

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era global ini, kebutuhan manusia akan alat – alat elektronik semakin meningkat. Sehingga penggunaan listrik di dunia juga semakin meningkat. Inovasi baru untuk menyimpan energi listrik. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia akan barang – barang elektronik, oleh karena itu dibutuhkan inovasi baru untuk menyimpan energi seperti baterai dan kapasitor. Selama ini baterai memang dianggap efektif untuk menjadi sumber daya bagi alat yang membutuhkan voltase rendah. Namun, terdapat kelemahan pada baterai jika sering digunakan seperti *voltage drop*. Adanya superkapasitor yang dipasangkan pada baterai akan meningkatkan performa dan umur pakai baterai (Suwandana, Suwandana, & Susanti, 2015).

Baru- baru ini superkapasitor telah menunjukkan potensi yang besar untuk memenuhi kebutuhan energi, terutama energi listrik portabel (Taer *et al.*,2016). Superkapasitor ini telah menunjukkan kinerja yang luar biasa sebagai sistem penyimpanan energi ramah lingkungan karena proses pengisian yang lebih cepat, kepadatan daya tinggi, stabilitas jangka panjang, berbiaya rendah, dan proses produksi relative lebih mudah (Miller *et al.*,2018). Superkapasitor adalah strategi energi yang menarik untuk mengurangi pencemaran lingkungan dari eksploitasi bahan bakar fosil (S. Koochi *et al.*,2020).

Berdasarkan mekanisme penyimpanannya, superkapasitor dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu kapasitor elektrokimia lapis ganda (EDLC) dan pseudo-kapasitansi. EDLC menyimpan muatan melalui adsorpsi ion elektrolit yang cepat pada permukaan elektroda dengan membentuk lapisan ganda. Pseudo-kapasitansi menyimpan muatan melalui reaksi redoks faradaic pada antarmuka elektroda / elektrolit (Burke *et al.*,2000). Namun demikian, kepadatan energi superkapasitor masih relatif rendah. Perkembangan bahan elektroda dengan morfologi terkontrol dan pori yang optimal sangat diperlukan untuk menghasilkan superkapasitor dengan energi dan daya yang tinggi (Taer *et al.*,2016). Para peneliti melakukan riset untuk meningkatkan energi superkapasitor dengan berbagai cara seperti

mengembangkan dan memodifikasi material baru pada bahan elektroda superkapasitor.

Beberapa bahan dasar elektroda yang dapat digunakan adalah karbon aktif, oksida logam, dan polimer. Diantara bahan dasar tersebut, karbon aktif memiliki keunggulan yaitu mudah didapatkan, biaya murah, memiliki konduktivitas listrik yang tinggi dan luas permukaan yang besar (Aziz H *et al.*, 2018).

Karbon aktif berpori adalah salah satu material yang memiliki sifat yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar superkapasitor karena memiliki struktur morfologi yang unik, luas permukaan spesifik, distribusi ukuran pori yang cocok, , stabilitas kimia yang baik dan proses preparasi yang relatif mudah (Zhang *et al.*,2017). Peningkatan kepadatan energi pada sebuah superkapasitor membutuhkan bahan karbon yang berpori diantaranya mikropori, mesopori dan makropori (Baujibar *et al.*,2019). Makropori memiliki jarak yang relative pendek untuk difusi ion pada permukaan elektroda (Zhang *et al.*,2017). Mesopori memiliki jalur transport ion yang relative lancar tanpa hambatan ke permukaan elektroda / elektrolit (Song *et al.*,2015), dan mikropori memiliki luas permukaan yang tinggi untuk meningkatkan area aktif yang banyak pada ion sehingga memungkinkan terbentuk lapis ganda listrik (Wu *et al.*,2020). Ketiga pori saling terhubung untuk mencapai kinerja superkapasitor dengan kepadatan energi yang tinggi (Fu *et al.*,2018). Banyak peneliti telah melaporkan bahwa penggunaan karbon berpori masih membutuhkan biaya produksi yang relative mahal dan bahan dasar yang sulit di dapatkan.

