk (2018) dengan menggunakan 2 kali proses pemanasan yaitu proses karbonisasi pada suhu 400 °C selama 2 jam dengan aliran gas N₂ kemudian di aktivasi dengan KOH lalu karbon aktif dipanaskan kembali pada suhu 500 – 800 °C selama 1 jam diperoleh luas permukaan spesifik sebesar 35,65 m²/g dengan nilai kapasitasansi spesifik sebesar 140 F/g¹².

Metode dehidrasi menggunakan H₂SO₄ 1 M dan penambahan aktivator KOH telah dilakukan oleh Oyedetun dkk (2019) untuk pembuatan karbon aktif dari gula tebu dan diperoleh luas permukaan spesifik sebesar 1.006,14 m²/g dan didapatkan nilai kapasitasansi spesifik sebesar 242,67 F/g¹³. Penelitian lain mengenai pembuatan karbon aktif menggunakan metode dehidrasi asam dilakukan oleh Ukkakimapan dkk (2020) dari kulit durian yang diaktivasi dengan NaOH diperoleh luas permukaan spesifik sebesar 2.578 m²/g dengan pori dominan adalah mikropori, serta nilai kapasitasansi spesifik sebesar 145 F/g¹⁴. Proses dehidrasi asam ini telah banyak digunakan pada bahan biomassa untuk menguraikan selulosa yang terkandung didalamnya, namun masih sedikit penelitian yang menggunakan H₂SO₄ 1 M ini dalam pembuatan karbon aktif untuk aplikasi superkapasitor. Proses ini telah terbukti sederhana, biaya pembuatan yang murah, dan waktu relatif singkat dibandingkan dengan metode karbonisasi konvensional.

Pengukuran sifat – sifat elektrokimia suatu elektroda dapat dilakukan dengan metode CV, GCD, dan EIS, seperti yang telah dilakukan oleh Yu dkk (2018) pada elektroda karbon aktif batang jagung menggunakan elektrolit KOH 3 M didapatkan nilai kapasitasansi spesifik dari pengukuran sebesar 140 F/g. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menggunakan bahan biomassa yang berbeda, metode pembuatan

yang berbeda, variasi aktivator, dan variasi larutan elektrolit, nilai kapasitansi spesifik perlu ditingkatkan untuk mengoptimalkan kinerja superkapasitor. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan modifikasi pembuatan karbon aktif dengan metode dehidrasi asam dan aktivator NaOH dengan prekursor limbah batang jagung yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan elektroda karbon aktif dalam menyimpan energi dengan kapasitas yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah sintesis karbon aktif dari limbah batang jagung yang dimodifikasi melalui dehidrasi H_2SO_4 dan aktivasi NaOH dapat digunakan sebagai elektroda superkapasitor?
2. Bagaimanakah sifat-sifat elektrokimia elektroda superkapasitor berbahan dasar karbon aktif batang jagung yang dibuat melalui metode dehidrasi H_2SO_4 dan aktivasi NaOH?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mensintesis karbon aktif dari limbah batang jagung yang dimodifikasi melalui dehidrasi H_2SO_4 dan aktivasi NaOH sebagai elektroda superkapasitor.
2. Mempelajari sifat-sifat elektrokimia elektroda superkapasitor berbahan dasar karbon aktif batang jagung yang dibuat melalui dehidrasi H_2SO_4 dan aktivasi NaOH.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mensintesis karbon aktif dengan lebih efisien dan efektif yaitu dengan mengurangi proses karbonisasi dua kali serta dapat memanfaatkan limbah batang jagung yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal menjadi bahan elektroda superkapasitor yang ramah lingkungan, dengan kapasitas energi dan rapat daya yang tinggi.