Beberapa biomassa yang mengandung unsur karbon, seperti tempurung kelapa, kayu, sekam padi, dan biji kopi dapat mengalami proses karbonisasi. Kriteria bahan karbon aktif diantaranya memiliki logam anorganik, mudah didapat dan biaya murah, memiliki daya tahan yang baik, dan mudah untuk diaktivasi (Taer *et al.*,2014). Sumber biomassa di alam dengan struktur mikro memiliki kemampuan untuk menjadi bahan dasar untuk pembuatan karbon. Biomassa memiliki senyawa lignoselulosa yang merupakan sumber karbon yang melimpah dan mudah. Selain itu, selulosa juga bersifat hidrofilik sehingga dapat memudahkan proses difusi ion kedalam pori (Taer *et al.*,2016). Pada era sekarang ini, kopi menjadi minuman yang sangat populer, sehingga menghasilkan banyak

limbah dari ampas kopi. Secara teoritis ampas biji kopi mengandung karbohidrat (38-42%), melanoidin (23%), lipid 11-17%), dan komponen lainnya, kandungan karbohidrat dari ampas biji kopi memiliki persentase yang tinggi, sehingga ampas biji kopi dapat kita manfaatkan menjadi salah satu bahan dasar untuk pembuatan elektroda superkapasitor (Abioye et al.,2015).

Penelitian sebelumnya (Jonghyun dkk.,2019), ampas biji kopi telah digunakan sebagai bahan dasar elektroda superkapasitor. Pembuatan karbon aktif pada ampas biji kopi dilakukan dengan menambahkan nitrogen, dan didapatkan nilai kapasitansi spesifik sebesar 74 F/g⁻¹. Namun, nilai kapasitansi yang didapatkan perlu ditingkatkan penggunaannya. Selain itu, penelitian lain (Yi Han.,2019) juga melaporkan tentang pemanfaatan ampas biji kopi sebagai bahan dasar elektroda superkapasitor dengan agen pengaktif NaOH untuk menghasilkan karbon aktif. Karbon aktif yang dihasilkan dari limbah ampas kopi didapatkan nilai kapasitansi spesifik sebesar 69,5 F/g⁻¹. Namun, nilai kapasitansi yang didapatkan masih dianggap kurang efisien.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, Aziz et al (2020) tentang pemanfaatan ampas teh sebagai bahan dasar elektroda superkapasitor dengan menggunakan activator NaOH, didapatkan nilai kapasitansi spesifik sebesar 80 F/g⁻¹, Kenji et al (2018) tentang Bio-nanokarbon berpori tinggi yang dibuat dengan karbonisasi dan aktivasi NaOH dari polisakarida untuk bahan elektroda EDLC, karbon aktif yang dihasilkan didapatkan nilai kapasitansi spesifik sebesar 46,1 F/g. Namun demikian, nilai kapasitansi yang telah didapatkan perlu ditingkatkan lagi.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, pemilihan prekursor biomassa adalah proses penting karena sumber karbon mempengaruhi bentuk dan karakteristik structural yang dihasilkan (Taer.,*et al* 2020). Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini, telah dilakukan pembuatan superkapasitor berbahan dasar karbon aktif dari ampas biji kopi *robusta* dengan aktivator NaOH. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi konsentrasi aktivator NaOH, yaitu 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M, Hal ini bertujuan untuk melihat kemampuan aktivator NaOH terhadap distribusi pori dan luas permukaan dari karbon aktif ampas biji kopi.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi activator NaOH terhadap sifat fisis dan elektrokimia dari karbon aktif ampas biji kopi *robusta* sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
2. Bagaimana karakterisasi dari karbon aktif elektroda ampas biji kopi *robusta* yang dihasilkan dari aktivasi dengan NaOH antara lain densitas, morfologi permukaan dan kandungan unsur sampel.
3. Bagaimana sifat elektrokimia menggunakan metode *cyclic voltammetry* dan *galvanostatic charge discharge* dari karbon aktif ampas biji kopi *robusta* sebagai material penyusun elektroda superkapasitor

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari pengaruh variasi konsentrasi activator NaOH terhadap sifat fisis dan elektrokimia dari karbon aktif ampas biji kopi *robusta* sebagai material penyusun elektroda superkapasitor
2. Mempelajari karakterisasi dari karbon aktif elektroda ampas biji kopi *robusta* yang dihasilkan dari aktivasi dengan NaOH antara lain densitas, morfologi permukaan dan kandungan unsur sampel.
3. Mempelajari sifat elektrokimia menggunakan metode *cyclic voltammetry* dan *galvanostatic charge discharge* dari karbon aktif ampas biji kopi *robusta* sebagai material penyusun elektroda superkapasitor

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan salah satu alternatif dalam mengatasi masalah lingkungan dengan mendaur ulang limbah ampas biji kopi menjadi elektroda karbon dengan luas permukaan tinggi

2. Mencari sumber material alternatif yang murah dan multifungsi yang digunakan untuk menyimpan energi listrik

